

**EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS EN MÚSCULO
DE LOS CORTES BRAZO, PIERNA Y LOMO DE CUYES (*Cavia
porcellus*), ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE ACACIA
NEGRA (*Acacia decurrens*) EN LAS FASES DE LEVANTE Y CEBA**

**DIEGO ALBERTO NARVAEZ TAIMAL
HECTOR JAVIER VILLARREAL JATIVA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
PASTO-COLOMBIA
2010**

**EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS EN MÚSCULO
DE LOS CORTES BRAZO, PIERNA Y LOMO DE CUYES (*Cavia
porcellus*), ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE ACACIA
NEGRA (*Acacia decurrens*) EN LAS FASES DE LEVANTE Y CEBA**

**DIEGO ALBERTO NARVÁEZ TAIMAL
HÉCTOR JAVIER VILLARREAL JÁTIVA**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al
título de ZOOTECNISTA**

**Presidente
SANDRA REBECA ECHEVERRY POTOSÍ
Ing. Agroindustrial**

**Copresidente
LESVY RAMOS OBANDO
Zootecnista. Ing. Producción Acuícola**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
PASTO-COLOMBIA
2010**

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son responsabilidad exclusiva de los autores”.

Artículo 1° del Acuerdo N° 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

SANDRA REBECA ECHEVERRY
Presidente

LESVY RAMOS OBANDO
Copresidente

ARTURO GÁLVEZ CERON M.Sc.
Jurado Delegado

PAULINA DAVILA SOLARTE M.Sc.
Jurado

San Juan de Pasto, Agosto de 2010

DEDICATORIA

A Dios, por la bendición de la vida.

A mi padre Tomas Narváez, hombre cumplido, trabajador y disciplinado, quien con su ejemplo de vida, me ha motivado a ser práctico, respetuoso y sincero.

A mi madre Maura Alicia Taimal, mujer humilde, amorosa y de un profundo sentido espiritual, quien con su ejemplo ha hecho de mí un hombre de principios, de fe y esperanza, quien me inspiro y animo a seguir adelante, persona que sufrió, lloro y se alegro conmigo, amiga incondicional que jamás será remplazada.

A mis hermanos; Carlos, Carmen, Oscar, Clemencia, Irma, Mónica, Pablo, Cristina y Ximena, quienes con su comprensión y apoyo han hecho de mí una mejor persona.

A mis sobrinos Juan, Milena, Sara y Anita, que con su alegría me recuerdan que la vida es muy hermosa y simple.

A mis amigos, con quienes vivimos buenos y malos momentos, pero que estuvieron cuando más los necesitaba.

Mil gracias a todos.

DIEGO ALBERTO NARVAEZ TAIMAL.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto y toda mi carrera universitaria a Dios por ser quien ha estado a mi lado en todo momento dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día y seguir adelante rompiendo todas las barreras que se me presenten.

Le agradezco a mi mamá ISABEL y mi papá ALIRIO ya que gracias a ellos soy quien soy hoy en día, fueron los que me dieron ese cariño y calor humano necesario, son los que han velado por mi bienestar, de ellos he recibido consejos, regaños, reprimendas de tristezas y de alegrías de las cuales estoy muy seguro que las han hecho con todo el amor del mundo para formarme como un ser integral y de las cuales me siento extremadamente orgulloso.

Le agradezco a mis hermanas quienes han estado a mi lado, compartiendo todos esos secretos y aventuras que solo se pueden vivir entre hermanos y que han estado siempre alerta ante cualquier problema que se me puedan presentar, ALEJANDRA mi hermanita mayor, prácticamente hemos vivido las mismas historias, los mismos pesares y las mismas alegrías, de carácter fuerte, pero con cualidades como la sinceridad, valentía e inteligencia me ha demostrado que todo es posible y sobre todo un gran amor inigualable, una persona capaz de sacrificarse por el bien de su familia; y por supuesto CAMILA y KAREN, quienes con su ternura, optimismo, originalidad e inocencia han llenado nuestra familia de felicidad y amor.

A ti ANITA mi gran amor, muchas gracias por el apoyo incondicional que me has brindado, gracias por este tiempo de completa alegría gracias por tu comprensión, por tu fuerza, por tu amor, por ser tal y como eres. Nunca te podré estar suficientemente agradecido.

También les agradezco a mis amigos más cercanos, a esos amigos que siempre me han acompañado

HÉCTOR JAVIER VILLARREAL JÁTIVA

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

SANDRA REBECA ECHEVERRY	Ing. Agroindustrial
LESVY RAMOS OBANDO	Zootecnista. IPA.
LUIS ALFONSO SOLARTE	Zootecnista
ARTURO GÁLVEZ CERON	Zootecnista M.Sc.
AIDA PAULINA DAVILA	Zootecnista M.Sc
ANA LUCIA VASQUEZ MARTINEZ	Zootecnista
ROSA LILA PEREIRA	Zootecnista Esp.
ALBERTO CAYCEDO VALLEJO	I.A., M.Sc.
OSCAR FERNANDO BENAVIDES	Director de Granjas
CARLOS SOLARTE PORTILLA	Zootecnista M.Sc Dr.Sc.
EFREN INSUASTY SANTACRUZ	Zootecnista Esp.
SANDRA ESPINOSA NARVÁEZ	Técnica Laboratorio de Bromatología.
EDUARDO GUTIERRES	Operario Granja Botana

Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia de la Universidad de Nariño.

A todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron al logro de este trabajo.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	22
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	23
3. OBJETIVOS	24
3.1. OBJETIVO GENERAL	24
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
4. MARCO TEÓRICO	25
4.1 GENERALIDADES DEL CUY (<i>Cavia porcellus</i>)	25
4.1.1 Clasificación zoológica.	25
4.2 FISIOLOGÍA DIGESTIVA DEL CUY	26
4.3 NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN	27
4.3.1 Necesidades de agua	27
4.3.2 Necesidades de proteína y aminoácidos	28
4.3.3 Necesidades de carbohidratos y grasas	28
4.3.4 Necesidades de minerales y vitaminas	29
4.4 GENERALIDADES DE LA ESPECIE ACACIA NEGRA (<i>Acacia decurrens</i>).	30
4.4.1 La Acacia Negra (<i>Acacia decurrens</i>) como fuente de forraje	32
4.4.2 Metabolitos secundarios de las plantas	33
4.4.2.1 Taninos	33
4.4.2.2 Esteroides	34

4.4.2.3 Saponinas	34
4.4.3 Metabolitos secundarios presentes en la Acacia Negra (<i>Acacia decurrens</i>)	35
4.5 GENERALIDADES DEL PASTO AUBADE (<i>Lolium sp.</i>)	36
4.6 CONTENIDO DE GRASAS EN LA CANAL DEL CUY	37
4.6.1 Grasa	37
4.6.2 Ácidos grasos	38
4.6.2.1 Ácidos grasos saturados	39
4.6.2.2 Ácidos grasos insaturados.	39
4.7 LA CARNE DE CUY (<i>Cavia porcellus</i>) COMO ALIMENTO	40
4.8 INGESTIÓN DE GRASAS Y ACEITES EN HUMANOS	42
5. DISEÑO METODOLOGICO	44
5.1 LOCALIZACIÓN	44
5.2 ANIMALES	44
5.3 INSTALACIONES Y EQUIPOS	45
5.4 SANIDAD	45
5.5 ALIMENTACIÓN.	46
5.5.1 TRATAMIENTOS	47
5.6 SACRIFICIO DE LOS ANIMALES	47
5.7 EXTRACCIÓN DE MUESTRAS Y CROMATOGRAFÍA DE GASES	48
5.8 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	48
5.9 VARIABLES EVALUADAS	48
5.9.1 Análisis químicos nutricional y antinutricional de los forrajes	48

5.9.2	Contenido de ácidos grasos en los forrajes	49
5.9.3	Contenido de Ácidos Grasos en la canal de cuy	49
5.9.4	Consumo de alimento	49
5.9.5	Ganancia de peso	49
5.9.6	Conversión alimenticia	49
5.9.7	Rendimiento en canal	49
5.9.8	Análisis de costos	50
6.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	51
6.1	ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LOS FORRAJES AUBADE Y ACACIA NEGRA	51
6.2	CONSUMO DE ALIMENTO	54
6.3	INCREMENTO DE PESO	57
6.4	CONVERSIÓN ALIMENTICIA	60
6.5	RENDIMIENTO EN CANAL	62
6.6	MORTALIDAD	63
6.7	ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS	64
6.8	ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS EN LOS FORRAJES DE AUBADE (<i>Lolium sp</i>) Y ACACIA NEGRA (<i>Acacia decurrens</i>)	66
6.9	ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS EN EL MÚSCULO DEL CUY	68
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
	BIBLIOGRAFIA	

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clasificación zoológica del cuy	25
Tabla 2. Requerimientos nutricionales del cuy en las etapas de crecimiento y engorde.	30
Tabla 3. Comparación nutritiva de la carne en diferentes especies	40
Tabla 4. Análisis parcial de costos de las dietas.	65
Tabla 5. Análisis por cromatografía de gases del forraje Aubade	66
Tabla 6. Análisis por cromatografía de gases del forraje Acacia Negra	67

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Clasificación botánica de la Acacia Negra (<i>Acacia decurrens</i>).	30
Cuadro 2. Análisis Químico Proximal especie Acacia Negra (<i>Acacia decurrens</i>).	33
Cuadro 3. Análisis químico proximal, calcio, fósforo y energía del pasto Aubade (<i>Lolium sp</i>).	37
Cuadro 4. Composición Química de la Carne de Cuy en porcentaje	38
Cuadro 5. Composición nutricional Acacia Negra (<i>Acacia decurrens</i>) y Aubade (<i>Lolium sp</i>).	51
Cuadro 6. Metabolitos secundarios presentes en la Acacia Negra (<i>Acacia decurrens</i>)	56
Cuadro 7. Composición de ácidos grasos en músculo del cuy	68

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Pesaje de animales	44
Figura 2. Jaula	45
Figura 3. Pesaje del alimento ofrecido	46
Figura 4. Animales sacrificados	47
Figura 5. Consumo promedio de Materia Seca	55
Figura 6. Ganancias de peso promedias	57
Figura 7. Conversión alimenticia promedio de los tratamientos	61
Figura 8. Rendimiento en canal	63
Figura 9. Mortalidad en los tratamientos	64
Figura 10. Rentabilidad de los tratamientos	66

ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Análisis de varianza para consumo de Materia Seca	79
Anexo 2. Prueba de Tukey para consumo de Materia Seca	79
Anexo 3. Aporte nutricional según el consumo real de MS	80
Anexo 4. Análisis de varianza para la ganancia de peso/día (g)	81
Anexo 5. Prueba de Tukey para ganancia de peso/día (g)	81
Anexo 6. Análisis de varianza para conversión alimenticia	81
Anexo 7. Prueba de Tukey para conversión alimenticia	82
Anexo 8. Análisis de varianza para rendimiento en canal	82
Anexo 9. Prueba de Tukey para rendimiento en canal	82
Anexo 10. Análisis Químico Proximal de la Acacia Negra (<i>Acacia decurrens</i>)	83
Anexo 11. Análisis Químico Proximal del Aubade (<i>Lolium sp.</i>)	84
Anexo 12. Resultados cromatografía de gases para músculo y forrajes	85

GLOSARIO

ÁCIDO GRASO: son los componentes más importantes de las grasas, son sustancias químicamente lineales saturadas e insaturadas, con la función carboxilo. Químicamente, son ácidos orgánicos de más de seis carbonos de largo.

TANINO: sustancia acida y astringente contenida en algunas plantas.

ASTRINGENTE: produce una sensación mixta entre la sequedad intensa y el amargor.

SAPONINA: son glucósidos de esteroides, son tóxicas porque forman complejos con esteroides, además interfieren en la asimilación de esteroides por el sistema digestivo, o romper las membranas de las células luego de ser absorbidas hacia la corriente sanguínea.

METABOLITO SECUNDARIO: son compuestos químicos sintetizados por las plantas que cumplen funciones no esenciales en ellas, ya que no intervienen en el metabolismo primario. La principal función de estas sustancias es de intervenir en las interacciones ecológicas entre la planta y su ambiente.

CROMATOGRAFÍA DE GASES: es la técnica empleada para la separación de compuestos orgánicos e inorgánicos térmicamente estables y volátiles.

CANAL: cuerpo del animal sacrificado, sangrado, y eviscerado. En el caso del cuy incluye patas y cabeza.

CONSUMO DE ALIMENTO: es la cantidad de alimento que consume el animal en el día.

GANANCIA DE PESO: es el incremento de peso de los animales en un determinado tiempo.

CONVERSIÓN ALIMENTICIA: es la cantidad de alimento necesario para ganar un gramo de peso.

RENDIMIENTO EN CANAL: es la diferencia entre el peso vivo y el peso de las partes separadas del animal.

RESUMEN

Debido a la importancia de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) en la región Andina dentro de la alimentación y salud humana, como producto completo por su alto valor proteico y elevado porcentaje de ácidos grasos Omega 3 y 6, se propuso evaluar el contenido de ácidos grasos en músculo de los cortes brazo, pierna y lomo de cuyes (*Cavia porcellus*), alimentados con diferentes niveles de Acacia Negra (*Acacia decurrens*) en las fases de levante y ceba; ya que se ha demostrado que esta especie forrajera tiene potencial en SSP (sistemas silvopastoriles) y como suplemento que reemplace parte del concentrado suministrado a los animales, debido a su adaptación edafoclimática y buen valor nutricional.

Esta investigación se realizó en la granja experimental Botana, propiedad de la Universidad de Nariño, ubicada en el corregimiento de Catambuco. Se utilizaron 60 cuyes mejorados con una edad promedio de 15 días y un rango de peso de 230 – 300g, a los cuales se les suministró forraje arbóreo Acacia Negra (*Acacia decurrens*) en mezcla con pasto Aubade (*Lolium sp.*) en diferentes porcentajes.

En el análisis de varianza se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), los animales se distribuyeron en 4 tratamientos, cada uno con 3 réplicas y 5 unidades experimentales por réplica, para un total de 60 individuos.

Para las fases de levante y ceba, se establecieron los siguientes tratamientos: T₀ (100% pasto Aubade (*Lolium sp.*)), T₁ (75% pasto Aubade (*Lolium sp.*) + 25% Acacia Negra (*Acacia decurrens*)), T₂ (50% pasto Aubade (*Lolium sp.*) + 50% Acacia Negra (*Acacia decurrens*)), T₃ (25% pasto Aubade (*Lolium sp.*) + 75% forraje de Acacia Negra (*Acacia decurrens*)).

Al final del periodo de evaluación, se sacrificaron tres animales de cada tratamiento para determinar el perfil de ácidos grasos en el músculo, a través de cromatografía de gases, utilizando el protocolo de Christie (2004).

Los datos obtenidos se analizaron con el paquete estadístico SAS, y para determinar cuál fue el mejor tratamiento se realizó la prueba de Tukey.

Se evaluaron los parámetros productivos consumo de MS encontrándose que mejor tratamiento fue el T₀ con 54.75 g, seguido por el T₁ con 53.89 g. Para la variable incremento de peso no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos; sin embargo al comparar las medias de los mismos se observó que el T₀ tuvo la mejor ganancia de peso con 6.39 g/día, seguido por el T₁ con 5.59 g.

En cuanto a la conversión alimenticia se encontró que el T0 tuvo la mejor conversión frente a los demás tratamientos con 8.48.

Al analizar el rendimiento en canal se encontró que el T0 fue el mejor tratamiento con 54.24%, seguido por el T1 con 51.31%.

Los tratamientos donde se presentaron mortalidades fueron en el T2 con 1.67% y T3 con 5%.

Al realizar el análisis parcial de costos, la mayor rentabilidad la obtuvo el T0 con 14.41%, seguido por el T1 con 5.74%.

Con respecto al contenido de ácidos grasos en el forraje de Aubade, se encontró la presencia de ácido Valérico con 4.73%, ácido Láurico en un 2.56% y ácido Linolénico del 12.69%; mientras que el forraje de Acacia Negra presentó ácido Láurico en un 2.48% y ácido Linolénico del 9.04%.

En cuanto al contenido de ácidos grasos en músculo del cuy, se identificó la presencia de ácido Láurico en un 4.04% (T0), 5.40% (T1), 5.71% (T2) y 1.54% (T3). En cuanto a ácido Linolénico, se encontró valores de 16.62% (T0), 23.01% (T1), 21.74% (T2) y 21.82% (T3).

ABSTRACT

Due to the guinea pig's (*Cavia porcellus*) importance in the Andean region in supply and human health as complete product for its high protein and omega 3 and 6 fatty acids percentage, there proposed to evaluate fatty acids content in guinea pig's (*Cavia porcellus*) arm, leg and back muscle cuts fed whit Acacia Negra (*Acacia decurrens*) different levels, in growing and fattening phases, since there has been shown that this species has potential in SSP (silvopastoral systems) and as a supplement that replaces part of the concentrate supplied the animals, due to his adjustment edaphoclimatic and good nutritional value.

This research was realized in the Botana experimental farm, property of Nariño's university, located in Catambuco's ville. 60 improved guinea pigs were in used with 15 days age average and weight range between 230 - 300g, to which there supplied arboreal forage Acacia Negra (*Acacia decurrens*) in mixture with grass Aubade (*Lolium sp.*), in different percentages.

In the analysis of variance (DCA) was in use a completely at random design, the animals were distributed in 4 treatments, each one with 3 replies and 5 experimental units by reply, for a total of 60 individuals.

To the east and fattening stages were established the following treatments: T0 (100% grass Aubade (*Lolium sp.*)), T1 (75% grass Aubade (*Lolium sp.*) + 25% Acacia Negra (*Acacia decurrens*)), T2 (50% grass Aubade (*Lolium sp.*) + 50% Acacia Negra (*Acacia decurrens*)), T3 (25% grass Aubade (*Lolium sp.*) + 75% forage Acacia Negra (*Acacia decurrens*)).

At the end of evaluation period, three animals were sacrificed from each treatment to determine the fatty acid profile in muscle, through gas chromatography, using the Christie's procedure (2004).

The obtained information was analyzed by the statistical package SAS, and to determine which was the best treatment Tukey's test was realized.

The poductive parameters were evaluated as: DM's consumption thinking that better treatment was the T0 with 54.75 g, followed by the T1 with 53.89 g. For variable increase of weight they did not find statistical differences between the treatments; nevertheless on having compared the averages of the same ones I observe that the T0 had the best profit of weight with 6.39 g/día, followed by the T1 with 5.59 g.

As for feed conversion was found that had the best conversion T0 compared to other treatments with 8.48.

When analyzing the carcass efficiency was found to T0 was the best treatment with 54.24%, followed by T1 51.31%.

The treatments where mortality occurred were in the T2 and T3 1.67% to 5%.

When performing partial analysis of costs, the greatest profitability was obtained with 14.41% T0, T1 followed by 5.74%.

With regard to the fatty acid content in the Aubade's forage, was the presence of valeric acid with 4.73% lauric acid in a 2.56% and 12.69% of linolenic acid, while Acacia forage lauric acid showed a 2.48% and 9.04% linolenic acid.

As for the content of fatty acids in muscle of the guinea pig, identified the presence of lauric acid in a 4.04% (T0), 5.40% (T1), 5.71% (T2) and 1.54% (T3). As for linolenic acid, found values of 16.62% (T0), 23.01% (T1), 21.74% (T2) and 21.82% (T3).

INTRODUCCIÓN

Las tendencias mundiales de la alimentación humana en los últimos años indican un interés acentuado de los consumidores hacia ciertos alimentos que además de su valor nutritivo aporten beneficios a las funciones fisiológicas de su organismo¹. Dentro de estos compuestos, los ácidos grasos insaturados son fundamentales en la nutrición humana, ya que no son producidos por el organismo humano.

Según Vargas y Chauca², la carne de cuy como alimento es una fuente de proteína superior a otras, altamente digestible, baja en grasa, además presenta ácidos grasos poliinsaturados como el Araquidónico (ARA) y Docosaheptaenoico (DHA), que son importantes para el desarrollo de las neuronas y las membranas celulares que protegen contra agentes externos, forman el cuerpo de los espermatozoides y mejoran el rendimiento intelectual, entre otros beneficios. Además, Antúnez³ manifiesta que la grasa del cuy contiene 20 a 25% de ácido graso linolénico (n-3), un 14% es transformado en ácido DHA, lo cual está relacionado con lo encontrado por Collazos (1993), citado por Kajjak⁴, quien estableció una relación de ácidos grasos poliinsaturados/saturados de 0,18; con un nivel de ácido linoléico de 12,4%. Por su parte, Betancourt y Díaz⁵ encontraron un 9.3% de ácidos grasos Omega tres en el músculo del cuy.

¹ ALVÍDREZ, A.; GONZÁLEZ, B. y JIMÉNEZ, Z. Tendencias en la producción de alimentos: Alimentos funcionales. En: Revista de salud pública y nutrición. Vol. 3, No.3 (julio-septiembre 2002). <URL: <http://www.respyn.uanl.mx/index.html>>.

² VARGAS, Y. y CHAUCA, L. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria. Universidad Alas Peruanas. Lima. 2006. Tomado de <http://www.inia.gob.pe/documentos/trabajos2006-.pdf>. [5 Nov 2008]

³ ANTÚNEZ, S. Nutrición y genética precolombina. En: Rev. Somos No. 1103 - 92-95. Perú. 2008.

⁴ KAJJAK, N. Avances de investigación en crianza de cuyes en la estación experimental "Santa Ana" INIA. Huancayo. Perú 2006. <URL: www.cadenacuy.pe/.../AvancesDelInvestigacionEnCrizanzaDeCuyes_2.pdf>

⁵ BETANCOURTH, L. y DÍAZ, G. Composición de ácidos grasos de alimentos de origen animal y vegetal como fuentes potenciales de ácidos grasos omega 3. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Vol. 18:4. 2005.

Las anteriores investigaciones demuestran que la carne de cuy (*Cavia porcellus*) es un producto muy completo y promisorio dentro del mercado regional y nacional.

El escaso conocimiento tanto del productor como del consumidor acerca de estas características, hace que no se logre difundir adecuadamente las bondades nutricionales de esta especie, impidiendo una expansión de mercado, muchas veces limitando el producto a suplir la demanda de asaderos y consumo familiar esporádico.

Hoy en día la producción de cuy se está haciendo mucho más tecnificada, logrando importantes avances en el mejoramiento genético, haciendo del cuy una especie eficiente en la conversión de alimentos, sumamente precoz y extraordinariamente prolífico; pero avances encaminados hacia la mejora de la calidad nutricional de su músculo son escasos, por lo cual se hace necesaria la búsqueda de fuentes forrajeras que sean capaces de satisfacer esta necesidad, que sean además de fácil adaptación, de buena calidad nutritiva, con una producción de forraje considerable y que contribuyan a mitigar los impactos ambientales.

Según Carvajal y Vivas⁶, en este tipo de producción, la alimentación representa aproximadamente el 70% de los costos totales y constituye la principal limitación para el productor. Por otro lado, los períodos anuales de bajas precipitaciones provocan la escasez de los forrajes que se utilizan en la alimentación animal, lo que influye notablemente los rendimientos obtenidos.

Con este panorama, poco alentador, es imprescindible la búsqueda de nuevas alternativas de alimentación con miras a mitigar la dependencia marcada de los productores hacia insumos externos y costosos.

⁶ CARVAJAL, J. y VIVAS, N. Evaluación del reemplazo parcial del forraje *Axonopus sp* por Saccharina rústica en la alimentación del cuy (*Cavia porcellus*). En: Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Tomo 42, No. 3, 2008. <URL: revistas.mes.edu.cu/cjas/repositorio/00347485/tomo.../file>

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Una de las características más sobresalientes de la carne de cuy es la presencia de ácidos grasos insaturados, con un elevado porcentaje de ácidos grasos Omega 3 y 6, y una adecuada relación entre éstos; características que la distingue de las demás carnes rojas, ya que es difícil encontrar la presencia de estos ácidos grasos en estas carnes⁷. Por ello, la carne de cuy se sugiere como beneficiosa para el buen funcionamiento del organismo humano.

Muchas veces, la falta de recursos económicos hace difícil acceder a este tipo de alimentos en el mercado, esto ha hecho que las investigaciones actuales se enfoquen en la búsqueda de nuevas alternativas para el consumo de estos nutrientes, especialmente en zonas donde la accesibilidad a especies marinas que tienen dichos compuestos es muy limitada. Por lo anterior, cabe decir que en la zona andina se cuenta con el cuy (*Cavia porcellus*) que posee las características anteriormente mencionadas.

Los avances encaminados hacia la mejora de la calidad nutricional de su carne son bastante reducidos, por lo cual, se hace necesario la búsqueda de fuentes forrajeras que sean capaces de satisfacer esta necesidad a un bajo costo. Frente a esta situación, es necesario implementar sistemas sostenibles de producción agropecuaria que posibiliten incrementar la productividad, con el fin de mejorar la seguridad alimentaria y armonizar la actividad lucrativa con el medio ambiente. Es aquí donde, según Gálvez⁸, los árboles y arbustos leñosos se convierten en una herramienta real para contrarrestar los efectos ambientales negativos de la deforestación, diversificar la producción agropecuaria, reducir la dependencia de insumos externos e intensificar el uso del suelo, sin reducir la productividad a largo plazo.

Por lo tanto, la Acacia Negra (*Acacia decurrens*), con su alto valor nutricional y su buena adaptabilidad al medio, es una fuente importante de forraje para los animales, esta especie ha sido estudiada en la alimentación de rumiantes, pero poco es el avance en la alimentación de animales monogástricos como el cuy, especie de gran valor económico de la región.

⁷ BETANCOURT y DIAZ. Op. cit.

⁸ GÁLVEZ, A. Sistemas alternativos de alimentación. (CD-ROOM) p. 21. 2006.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Las investigaciones referentes al enriquecimiento de la canal del cuy son muy reducidas, las pocas existentes en la actualidad se enfocan en cumplir este objetivo a costos muy elevados, utilizando para ello materias primas escasas, que no son aplicables a los sistemas de producción que en la mayoría de la región nariñense son de tipo familiar; por estas razones se ve la necesidad de encontrar nuevas fuentes de alimentación animal que permitan cumplir con los objetivos propuestos y además se fundamenten en términos de sostenibilidad, permitiendo de esta manera el crecimiento de la producción cuyícola.

Lo anterior conduce a plantear la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué efecto tiene el suministro de diferentes niveles de Acacia Negra (*Acacia decurrens*) sobre el contenido de ácidos grasos en el músculo de cuyes (*Cavia porcellus*)?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el contenido de ácidos grasos en músculo de los cortes pierna, brazo y lomo de cuyes (*Cavia porcellus*), alimentados con diferentes niveles de Acacia Negra (*Acacia decurrens*) en las fases de levante y ceba.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un análisis químico nutricional y antinutricional de los forrajes Aubade (*Lolium sp.*) y Acacia Negra (*Acacia decurrens*).
- Establecer el perfil de ácidos grasos de los forrajes Aubade (*Lolium sp.*) y Acacia Negra (*Acacia decurrens*) por cromatografía de gases.
- Evaluar las variables consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento en canal de los animales en los diferentes tratamientos.
- Realizar el análisis parcial de costos de las diferentes dietas a evaluar.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 GENERALIDADES DEL CUY (*Cavia porcellus*)

De acuerdo con Cabrera (1953), citado por Chauca:

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 4500 metros sobre el nivel del mar, y ocupa regiones de la costa y la selva alta⁹.

4.1.1 Clasificación zoológica. Según Caycedo *et al*¹⁰, el cuy presenta la siguiente clasificación zoológica:

Tabla 1. Clasificación zoológica

Reino	Animal
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Clase	Mamífera
Subclase	Theria
Infraclase	Eutheria
Orden	Rodentia
Suborden	Histrichomorpha
Familia	Caviidae
Género	<i>Cavia</i>
Especie	<i>Porcellus</i>

Fuente: Caycedo *et al* (2004).

Los mismos autores señalan que:

Todas las especies de este género son muy semejantes entre sí, en cuanto a la morfología externa y a los caracteres craneales, aunque

⁹ CHAUCA, L. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Instituto Nacional de Investigación Agraria. Perú. 1997. <URL:<http://www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s00.HTM>>

¹⁰ CAYCEDO, A. *et al*. El cuy, historia, cultura y futuro regional. Ed. Colombia Grafica. Pasto – Colombia, 2004. 139p.

éstos pueden variar con la edad. Los cavia son animales de piernas cortas, cuerpo ancho, cuello corto, dificultándose diferenciar la unión con el tronco, cabeza redondeada, hocico estrecho y redondo, de ojos grandes y pronunciados, orejas redondas, largas y cortas con escasez de pelo en ellas, cuatro dedos en las extremidades anteriores, y tres en las posteriores, aunque esta característica es muy variable, presentándose hasta 5 ó 7 dedos¹¹.

4.2 FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DEL CUY

Chauca define:

El cuy es una especie herbívora monogástrica, tiene un estómago donde inicia su digestión enzimática y un ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana; su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración. Realiza cecotrofia para reutilizar el nitrógeno, lo que permite un buen comportamiento productivo con raciones de niveles bajos o medios de proteína¹².

Reid (1948), citado por Chauca, menciona:

El cuy está clasificado según su anatomía gastrointestinal como fermentador postgástrico debido a los microorganismos que posee a nivel del ciego. El movimiento de la ingesta a través del estómago e intestino delgado es rápido, no demora más de dos horas en llegar la mayor parte de la ingesta al ciego, sin embargo el pasaje por el ciego es más lento pudiendo permanecer en él parcialmente por 48 horas¹³.

Chauca, además, afirma:

Se conoce que la celulosa en la dieta retarda los movimientos del contenido intestinal permitiendo una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes, siendo en el ciego e intestino grueso donde se realiza la absorción de los ácidos grasos de cadenas cortas. La absorción de los

¹¹ CAYCEDO, Op. Cit., p. 55.

¹² CHAUCA., Op. cit.

¹³ Ibid.

otros nutrientes se realiza en el estómago e intestino delgado, incluyendo los ácidos grasos de cadenas largas¹⁴.

4.3 NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

Caycedo *et al* mencionan:

La nutrición y alimentación son actividades fundamentales en la producción de cuyes, la cual exige, al igual que en otras especies domésticas, una planificación adecuada para garantizar una producción acorde al potencial genético de la especie.

Lo anterior implica el conocimiento de los hábitos alimenticios de los animales, su acción digestiva en la transformación de los alimentos, para lograr una mayor eficiencia en el aprovechamiento de los nutrientes y sus necesidades nutricionales para cada etapa fisiológica, lo que permitirá la elección de un sistema de alimentación con base en forrajes o materias primas que garanticen una composición química capaz de suplir los requerimientos de la especie¹⁵.

4.3.1 Necesidades de agua. Chauca manifiesta que:

El agua está indudablemente entre los elementos más importantes que debe considerarse en la alimentación. El animal la obtiene, de acuerdo a su necesidad, de tres fuentes: una es el agua de bebida que se le proporciona a discreción al animal, otra es el agua contenida como humedad en los alimentos, y la tercera es el agua metabólica que se produce del metabolismo por oxidación de los nutrientes orgánicos que contienen hidrógeno.

La necesidad de agua de bebida en los cuyes está sujeta al tipo de alimentación que reciben. Si se suministra un forraje succulento en cantidades altas (más de 200 g) la necesidad de agua se cubre con la humedad del forraje, razón por la cual no es necesario suministrar agua de bebida. Si se suministra forraje restringido, 30 g/animal/día, requiere

¹⁴ Ibid.

¹⁵ CAYCEDO. Op. cit. p. 81

85 ml de agua, siendo su requerimiento diario de 105 ml/kg de peso vivo¹⁶.

4.3.2 Necesidades de proteína y aminoácidos. Caycedo manifiesta que:

Las proteínas y sus componentes, los aminoácidos, son nutrientes indispensables para el cuy desde la formación del producto de concepción como para lograr buenos pesos al nacimiento y destete, en su crecimiento y desarrollo, de igual manera para la producción de leche y alcanzar una buena fertilidad. Según los niveles de proteína en las distintas fases fisiológicas del cuy, se ha logrado adecuados rendimiento con 17 % para crecimiento, 16 % para desarrollo y engorde, 18 % para hembras en gestación y lactancia, en raciones mixtas con forraje y suplemento concentrado¹⁷.

El mismo autor menciona:

Con base en una gran cantidad de dietas balanceadas, se ha determinado que el cuy responde bien a niveles de 0.68 % de lisina en crecimiento y 0.58 % para acabado; 0.43 % de metionina para crecimiento y 0.31 % para acabado. Las necesidades de triptófano están entre 0.16 y 0.20 % para crecimiento y acabado. Los anteriores requerimientos se suplen con forrajes, algunas gramíneas y leguminosas y con árboles forrajeros que superan el 18 % de proteína. De igual manera, se han venido utilizando materias primas de origen vegetal y animal, cuyos contenidos de proteína están entre 20 y 60 % para elaborar los suplementos¹⁸.

4.3.3 Necesidades de carbohidratos y grasas. El NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL) reporta:

Los carbohidratos, lípidos y proteínas proveen de energía al animal. Los más disponibles son los carbohidratos, fibrosos y no fibrosos, contenidos en los alimentos de origen vegetal. El consumo de exceso de energía puede causar una deposición exagerada de grasa que en algunos casos puede perjudicar el desempeño reproductivo. El NRC indica un nivel de ED de 3000 kcal/kg en la dieta. Al evaluar raciones con diferente densidad energética, se encontró mejor respuesta en

¹⁶ CHAUCA., Op. cit.

¹⁷ CAYCEDO, A. Experiencias investigativas en la producción de cuyes. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Pasto (Colombia).2000. p.97-98.

¹⁸ Ibid.

ganancia de peso y eficiencia alimenticia con las dietas de mayor densidad energética¹⁹.

Caycedo²⁰ asevera que los requerimientos de energía varían con la edad, actividad del animal, estado fisiológico, nivel de producción y temperatura ambiental.

Según Martínez:

La utilización de grasas o aceites en la dieta de los cuyes permite cubrir el requerimiento de ácidos grasos no saturados, principalmente ácido linoleico, que los cuyes no sintetizan, siendo fundamental el aporte de un 3 – 5% de grasa del total de la dieta, dependiendo de la etapa de producción. La falta o deficiencia de grasa en la dieta es una de las causas de dermatitis, úlceras en la piel y alopecia²¹.

4.3.4. Necesidades de minerales y vitaminas. Para Martínez:

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

Los animales deben recibir en la ración una serie de elementos minerales, los macro elementos necesarios en cantidades muy superiores a los elementos traza, llamados así porque se necesitan en cantidades extremadamente pequeñas. Para los requerimientos minerales en cuyes, se mantiene una relación calcio fósforo de 2:1²².

En la Tabla 2. se indica los requerimientos de los cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de crecimiento y engorde.

¹⁹ NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requeriments of laboratoy animals. National Academy of Science. Washington. 1978, p.96. (NRC)

²⁰ CAYCEDO. Op. cit.

²¹ MARTINEZ, D. Requerimientos nutricionales del cuy. En: Primer Curso Internacional de cuyicultura. Memorias del Primer Curso Internacional de cuyicultura. Ibarra. ASOPRAN, 2006

²² Ibid.

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

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

Fuente: NRC. 1995, Martínez, R.D 2005, Caycedo V. A. 2000

4.4 GENERALIDADES DE LA ESPECIE ACACIA NEGRA (*Acacia decurrens*)

La Acacia Negra, botánicamente se clasifica de la siguiente manera:

Cuadro 1. Clasificación botánica de la *Acacia decurrens*

Reino	Vegetal
Subreino	<i>Tracheobionta</i> (plantas vasculares)
Superdivisión	<i>Spermatophyta</i> (plantas de semilla)
División	<i>Magnoliophyta</i> (plantas florecientes)
Clase	<i>Magnoliopsida</i> (plantas dicotiledóneas)
Subclase	<i>Rosidae</i>
Orden	<i>Fabales</i>
Familia	<i>Fabaceae</i>
Género	<i>Acacia</i>
Especie	<i>Acacia decurrens</i> Willd

Fuente: Kartesz 1992, citado por Quiceno y Medina²³.

²³ QUICENO J. y MEDINA M. La *Acacia decurrens* Will fuente potencial de biomasa nutritiva para la ganadería del trópico de altura. *Livestock Research for Rural*

Bartholamaus *et al* aseveran:

La Acacia Negra alcanza desde 10 hasta 13m de altura, el follaje es verde mate, posee hojas recompuestas de 6cm, alternas con glándulas en el espinazo central; las ramificaciones comienzan a un metro de altura del fuste, con una forma angulosa (pinas 8-15 pares, folíolos 30 - 40 pares muy pequeños y las vainas con puntos de estrechamiento, provenientes de espigas de glomérulos). Las flores son amarillas, redondeadas y agrupadas, de 8mm de diámetro. Los frutos están en una vaina pardo-rojiza de 5cm, con varias semillas. La copa es redondeada. Su olor y gusto es astringente, contiene de 24 a 42% de taninos y ácido gálico²⁴.

Montagnini (1992), citado por Quiceno y Medina²⁵, manifiesta que la Acacia Negra es una especie dominante, crece en suelos áridos y sitios secos, se adapta a suelos arenosos y erosionados, participa activamente en el reciclaje de nutrientes, pudiendo incrementar la disponibilidad de P, Ca, K y Mg; además, Giraldo *et al*, citados por Quiceno y Medina²⁶, afirman que se adapta a altitudes entre 2000 y 3000 msnm y temperaturas entre 5 y 20°C.

Además, Geilfus indica:

Es una buena fijadora de nitrógeno (hasta 250 kilos por hectárea y por año). Es así que se utiliza para proteger y regenerar los suelos pobres y erosionados en laderas. Se puede incorporar en fajas antierosivas; puede mejorar el rendimiento de los cultivos, puede producir 20 toneladas de hojas para abono verde por hectárea y por año.

Propagación: produce 75000 semillas por kilo, que pueden conservarse por varios años. Deben dejarse en remojo en agua fría por 12 horas y después tratarse con agua casi hirviendo (90°C durante 3 minutos). Se siembran en bolsas pequeñas y se puede practicar la siembra directa, al voleo (2.5 Kg por hectárea). Las semillas se entierran a 5 cm para siembra directa.

Development. Volumen 18, artículo #12. 2006. [Septiembre 20 de 2009]. <URL:<http://www.lrrd.org/lrrd18/12/quic18166.htm>>

²⁴ BARTHOLAMAUS, A. *et al*. El manto de la tierra. Flora de los Andes. 3ª Edición. Santafé de Bogotá, Corporación Autónoma Regional. 1998. p. 25.

²⁵ QUICENO y MEDINA, Op. cit.

²⁶ Ibid.

Plantación: se trasplantan cuando alcanzan 25 cm de alto. En plantaciones densas, se puede esparcir a 1.25 metros para entresacar a los 3 o 4 años a 2.5 metros.

Plagas y enfermedades: en las zonas muy húmedas (3000mm y más) es sensible a los ataques de hongos e insectos²⁷.

4.4.1 La Acacia Negra (*Acacia decurrens*) como fuente de forraje. Escobar (1993), citado por Giraldo *et al*, afirman:

En estudios preliminares que se han realizado con la especie *A. decurrens*, se ha encontrado que esta especie puede tener potencial para el desarrollo de sistemas silvopastoriles (SSP) en clima frío, debido a su buena adaptación. Así por ejemplo, presenta 97 por ciento de supervivencia después de 5 meses de trasplante, posee un acelerado crecimiento, además de su alta producción de biomasa comestible de alta calidad (Cuadro 2).

Trabajos realizados por la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, a través del Departamento de Producción Animal y mediante varios proyectos sucesivos, han encontrado que la leguminosa arbórea *Acacia Negra (Acacia decurrens)* podría tener potencial como uso en SSP (sistemas silvopastoriles) y como suplemento que reemplace parte del concentrado suministrado a los animales, debido, entre otras cosas, a aspectos como adaptación edafoclimática y buen valor nutricional²⁸.

²⁷ GEILFUS, F. El árbol al servicio del agricultor. Guía de especies. Ed. Pascual Bailón. Vol. 2. Turrialba Costa Rica. p. 558-559. 1994.

²⁸ GIRALDO, A. *et al*. Potencial de la Arbórea *Acacia decurrens*. 2. Su uso como suplemento bajo corte y acarreo para la producción de leche en clima frío de Colombia. Universidad Nacional de Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Producción Animal. 1998. En Agroforestería para la producción animal en América Latina. <URL:<http://www.fao.org/docrep/006/Y4435S/y4435s0k.htm>>

Cuadro 2. Análisis Químico Proximal especie Acacia Negra (*Acacia decurrens*).

Porcentaje en MS	
PC	17.8
EE	3.54
CEN	4.02
FC	18.91
ELN	55.73
NDT	73.46
Ca	0.74
P	0.27
Mg	0.13
MS	44.48

Fuente: Murgueito e Ibrahim²⁹

4.4.2 Metabolitos secundarios de las plantas. Son sustancias naturales no fibrosas generadas por el metabolismo secundario de las plantas, como un mecanismo de defensa ante el ataque de mohos, bacterias, insectos y pájaros, o en algunos casos, productos del metabolismo de las plantas sometidas a condiciones de estrés, que al estar contenidos en ingredientes utilizados en la alimentación de animales ejercen efectos contrarios a su óptima nutrición, reduciendo el consumo e impidiendo la digestión, absorción y utilización de nutrientes por el animal, según Gontzea y Sutzescu (1968), citados por Casso y Montero³⁰.

4.4.2.1 Los taninos. Según lo reportado por Huisman *et al.*, citados por Casso y Montero:

Son compuestos naturales polifenólicos, hidrosolubles, que forman complejos con proteínas, carbohidratos y otros polímeros del alimento. Son capaces de precipitar alcaloides, gelatinas y otras proteínas en soluciones acuosas.

²⁹ MURGUEITIO, E. e IBRAHIN, M. Agroforestería pecuaria para la reconversión de la ganadería latinoamericana. *Livestock Research Rural Development* (13) 3. 2001. [Disponible en internet]<URL:<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/3/murg133.htm>

³⁰ CASSO, R. y MONTERO, N. Factores antinutricionales en la alimentación de monogástricos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán; y Centro Regional Universitario Península de Yucatán. Universidad Autónoma Chapingo. 2003. [7 de junio 2010]. <URL:http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/encuentros/viii_encuentro/roberto.htm

Los taninos tienen efectos nutricionales dañinos, resultando en deterioro de la conversión en animales monogástricos. Puede inhibir las enzimas digestivas. Forman complejos con las membranas mucosas, lo cual resulta en el aumento de pérdidas endógenas y en daños a las mismas. En conjunto, decrece la digestibilidad de los nutrientes nitrogenados y en menor medida la de la energía. Por otro lado, se reporta que los taninos hidrolizables podrían causar efectos tóxicos a nivel sistémico. Particularmente importantes son sus efectos en el hígado³¹.

4.4.2.2 Esteroides. Según Dominguez³², los esteroides se encuentran ampliamente distribuidos en los reinos animal y vegetal; y se les encuentra en forma libre (también llamados agliconas esteroides), como ésteres o como glicósidos.

Además, de acuerdo con Oliveira, Guerreiro y Coelho³³, los fitoestrógenos de las plantas generan alteraciones morfológicas a nivel de cervix, afecta el ciclo reproductivo en las hembras de todas las especies, provocando quistes ováricos, ciclos irregulares y por ende infertilidad.

Los mismos autores mencionan que los estrógenos, en cantidades de 100 mg de alcaloide/100g, generan un sabor ácido en la boca y en cantidades de 20 mg/100g provocan una sensación de ardor en boca y garganta; éstos afectan principalmente a porcinos, generando irritación en el tracto gastrointestinal, úlceras, hemorragias, diarreas, y muerte por parálisis respiratoria.

4.4.2.3 Saponinas. De acuerdo con Cheeke, citado por Casso y Montero:

Son un grupo diverso de componentes, conteniendo un residuo aglicona ligado a uno o más azúcares o residuos oligosacáridos. Poco se sabe acerca de su preciso modo de acción en la depresión del crecimiento de los animales y se ha propuesto que es la baja palatabilidad el factor primario.

³¹ Ibid., p. 38.

³² DOMINGUEZ, X. Métodos de Investigación fotoquímica. Ed. Limusa. México. 1993. p. 139-140

³³ OLIVEIRA, C., GUERREIRO, C y COELHO DOS REIS, T. Substâncias tóxicas ou anti-nutricionais dos alimentos para animais. Módulo de Nutrição. Faculdade de Medicina Veterinária. Universidade Técnica de Lisboa. Janeiro de 2001. p. 15. Disponible en < URL: [http://www.alpetratina.net/consulting/ Downloads/SubsToxicas .pdf](http://www.alpetratina.net/consulting/Downloads/SubsToxicas.pdf) >

Generalmente se caracterizan por su gusto amargo, se reporta que afectan el comportamiento y metabolismo del animal a través de: hemólisis de eritrocitos, reducción de colesterol sanguíneo y hepático, depresión de la tasa de crecimiento, inhibición de la actividad del músculo liso, inhibición enzimática y reducción en la absorción de nutrientes³⁴.

4.4.3 Metabolitos secundarios presentes en la Acacia Negra (*Acacia decurrens*)

Según Quiceno y Medina, la Acacia Negra posee un olor y sabor astringente por la presencia de taninos y ácido gálico en su forraje³⁵.

Otero e Hidalgo mencionan:

La capacidad de los taninos condensados (TC) para unirse a otras moléculas constituye el aspecto más importante para comprender los efectos que se les atribuyen sobre los procesos de digestión. Debido a su estructura química, poseen la capacidad de unirse a diferentes compuestos como proteínas, polisacáridos, minerales, carbohidratos, celulosa, células de las membranas bacterianas y enzimas involucradas en la digestión de los compuestos antes mencionados.

Durante estos procesos, los taninos pueden tener efectos positivos y negativos sobre el valor nutritivo de los forrajes, según la concentración en la que se encuentren. Así, a altas concentraciones, 6-10% de la MS, deprimen el consumo voluntario y la palatabilidad de las especies forrajeras. También reducen la digestibilidad de la materia seca, de la materia orgánica, de la fibra, de la proteína y de los carbohidratos y por consiguiente afectan negativamente el desempeño productivo de los animales, según Barry y Col (1986), Reed y Col (1990), citados por Otero e Hidalgo³⁶.

³⁴ Ibid., p. 38.

³⁵ QUICENO y MEDINA, Op. cit.

³⁶ OTERO, M. e HIDALGO, L. Taninos condensados en especies forrajeras de clima templado: efectos sobre la productividad de rumiantes afectados por parasitosis gastrointestinales. *Livestock Research for Rural Development* 16(2). [04 agosto 2009].<URL:http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_de_l_alimento/64-taninos_en_forrajeras.htm#_top.

4.5 GENERALIDADES DEL PASTO AUBADE (*Lolium sp.*).

Según Bernal³⁷, los raigrases crecen bien en alturas comprendidas entre los 2.000 y 3.000 metros sobre el nivel del mar, requiere suelos de fertilidad alta y media con pH entre 5,5 y 7, de textura franca aunque tolera suelos pesados. Este tipo de pastos son exigentes en humedad, responden bien en zonas donde la precipitación promedio es de 1.000 mm al año o donde se garantice un suministro adecuado de agua en épocas de verano y son resistentes a la heladas.

Además, Silva³⁸ afirma que este pasto se adapta a temperaturas comprendidas entre los 15 y 18°C. Argüelles³⁹ manifiesta que bajo condiciones de fertilización y riego oportuno durante el verano, produce entre los 18 – 21 Ton/Ha/año de forraje seco, cosechando el forraje con intervalos de 5 semanas. Esta producción, en términos de forraje verde, es en promedio de 110 a 130 toneladas al año, realizando 10 cortes, y corresponden a la producción total bruta sin descontar las pérdidas estimadas en 40%, originadas por manejo del pasto en pastoreo.

Caycedo y Egas⁴⁰ sostienen que los pastos más utilizados en clima frío son los raigrases inglés e italiano, los tetraploides Aubade, tetralite y tetrablend, gramíneas de altos contenidos de proteína (18-20%), vitaminas y minerales (véase Cuadro 3), caracterizados por su alto grado de humedad y relativamente baja en fibra. Son pastos que el cuy los consume con gran avidez, llegando hasta 500 g/animal/día sin suplementación.

³⁷ BERNAL. E. Algunas características agronómicas de los raigrases. Revista Semillas, Bogotá. Acribia. 1984. p 28-32.

³⁸ SILVA. J. Establecimiento y manejo de praderas de clima frío. Pasto. Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). 1992. p 20.

³⁹ ARGÜELLES. G. La conservación de los forrajes en la empresa ganadera. Contribución del proyecto especies forrajeras de la División de Proyectos Especiales de la Investigación Pecuaria del ICA, Banco Ganadero. Colombia. 1992. p 65-73.

⁴⁰ CAYCEDO. A y EGAS, L. Aspectos técnicos e investigación en la explotación cuyes (*Cavia porcellus*). Universidad de Nariño. Pasto. 1993. p 110.

Cuadro 3. Análisis químico proximal, calcio, fósforo y energía del pasto Aubade (*Lolium sp.*).

Porcentaje en MS	
PC	14.5
EE	2.89
CEN	11.24
FC	25.01
ELN	46.36
Energía Kcal/100g	292.5
Ca	0.17
P	0.21

Fuente: Coral y Reyes⁴¹

4.6 CONTENIDO DE GRASAS EN LA CANAL DEL CUY

4.6.1 Grasa. De acuerdo con el Informe Técnico Final del INIA:

Es el componente que se encuentra sometido a mayores fluctuaciones, influido por el genotipo, la alimentación y edad del animal. Aporta mucha energía y puede estar infiltrada en la masa muscular o localizada bajo la piel. Es la que confiere sabor y textura a la carne, contribuyendo también a la valoración de la canal. La cantidad de grasa en músculos influye sobre la riqueza de otros nutrientes en la carne. A mayor grasa más energía, pero menor cantidad de proteínas, vitaminas y minerales. La grasa está representada por ácidos grasos saturados e insaturados, fosfolípidos, glucolípidos, esfingolípidos, plasmalógenos, acilgliceridos y colesterol. Cumple funciones vitales en el organismo animal y brinda elementos grasos esenciales para mantener la salud de los humanos⁴².

Además, los resultados publicados en este informe muestran que:

El contenido de grasa en la carne de cuy es de 2.74 % en jóvenes y 4.60 % en adultos, siendo bajos en todos los animales jóvenes y

⁴¹ CORAL, J. y REYES, A. Evaluación de los rendimientos productivos en cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con forraje confrey (*Symphytum peregrinum*) y pasto Aubade (*Lolium sp.*). Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Zootecnista. Universidad de Nariño. Pasto. 1997. p. 17-18.

⁴² INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA. Informe técnico final. "agricultores en la ciudad". Perú. 2007. p.160. Disponible en Internet: <URL: <http://www.inia.gob.pe/documentos/convenioinia-esp%C3%B1a-cip.pdf>>

fluctuante en los de mayor edad; todos ellos considerados como de bajo nivel graso. La grasa empieza a aumentar en la etapa reproductiva, después del mayor desarrollo muscular. Según estos resultados, la carne de todos los cuyes está considerada como carne magra. El cuy tipo 4 es el que menos grasa presenta en ambas categorías (véase Cuadro 4), oscilando entre 2.00 y 2.55 % para joven y adulto, respectivamente. La carne de cuy es muy saludable, incluyendo la grasa que aporta gran cantidad de ácidos grasos insaturados con presencia de ácido LINOLEICO, LINOLENICO y DHA, importantes para el desarrollo y la salud del cerebro, sistema nervioso y mecanismos inmunológicos⁴³.

Cuadro 4. Composición Química de la Carne de Cuy en porcentaje

CATEGORIA	GENOTIPO	EXTRACTO ETereo (%)
Machos parrilleros	Criollo	2.90
	Tipo 2	2.68
	Tipo4	2.00
	Perú	3.46
	Andino	2.78
	Inti	2.63
	Promedio	2.74
Hembras de Saca (Descarte)	Criollo	3.37
	Tipo 2	3.93
	Tipo 4	2.55
	Perú	4.85
	Andino	5.93
	Inti	6.97
	Promedio	4.60
Promedio General		3.67

Fuente: Laboratorio INIA.

4.6.2 Ácidos grasos. Según Kurt y Torsell⁴⁴, son moléculas formadas por una larga cadena hidrocarbonada de tipo lineal, y con un número par de átomos de carbono. Tienen en un extremo de la cadena un grupo carboxilo.

Además, los ácidos grasos forman parte de los fosfolípidos y glucolípidos, moléculas que constituyen la bicapa lipídica de todas las membranas

⁴³ Ibid., p. 160

⁴⁴ KURT, B. y TORSELL, B. Natural product chemistry. A mechanistic biosynthetic and ecological approach. Second edition. Stockholm. Sweden. 1997. p, 175-178.

celulares. En los mamíferos, incluido el ser humano, la mayoría de los ácidos grasos se encuentran en forma de triglicéridos.

4.6.2.1 Ácidos grasos saturados. Los mismos autores mencionan:

Son aquellos con la cadena hidrocarbonada repleta de hidrógenos, por lo que todos los enlaces entre sus átomos de carbono son simples, sin ningún doble enlace, lo que se traduce en una estructura rectilínea de la molécula. Los ácidos grasos saturados son más comunes en los animales. Tienen un punto de fusión más elevado que sus homólogos insaturados por lo que son sólidos a temperatura ambiente⁴⁵.

4.6.2.2 Ácidos grasos insaturados. La misma fuente reporta:

Los ácidos grasos insaturados son ácidos carboxílicos de cadena larga con uno o varios dobles enlaces entre los átomos de carbono⁴⁶.

Según el Boletín Ciencia, Vino y Salud:

Los ácidos grasos insaturados incluyen los monoinsaturados y los poliinsaturados. De los monoinsaturados, el más importante es el ácido oleico. Dentro de los ácidos grasos poliinsaturados están los Omega-6 y los Omega-3, que son esenciales y deben ser aportados por la dieta.

El ácido linoléico es el precursor de los ácidos grasos Omega-6 y el ácido alfa-linolénico de los ácidos grasos Omega-3. Nuestro organismo es capaz de sintetizar ácidos grasos Omega-6 y Omega-3 de cadena larga a partir de estos precursores si están presentes en la dieta. Estos ácidos son indispensables para la formación de estructuras celulares, funcionamiento normal de todos los tejidos, y síntesis de prostaglandinas, entre otras funciones. Los ácidos más importantes son el Araquidónico (Omega-6), el Eicosapentaenoico (EPA; Omega-3), y el Docosahexaenoico (DHA; Omega-3)⁴⁷.

⁴⁵ Ibid.

⁴⁶ Ibid.

⁴⁷ Mecanismos de protección. Balance de ácidos grasos Omega-6/Omega-3 (en Vegetales, Pescados y Mariscos). En: Ciencia, Vino y Salud. Pontificia Universidad Católica de Chile Vol. 6 · Nº 1. [en línea]. Sept. 2002. <URL: <http://www.bio.puc.cl/vinsalud/boletin/61mecani.htm>>.

4.7 LA CARNE DE CUY (*Cavia porcellus*) COMO ALIMENTO

De acuerdo con Vargas y Chauca⁴⁸, la carne de cuy es una valiosa fuente de proteínas, superior a otros productos (Tabla 3), lo cual permitiría suplir la carencia o déficit en la composición de la dieta humana en Latinoamérica. Atributos complementarios como la alta digestibilidad, bajas trazas de colesterol y triglicéridos, alta presencia de ácidos grasos linoleico y linolénico esenciales para el ser humano; cabe resaltar que la existencia de dichos ácidos grasos son bajísimos o casi inexistentes en otras carnes y son precursores de la conformación del ácido graso ARA y ácido graso DHA.

Tabla 3. Comparación nutritiva de la carne en diferentes especies.

Especie	Proteína %	Grasa %	ED(kcal)
Cuy	20,3	7,8	960
Conejo	20,4	8,0	1590
Cabra	18,7	9,4	1650
Ave	18,2	10,2	1700
Vacuno	18,7	18,2	2440
Porcino	12,4	35,8	3760
Ovino	18,2	19,4	2530

Fuente: Universidad Nacional Agraria La Molina, citado por Coronado Salazar M. 2007⁴⁹.

Por lo anterior, se hace indispensable mencionar la investigación realizada por Guevara⁵⁰, enfocada a incrementar los niveles de ácidos grasos poliinsaturados, donde se buscó enriquecer la carne de cuy con ácidos grasos Omega-3 mediante una dieta a base de aceite de pescado y sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo). Los resultados mostraron que la carne del cuy alimentado con la dieta a base de aceite de pescado contenía 1.36% de ácidos grasos Omega-3 (0.63% EPA + 0.73% DHA) y que la carne de cuy

⁴⁸ VARGAS y CHAUCA. Op. cit.

⁴⁹ CORONADO, M. *et al.* Manual técnico para la crianza de cuyes en el Valle del Mantaro. Ed. Talleres Gráficos PRESSCOM. Huancayo, Septiembre 2007. Consultado [Septiembre 31 2009]. <URL: http://www.cadenacuy.pe/img_upload/4125a765b4ad440af6a5e3e0aeed8bd5/ManualTecnicoCrianzaCuyes.pdf>

⁵⁰ GUEVARA, J. Carne de cuy enriquecida con Omega 3, mediante dieta con aceite de pescado y sachá inchi [04 agosto 2009]. <URL: http://www.lamolina.edu.pe/gaceta/edic_ion2009/notas/nota125.htm>

que recibió la dieta conteniendo aceite de pescado más semilla de sachá inchi alcanzó 0.99% de ácidos grasos Omega-3 (0.44% EPA + 0.55% DHA).

Por otro lado, las carnes de cuyes alimentados con la dieta control o con aquella suplementada con semillas de sachá inchi no presentaron ácidos grasos Omega-3 EPA/DHA, pero sí contenían 5.45% y 12,92% de ácido α linolénico (ALA), respectivamente. El ALA es un ácido graso esencial de la serie Omega-3, importante para la nutrición y la salud, como la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares.

Los valores de ALA hallados en la investigación fueron de 5.82% y 10,20% en las carnes de cuy que consumieron las dietas suplementadas con aceite de pescado y con aceite de pescado más semilla de sachá inchi, respectivamente. La carne del cuy alimentado con la dieta de sachá inchi exhibió el más bajo contenido de grasa (13,8%), el nivel más alto de ácidos grasos poliinsaturados (51,35%), el menor contenido de ácidos grasos monoinsaturados (21,97%) y la menor concentración de ácidos grasos saturados (25,49%).

Por su parte, Betancourt y Díaz⁵¹ determinaron la composición de ácidos grasos en tejido muscular de chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*), cuy (*Cavia porcellus*) y lapa (*Agouti sp.*). Los animales fueron alimentados a base de forrajes. La composición de ácidos grasos se determinó por cromatografía de gases. El contenido de ácidos grasos n-3 para la carne chigüiro, de cuy y de lapa fue: 21.4, 8.0 y 13.0% respectivamente; la relación de ácidos grasos n6:n3 fue de 0.6, 2.1 y 4.1, para chigüiro, cuy y lapa. El ácido graso linoleico (C18:3n-3) fue el principal ácido graso en la serie n-3. El grado de poliinsaturación osciló entre 0.8 y 1.2. Cuando se comparan estos resultados con la composición de ácidos grasos de otros alimentos de origen animal, como las carnes de bovino, cerdo y ave, se observa que las especies evaluadas en este estudio tienen un buen contenido de ácidos grasos n-3, los resultados indican que la carne de las especies estudiadas no solamente representa una fuente adicional de ácidos grasos n-3 sino que además presenta una relación n6:n3 ideal (4 ó menos).

Además, Echeverry Sandra *et al*⁵² realizaron una comparación de la composición de ácidos grasos (AG) en la grasa de cuyes, alimentados con dos dietas: T1: forraje verde Aubade (*Lolium sp.*) y T2: forraje verde Aubade (*Lolium sp.*) y concentrado. En este estudio se utilizaron tres animales por

⁵¹ BETANCOURT y DIAZ. Op. cit.

⁵² ECHEVERRY, S. *et al.* Determinación de rendimiento en músculo y estudio comparativo de ácidos grasos de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con forraje y suplementación. 2008.

tratamiento, con tres réplicas, a razón de un animal por réplica, para un total de 6 animales mejorados tipo 1.

Para obtener la grasa se sometieron los animales a un proceso de rendimiento en músculo, resultando 66.1% para T1 y 68.91% para T2, incluyendo piel y grasa, 52.9% y 56.50% para T1 y T2 sin piel ni grasa. Se realizó un análisis bromatológico de la carne, siendo 17.85% y 19% de proteína para T1 y T2.

Para determinar los ácidos grasos se derivatizó la grasa previa refrigeración, utilizando la metodología de Christi (2004), mediante la conversión de los ácidos grasos a sus respectivos metil ésteres y luego a cromatografía de gases para determinar los AG saturados e insaturados. Los resultados promedios fueron: para T1 ácido oleico 10.92%, linoleico 13.49% y linolénico 45.43%, para T2 fueron: 23.50%, 31.49% y 11.84% respectivamente. El contenido de ácidos grasos fue superior en el T2, a excepción del ácido linolénico que fue más alto en el T1. Para los saturados, el contenido para T1 fue: palmítico 19.63%, esteárico 3.7% y mirístico 1.42%, y para el T2: 20.02%, 3.83% y 0.56% respectivamente, valores que son relativamente similares entre los tratamientos.

4.8 INGESTIÓN DE GRASAS Y ACEITES EN HUMANOS

Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para La Agricultura y la Alimentación) y la OMS (Organización Mundial de la Salud):

El consumo excesivo de grasas en la alimentación se ha relacionado con el aumento del riesgo de obesidad, de enfermedades del corazón, y de ciertos tipos de cáncer. Los mecanismos mediante los cuales se producen estas relaciones son complejos y variados, y, en muchos casos, no se han comprendido claramente. Los niveles elevados de colesterol sérico y de lipoproteínas de baja densidad (LDL) constituyen factores de alto riesgo de aterosclerosis y de enfermedades del corazón. El grado de riesgo de éstos y otros factores puede variar, entre otros, según el tipo y nivel de consumo de ácidos grasos, el porcentaje de energía que aporta el total de las grasas, el colesterol presente en los alimentos, los niveles de lipoproteínas, el consumo de antioxidantes y de fibra, los niveles de actividad y el estado de salud. Una alimentación de bajo contenido de grasas suele tener un contenido reducido de colesterol y un contenido elevado de antioxidantes y fibra. En los adultos, el consumo de alimentos ricos en grasas no presenta

ninguna ventaja nutritiva una vez que se han satisfecho las necesidades energéticas y nutritivas esenciales⁵³.

La misma fuente asegura que:

Los ácidos grasos esenciales son especialmente importantes para el crecimiento y desarrollo normales del feto y de los lactantes, y en particular, para el desarrollo del cerebro y de la agudeza visual. En mujeres bien nutridas, durante la gestación se depositan cada día aproximadamente 2,2 gramos de ácidos grasos esenciales en los tejidos materno y fetal.

Recomendaciones relativas al consumo de ácidos grasos esenciales:

- La relación entre ácido linoleico y ácido α -linolénico debería estar comprendida entre 5:1 y 10:1.
- A personas en que dicha relación sea superior a 10:1 debería estimularse a que consuman alimentos ricos en n-3, como hortalizas de hoja verde, legumbres, pescado, y mariscos.
- Se debería prestar especial atención a promover en las madres un consumo suficiente de ácidos grasos esenciales durante la gestación y la lactancia, a fin de recabar las cantidades necesarias para el desarrollo fetal y del lactante⁵⁴.

⁵³ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN Y LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD ROMA. Grasas y aceites en la nutrición humana. [19-26 de octubre de 1993]. Fecha de consulta [23 de agosto 2009] <URL:<http://www.fao.org/docrep/v4700s/v4700s00.htm#Contents>>

⁵⁴ *Ibíd.*

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 LOCALIZACIÓN

Esta investigación se llevó a cabo en la Granja Experimental de Botana, propiedad de la Universidad de Nariño, ubicada en el corregimiento de Catambuco, vereda Botana, a 7 Km de la ciudad San Juan de Pasto, Departamento de Nariño, a una altura de 2820 msnm con una temperatura que varía de 12.4°C a 16°C y precipitación media anual de 694 mm, corresponde a una formación bosque seco montano bajo (bs-MB), está ubicada a 1°0.3'4.0"N y 77°44'57.5"⁵⁵.

5.2 ANIMALES

Para este proyecto se utilizaron 60 cuyes machos mejorados destetos, de 15 días de edad, con pesos entre 230 a 300g, debidamente identificados, pertenecientes a la Granja experimental Botana (Figura 1).

Figura 1. Pesaje de animales



Fuente: Esta Investigación

Una vez determinado el peso inicial de los cuyes, fueron distribuidos al azar en las diferentes réplicas de cada tratamiento. Se realizaron los pesajes

⁵⁵ TORRES, L.; ARAGON, L. y SILVA, A. Efecto de la Acacia (*Acacia decurrens*) en el desarrollo y producción del pasto aubade (*Lolium multiflorum*, Lam). Artículo científico presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia. 2009.

semanalmente hasta finalizar el experimento. Además, los animales se sometieron a un periodo de acostumbramiento a las dietas de los diferentes tratamientos por 10 días.

5.3 INSTALACIONES Y EQUIPOS

Se utilizó una sección de la unidad productora de cuyes de la Granja donde se llevó a cabo el estudio. Asimismo, se empleó jaulas de malla de 2mx0.8m, de un piso, divididas en la parte central por malla, con comederos a cada lado de las jaulas, para poder suministrar los forrajes de las dietas.

También se utilizó una balanza digital con capacidad de 10 Kg. para pesar los animales, una pesa de reloj con capacidad de 5 Kg para las dietas suministradas y una bomba de fumigar para realizar las tareas de desinfección del galpón y de las jaulas.

Figura 2. Jaula



Fuente: Esta Investigación

5.4 SANIDAD

El plan sanitario que se llevó a cabo fue el siguiente:

Limpieza galpón:

- Lavado y desinfección de jaulas, una vez al inicio del periodo de evaluación con etilenoxil etanol-yodo 2.5%.
- Ubicación de pediluvios en la entrada del galpón, con etilenoxil etanol-yodo 2.5%.

- Fumigación para el control de insectos, una vez a la semana, así mismo un control de roedores.

Sanidad de los animales:

- A los animales, dentro del manejo normal del galpón, se les realizó una desparasitación con ivermectina, 0,2 ml vía subcutánea, junto con un suministro de vitaminas complejo B oral a los 15 días de edad.

5.5 ALIMENTACIÓN.

Los animales se sometieron a un periodo de acostumbramiento a las dietas de 10 días, tiempo en el cual se realizó un cambio gradual de la dieta habitual. Durante este ensayo se utilizó como base forrajera la Acacia Negra (*Acacia decurrens*) y pasto Aubade (*Lolium sp.*).

El forraje de Acacia Negra se obtuvo de árboles dispersos, cercas vivas y del banco de proteína existente en la granja, se realizó corte del forraje a diario en las horas de la tarde. La parte del árbol que se suministró fue la rama con su tallo parenquimatoso, el cual, una vez cortado, se llevó hasta el oreador, donde permaneció 12 horas para su posterior suministro. Por su parte, el pasto Aubade se cortó y transportó hasta el galpón donde se suministró fresco.

Las cantidades de forraje a suministrar se calcularon dependiendo del incremento de peso y edad de los animales, para determinar nivel de consumo de forraje se realizó el pesaje del alimento ofrecido (Figura 3) y rechazado.

Figura 3. Pesaje del alimento ofrecido



Fuente: Esta Investigación

5.5.1 Tratamientos. Las dietas de los tratamientos evaluados se constituyeron así:

T₀ = 100% pasto Aubade (*Lolium sp.*)

T₁ = 75% pasto Aubade (*Lolium sp.*) + 25% forraje de Acacia Negra (*Acacia decurrens*).

T₂ = 50% pasto Aubade (*Lolium sp.*) + 50% forraje de Acacia Negra (*Acacia decurrens*).

T₃ = 25% pasto Aubade (*Lolium sp.*) + 75% forraje de Acacia Negra (*Acacia decurrens*).

5.6 SACRIFICIO DE LOS ANIMALES.

Se tomaron tres animales al azar por tratamiento, se los pesó e identificó, al momento de realizar el sacrificio se procedió a insensibilizar el animal, sujetándolo por las extremidades posteriores y halándolo por la cabeza hacia abajo para generar una desarticulación de las vértebras cervicales, luego se desangró los animales por medio de un corte en la vena yugular. Posteriormente se efectuó el escaldado (Figura 4) y depilado de forma manual, para esto se sumergió el animal suavemente en agua con T° de 70-75°C, seguido a esto se extrajo las vísceras rojas y blancas, por último se efectuó un lavado con agua potable. Durante todo este proceso, se realizó pesajes de los residuos generados en cada etapa, sangre, pelo y vísceras, para así determinar cuál fue el rendimiento en canal de los animales.

Figura 4. Animales sacrificados



Fuente: Esta Investigación

5.7 EXTRACCIÓN DE MUESTRAS Y CROMATOGRAFÍA DE GASES.

De cada uno de los animales sacrificados por tratamiento se extrajo el músculo de las porciones pierna, brazo y lomo. A estas muestras se les realizó un lavado con agua destilada para eliminar impurezas, posteriormente se procedió a empacarlas al vacío, se refrigeraron e inmediatamente se llevaron al laboratorio donde se realizó la extracción de la grasa con hexano: diclorometano 80:20, 3 horas en Soxhlet. Derivatización del lípido 200mg con HCl/MeOH al 5% en reflujo a 70 grados por 2 horas y por último se realizó la extracción con 1 x 3 ml de Hexano grado HPLC, por último se efectuó la inyección del extracto al equipo de GC-FID para determinar los ácidos grasos presentes en la muestra utilizando el protocolo de Christie (2004).

5.8 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Para llevar a cabo el análisis estadístico, se utilizó un diseño completamente al azar (DCA). Los animales se distribuyeron en 4 tratamientos, cada uno con 3 réplicas y 5 unidades experimentales por réplica, para un total de 60 animales utilizados para las dos fases.

Para el análisis estadístico se usó el siguiente modelo lineal:

$$y_{ij} = \mu + \tau_j + \beta_i(x_i - \bar{x}) + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

y_{ij} = Variable respuesta.

μ = Media común a todas las observaciones.

τ_j = Efecto del j -ésimo tratamiento; $i = 1, 2, 3, 4$; $r = 3$

$\beta_i(x_i - \bar{x})$ = Efecto de la covariable

ε_{ij} = Error experimental.

- Para la determinación del mejor tratamiento se aplicó la prueba de Tukey-Kramer.

- Se utilizó el paquete estadístico SAS versión 9.1.3. para determinar la incidencia estadística de las dietas dentro de los tratamientos.

5.9 VARIABLES EVALUADAS

5.9.1 Análisis químicos nutricional y antinutricional de los forrajes. Se realizaron los análisis químicos proximales y antinutricionales. Para este

último análisis se realizó una prueba cualitativa, la cual se evaluó con la siguiente convención:

Resultado	Interpretación
-	Negativo
+	Bajo
++	Moderado
+++	Abundante

5.9.2 Contenido de ácidos grasos de los forrajes. Para determinar el perfil de ácidos grasos en los forrajes Aubade (*Lolium sp.*) y Acacia Negra (*Acacia decurrens*) se utilizó la técnica de cromatografía de gases.

5.9.3 Contenido de ácidos grasos en la canal de cuy. Por ser las piernas, el brazuelo y el lomo los cortes que ofrecen mayor porcentaje de carne del total de la canal, se escogieron para realizar la prueba de cromatografía.

5.9.4 Consumo de alimento. Se realizó un pesaje del forraje suministrado y el desperdicio encontrado, se llevó un registro para cada uno de los tratamientos y sus réplicas. Se determinó mediante la diferencia del alimento ofrecido y el rechazado.

5.9.5 Ganancia de peso. Se realizó un pesaje al inicio del ensayo, posteriormente un pesaje semanalmente hasta finalizar el ensayo. Esta se determinó por medio de la siguiente fórmula:

$$GP = \text{peso final} - \text{peso inicial}$$

5.9.6 Conversión alimenticia. Se calculó según el alimento ofrecido y consumido y la ganancia de peso de los animales.

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

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

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

5.9.8 Análisis de costos. Se realizó un análisis parcial de costos para calcular la rentabilidad de cada uno de los tratamientos. Teniendo en cuenta los costos de pie de cría, droga veterinaria, mano de obra, materiales de aseo, servicios y alimento necesario por tratamiento.

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LOS FORRAJES AUBADE Y ACACIA NEGRA

En el Cuadro 5 se aprecia la composición nutricional del forraje Aubade (T0) y del forraje de Acacia Negra, presentes en los tratamientos 1, 2 y 3 con diferentes niveles de inclusión.

Cuadro 5. Composición nutricional Acacia Negra y Aubade

Parámetro	Unidad de medida	Aubade	Acacia Negra
MS	%	17.29	36.26
PC	%	12.82	20.48
EE	%	2.53	4.23
CEN	%	11.50	4.65
FC	%	19	33.57
ELN	%	54.15	37.07
Energía	Kcal/100g	369	468
Ca	%	0.44	0.57
P	%	0.24	0.2

Fuente: Laboratorios Especializados Universidad de Nariño.

Según el Análisis químico proximal, se encontró que la Acacia Negra tuvo un contenido de 36.26% de MS, similar al reportado por Medrano⁵⁶, el cual fue de 35%. Esto puede deberse a que la composición química de las plantas en general está en dependencia directa de su composición vertical, así la MS puede ser mayor en aquellos forrajes con menor relación hoja/tallo, ya que los tallos están formados mayoritariamente por carbohidratos estructurales que les dan sostén, firmeza a la planta y retiene poca agua, tal como lo reporta Bernal⁵⁷.

Además, el contenido de MS de los forrajes arbustivos y arbóreos puede ser

⁵⁶ MEDRANO, L. Informe técnico final, Evaluación del valor nutritivo y uso en dietas para rumiantes del follaje de árboles utilizables en sistemas silvopastoriles del trópico de alturas. Pasto, Nariño, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) - Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (PRONATTA). 1999. p 57.

⁵⁷ BERNAL, Op cit. p. 28-32.

afectado por factores edafoclimáticos, época del año, edad y porciones de la planta.

Por otra parte, el forraje de Acacia Negra presentó una proteína cruda de 20.48%, valor que supera los datos reportados por Medrano (17.8%) y Giraldo *et al*⁵⁸ (15,8%); esto puede atribuirse a que los árboles empleados en esta investigación se encontraban en un estado de prefloración, estado en el cual la cantidad de proteína es superior.

Comparando el valor del extracto etéreo de la Acacia Negra perteneciente a la familia de las Mimosáceas, con arbustos forrajeros como el botón de oro (*Tithonia diversifolia*) que hace parte de la familia de las Compositae y el papayuelo (*Cnidoscolus aconitifolius*) cuya familia es la Euphorbiaseae; se observa que el extracto etéreo de la Acacia Negra fue de 4.23%, siendo superior al 3.91% del Botón de oro e inferior al 6.36% del Papayuelo, valores reportados por Díaz y Recalde⁵⁹.

Además, el valor de extracto etéreo de la Acacia Negra puede estar influenciado debido a que la muestra contenía hojas y tallos en prefloración que fueron consumidos por los animales. Esto puede deberse a que el contenido de lípidos es mayor en las hojas, que en los tallos, y por lo general mayor en las semillas, donde actúa como reserva de energía para la germinación posterior, según Maynard *et al*⁶⁰.

Con respecto al contenido de fibra cruda de la Acacia Negra, se observa un valor del 33.57%, siendo mayor a los valores reportados por Suarez y Bravo⁶¹, del 17%, 27.25% y 15.57% para los forrajes de botón de oro (*Tithonia diversifolia*), aliso (*Alnus jurullensis*) y resucitado (*Hibiscus grandiflorus*), respectivamente. Lo anterior pudo deberse a que la muestra de forraje utilizada para el análisis químico proximal contenía hojas y tallos en prefloración, los cuales fueron consumidos por los animales en buena

⁵⁸ GIRALDO *et al.* Op cit.

⁵⁹ DIAZ, S. y RECALDE, C. Valoración nutritiva de los forrajes de papayuelo (*Cnidoscolus aconitifolius*) y botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en mezcla con pasto kingras (*Pennisetum hybridum*) para la alimentación de cuyes durante las fases de crecimiento y engorde. Colombia. Tesis de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Zootecnista. Pasto. 2006. p. 52

⁶⁰ MAYNARD *et al.* Nutrición animal. México, McGraw-Hill, 1992. 683 p.

⁶¹ SUAREZ, S. y BRAVO, F. Evaluación de algunos recursos forrajeros en el engorde de cuyes (*Cavia porcellus*). Colombia. Tesis de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Zootecnista. Pasto. 1998. p. 61

proporción. Adicionalmente, se debe mencionar que las Mimosáceas al ser arbóreas con tallos leñosos de crecimiento rápido, tienen mayores contenidos de fibra cruda⁶² frente al valor de las especies antes mencionadas.

El extracto libre de nitrógeno (ELN) fue de 37.07%, valor que resulta inferior al 41.41% reportado por Díaz y Recalde⁶³ para el forraje de papayuelo (*Cnidocolus aconitifolius*) y similar al encontrado en el forraje de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) con un 38.67% de ELN. Cabe aclarar que el ELN se ve influenciado por los valores de los otros nutrientes, ya que este valor se determina por diferencia de la MS y la sumatoria de dichos nutrientes⁶⁴, por lo tanto al haber un alto contenido de fibra cruda y proteína resultará un ELN menor.

Los valores de calcio (Ca) y fósforo (P) obtenidos en la Acacia Negra fueron menores, con 0.57% y 0.2% respectivamente, al compararlos con el 0.91% de Ca y 1.67% de P encontrados por Jaramillo y Jiménez⁶⁵ en el forraje de sauco (*Sambucus peruviana*). Debido a que los valores de Ca y P en la Acacia Negra no se acercan a los requerimientos mínimos de estos minerales en la dieta del cuy (1.2% de Ca y 0.6% P) se puede decir que estos valores son bajos en este forraje arbóreo. Además, cabe decir que, según Ojeda⁶⁶, las leguminosas generalmente son exigentes en estos minerales y en el caso de no ser disponibles para la planta, se presenta una deficiencia de éstos en la misma. Asimismo, este hecho puede deberse a la acidez que presenta el suelo de la Granja Botana y a la textura arcillosa del suelo, la cual forma miscelas coloidales que retienen el Ca y el P.

Por otro lado, el forraje Aubade presentó 17.29% de MS, valor similar al

⁶² GEILFUS. Op cit. p. 558

⁶³ DIAZ y RECALDE. Op cit.

⁶⁴ Standardization of analytical methodology for feeds. Proceedings of workshop held in Ottawa, Canada. 12-14 March 1979. p. 53-54

⁶⁵ JARAMILLO, Y. y JIMENEZ J. Evaluación nutricional de tres especies de árboles forrajeros en la alimentación de vacas Holstein en el trópico alto de Nariño, Colombia. Tesis de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Zootecnista. Pasto. 2000. p. 70

⁶⁶ ENTREVISTA con Hernán Ojeda Jurado. Profesor de la Asignatura Pastos y Forrajes del Programa de Zootecnia. Pasto. 17 de agosto de 2010.

reportado por Aguilar *et al*⁶⁷, quienes encontraron un valor de 17.34% en raigrás (*Lolium hybridum*) de 45 días de rebrote. En cuanto al porcentaje de proteína, resultó ser bajo (12.82%), al compararlo con el valor reportado por Caycedo⁶⁸ (20.33%), esto pudo deberse a la edad de la pradera y los niveles de fertilización nitrogenada, ya que los raigrases son muy exigentes en este tipo de fertilización.

El Aubade presentó una fibra cruda de 19%, valor similar al reportado por Caycedo⁶⁹ (18.97%). Estos valores, además, se encuentran cercanos al rango óptimo para los requerimientos del cuy, que están entre un 7 - 18% de fibra cruda.

Para el forraje de Aubade, los niveles de Ca (0.44%) y P (0.2%) fueron inferiores frente a los valores reportados por Caycedo⁷⁰, los cuales son de 0.53% de Ca y 0.29% de P. Estos niveles son bajos debido a que son inferiores a los requerimientos mínimos del cuy.

6.2 CONSUMO DE ALIMENTO.

En la Figura 5 se observa el consumo promedio de MS de todos los tratamientos y las diferencias existentes según la prueba de Tukey.

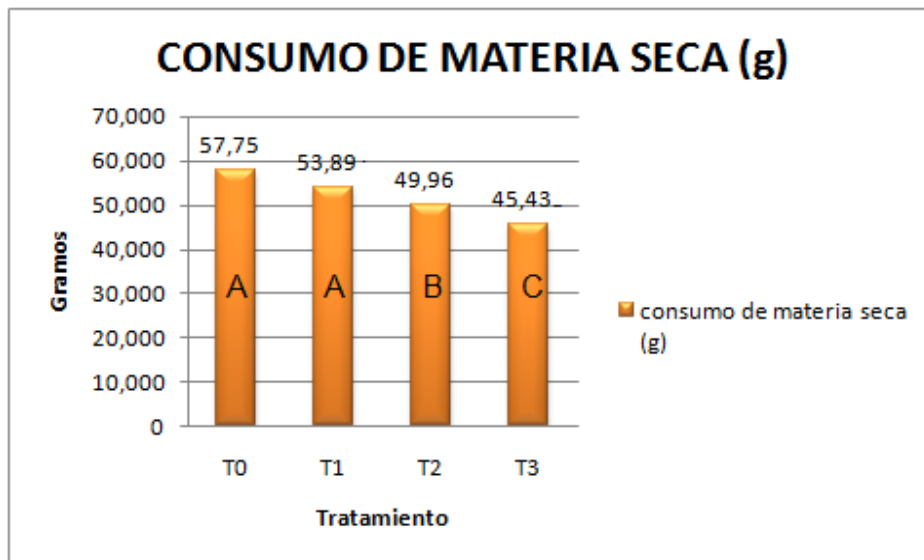
⁶⁷ AGUILAR, G. *et al*. Efecto del consumo de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y raigrás (*Lolium hybridum*) sobre la concentración de ácido linoléico conjugado y el perfil de ácidos grasos de la grasa láctea. [04 agosto 2009].<
<http://www.lrrd.org/lrrd21/4/agui21049.htm>>

⁶⁸ CAYCEDO. Op cit., p. 133-134

⁶⁹ Ibid., p. 133-134

⁷⁰ Ibid., p. 133-134

Figura 5. Consumo promedio de MS



En el Anexo 1 se observa el análisis de varianza para los tratamientos, mostrando diferencias altamente significativas entre éstos ($p < 0.0001$); al realizar la prueba de comparación de medias por medio de la prueba de Tukey (Anexo 2), se obtuvo que la distribución de las medias para el T0 y T1 estuvieron en 54.75 g y 53.89 g respectivamente, donde se observó que estos tratamientos son estadísticamente iguales, además la distribución de las medias para los tratamiento T2 y T3 fueron 49.96 g y 45.43 g, encontrándose diferencias altamente significativas entre dichos tratamientos y a la vez son diferentes al T0 y T1. Según el promedio de las medias de los tratamientos, se observa que el mejor tratamiento para la variable consumo de alimento, fue el T0, seguido por el T1.

Además, la cantidad de forraje de Acacia Negra rechazado se incrementó según el porcentaje de inclusión en cada tratamiento. Lo anterior se debió posiblemente a factores como tiempo de acostumbramiento a las dietas, altos contenidos de fibra y a los metabolitos secundarios presentes en el forraje de Acacia Negra, como son los taninos, esteroides y saponinas que estuvieron presentes en un nivel moderado (véase Cuadro 6). Según Gonzales, los taninos son astringentes, reaccionan con los receptores del gusto en la lengua y causan la característica sensación de sequedad en la

boca, lo que produce disminución del consumo de alimento⁷¹. Asimismo, este mismo autor menciona que las saponinas, además de conferir un sabor amargo a la planta, éstas pueden irritar las mucosas, ocasionando de esta manera un menor consumo por parte de los animales⁷².

Por otro lado, según Oliveira, Guerreiro y Coelho⁷³ los esteroides según la concentración en la que se encuentren en el alimento provocan sensaciones acidas y daños gastrointestinales en animales.

Cuadro 6. Metabolitos secundarios presentes en la Acacia Negra (*Acacia decurrens*)

Parámetro	Resultado	Interpretación
Saponinas	+	Bajo
Taninos	++	Moderado
Esteroides	++	Moderado

Fuente: Laboratorios Especializados Universidad de Nariño.

Durante el periodo de evaluación se pudo observar que los animales consumían con gran avidez el pasto Aubade; este comportamiento pudo deberse entre otros factores a la palatabilidad de cada uno de los forrajes. Aunque se suministró cantidades fijas de cada alimento, según el tratamiento, el desperdicio observado fue en mayor proporción de Acacia Negra, demostrando así la selectividad que los cuyes poseen cuando se ofrece dos o más fuentes alimenticias.

Este comportamiento puede deberse a que los sentidos de la vista, olfato y gusto desempeñan una importante función, estimulando el apetito en animales monogástricos e influyen sobre la cantidad de alimento ingerido en una determinada comida, como lo afirma López⁷⁴.

Al respecto, Preston y Leng, citados por Calpa y Melo, manifiestan que el consumo es uno de los mejores indicadores de la calidad del alimento y su

⁷¹ GONZALES, G. Plantas tóxicas de importancia en salud y producción animal en Colombia. Primera Edición. Ed. Universidad Nacional Colombia. Bogotá. 2010, p. 55-57.

⁷² Ibid.

⁷³ Oliveira, Guerreiro y Coelho. Op cit.

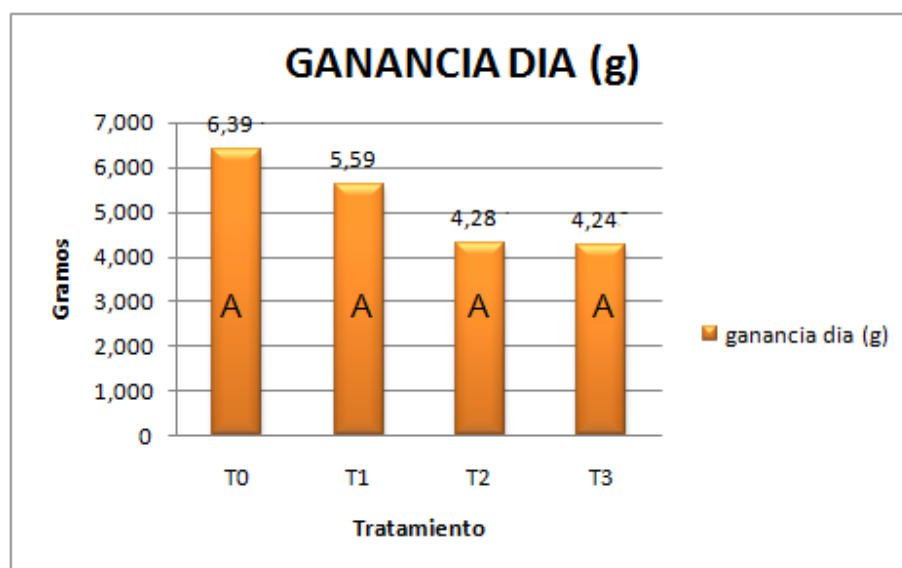
⁷⁴ LOPEZ, J. Nutrición de monogástricos. Universidad de Nariño. Programa de Zootecnia. San Juan de Pasto. 1989. p. 389.

digestibilidad. La uniformidad en el consumo depende del equilibrio apropiado de nutrientes en los productos de la digestión. Por otra parte, las propiedades organolépticas como el olor y sabor de las dietas hacen deseable el consumo de estos alimentos⁷⁵.

6.3 INCREMENTO DE PESO.

En la Figura 6 se observan las medias de los tratamientos, a partir de las cuales se concluye que la ganancia de 6.39 g para el T0 fue la mejor, seguido del T1 con 5.59 g. Aunque el análisis de varianza (Anexo 4), y la prueba de Tukey (Anexo 5) no mostraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

Figura 6. Ganancias de peso promedias



Por otro lado, las medias de los tratamientos 2 y 3 presentaron unas ganancias de peso menores, debido a una mayor inclusión de Acacia Negra, 50% y 75% respectivamente; dichos niveles afectaron el consumo de MS, que pudieron tener un alto contenido de sustancias antinutricionales que

⁷⁵ CALPA, A. y MELO, S. Valoración nutritiva del ensilaje Obonuco Triticale 98 (*Triticum spp*) y Avena (*Avena sativa*) línea 15/85 y Cayuse de la alimentación de vacas Holstein mestizo en producción en el Altiplano de Pasto Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de zootecnista. Universidad de Nariño. Pasto. 2003. p. 25.

disminuyen la digestibilidad y la absorción de los nutrientes, también la constitución de la dieta puede que haya sido muy fibrosa, provocando una mayor tasa de paso.

El aporte nutricional según el consumo de MS real (véase Anexo 3) muestra que las dietas mejor balanceadas en cuanto a proteína, son las correspondientes al T1 (15,97%), T2 (18.01%) y T3 (19.43%), ya que contienen un porcentaje mayor de Acacia Negra y ésta, a la vez, aporta la mayor parte de la proteína en la dieta; caso contrario ocurre en el T0 (11.67%) donde la única fuente alimenticia del animal es el pasto Aubade con un bajo contenido de proteína.

En cuanto al aporte de energía de los tratamientos, resultó que el T2 (2655.88 Kcal ED/Kg.) y T3 (3258.24 Kcal ED/Kg.) se aproximaron al requerimiento del animal; mientras que el T0 (1451.15 Kcal ED/Kg.) y T1 (2053.51 Kcal ED/Kg.) presentaron deficiencia. Lo anterior puede explicarse por la concentración de metabolitos secundarios presentes en los tratamientos 2 y 3 que repercuten en la digestión y absorción de los nutrientes.

Los niveles de fibra cruda encontrados en el T2 (27.05%) y T3 (34.83%) fueron elevados con respecto al nivel óptimo de requerimiento del animal. Debido a que la Acacia Negra, al ser una especie arbórea, necesita una mayor cantidad de carbohidratos estructurales para darle sostén. Además, en la fase experimental se observó que los animales consumieron las hojas y los tallos en prefloración de la misma.

Además, Church y Pond⁷⁶ destacan que la cantidad de lignina es un factor crítico en lo que se refiere a digestibilidad, por ser un material amorfo que se asocia estrechamente con los glúcidos fibrosos de la pared celular de los tejidos vegetales, limita la digestibilidad de las fibras probablemente debido a la barrera física que existe entre las enzimas digestivas y los glucósidos que se encuentran relacionados. Los mismos autores afirman que existe una correlación altamente negativa entre el contenido de lignina y la digestibilidad en forma particular en los pastos, aunque en menor proporción para las leguminosas.

Lo anterior puede compararse con la investigación realizada por Ramírez e Hidalgo⁷⁷, quienes obtuvieron las menores ganancias de peso de

⁷⁶ CHURCH, D. Y POND, G. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Limusa Noriega, México, 1990. p. 438

⁷⁷ RAMIREZ, S e HIDALGO, F. Evaluación de algunos recursos forrajeros en el engorde de cuyes (*Cavia porcellus*). Trabajo de grado presentado como requisito

(1.22g/anl/día) con una ración de 50% Aliso y 50% testigo (kingras y guatemala), ocasionando diferencias significativas frente a los demás tratamientos.

Aliaga⁷⁸ reporta que los cuyes, como herbívoros que son, pueden digerir constituyentes fibrosos de los forrajes, pero no tan eficientemente como los rumiantes, debido a que la digestión ocurre tarde en el proceso digestivo (ciego), afectando la ganancia de peso y por tal la conversión alimenticia.

Por otro lado, el análisis cualitativo de Metabolitos Secundarios de la Acacia Negra, mostró que ésta presentó niveles moderados de taninos, esteroides y niveles bajos de saponinas, los cuales influyeron en la ganancia de peso, tal como lo reportan Huisman y Tolman, citados por Casso y Montero⁷⁹, quienes afirman que los taninos pueden tener efectos nutricionales negativos según la concentración en la que se encuentren; contenidos altos producen deterioro de la conversión en animales monogástricos, pueden inhibir las enzimas digestivas, forman complejos con las membranas mucosas, lo cual resulta en el aumento de pérdidas endógenas y en daños a las mismas. En conjunto, decrece la digestibilidad de los nutrientes nitrogenados y en menor medida la de la energía.

En contraste, taninos en bajas cantidades pueden ser benéficos para los animales, por ejemplo los taninos condensados (TC) incrementan la velocidad de crecimiento y acelera la ovulación en cabras (2-4% MS), incrementan la producción de lactosa en la leche (4-5% MS), tienen efectos antihelmínticos en rumiantes menores y en ratas, tal como lo reportan García y Medina⁸⁰.

Por otro lado Oliveira, Guerreiro y Coelho⁸¹ manifiestan que fitoestrógenos afectan el ciclo reproductivo en las hembras de todas las especies, provocando quistes ováricos, ciclos irregulares y por ende infertilidad.

parcial para optar al título de Zootecnista. Facultad de Ciencias Pecuarias. Pasto Colombia. 1998. p 57.

⁷⁸ ALIAGA, R. Producción de cuyes. Huancayo, Perú. Universidad del Centro. 1979. p. 317.

⁷⁹ CASSO, R. y MONTERO. Op cit.

⁸⁰ GARCÍA, D. y MEDINA, M. Metodologías para el estudio de compuestos polifenólicos en especies forrajeras: Un enfoque histórico. En: Zootecnia Tropical, Vol. 23, No. 3, 2005, pp. 259-294. [Disponible en internet]. <URL: <http://www.bioline.org.br/abstract?zt05018>>

⁸¹ OLIVEIRA, GUERREIRO y COELHO. Op cit.

Los mismos autores mencionan que los estrógenos afectan principalmente a porcinos, generando irritación en el tracto gastrointestinal, úlceras, hemorragias, diarreas, y muerte por parálisis respiratoria.

Con respecto a los efectos de las saponinas, Cheeke, citado por Casso y Montero⁸², reporta que éstas afectan el comportamiento y metabolismo del animal a través de hemólisis de eritrocitos, reducción de colesterol sanguíneo y hepático, depresión de la tasa de crecimiento, inhibición de la actividad del músculo liso, inhibición enzimática y reducción en la absorción de nutrientes.

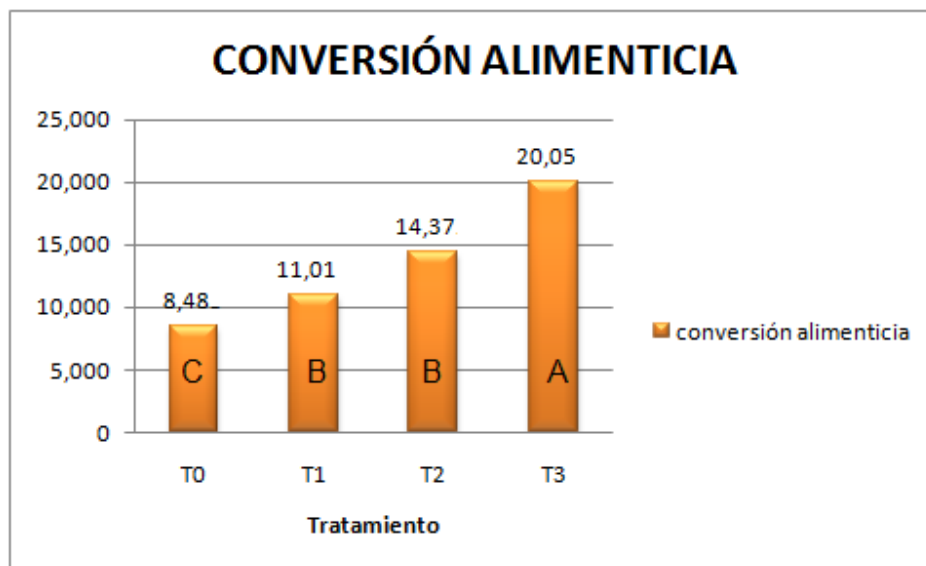
En el Anexo 4 se muestra el análisis de varianza para los tratamientos, observándose que no se presentaron diferencias estadísticas entre éstos ($p > 0.05$); lo anterior se corrobora por la prueba de Tukey (Anexo 5), que demuestra que todos los tratamientos tuvieron iguales ganancias de peso.

6.4 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

En la Figura 7 se observa que la conversión alimenticia 8.48 del T0 es superior estadísticamente respecto a los demás tratamientos; la conversión 11.01 del T1 y 14.37 del T2 son similares estadísticamente, según la prueba Tukey (Anexo 7); además, el T3 (20,05) demostró una conversión alimenticia deficiente presentando diferencias estadísticas con respecto a los demás tratamientos. Esto pudo deberse a que esta variable está directamente relacionada con el consumo de MS y el incremento de peso. Según las medias se observa que los animales del T2 y T3 tuvieron un menor consumo de MS, debido probablemente a los altos contenidos de metabolitos secundarios y fibra en el forraje de Acacia Negra, la cual constituyó el 50% y el 75% del total de las raciones, provocando que el animal llene completamente su capacidad cecal y los metabolitos secundarios presentes actúen disminuyendo el consumo y la capacidad digestiva y de absorción de los nutrientes, reflejándose en menores ganancias de peso por día y, por ende, en una deficiente conversión alimenticia.

⁸² CASSO, R. y MONTERO. Op cit.

Figura 7. Conversión alimenticia promedio de los tratamientos.



La Prueba de Tukey mostró estadísticamente que la conversión del T0 es menor a la del T1, siendo ésta similar a la del T2 y éstas a la vez menores a la del T3.

Ramírez e Hidalgo⁸³ obtuvieron una conversión alimenticia de 24.03 con una dieta de 50% Aliso y 50% testigo (kingras y Guatemala), encontrando que esta deficiente conversión se debió posiblemente a la presencia de taninos o alcaloides que no favorecen el consumo y con ello limitan los rendimientos de los animales.

Por lo anterior se puede decir que el T0 (8.48) tuvo la mejor conversión alimenticia, lo cual pudo deberse a que los animales incrementaron el consumo de MS con el fin de satisfacer las necesidades nutritivas; esto se evidenció en consumos mayores de Aubade, además, puede que la cantidad y el tipo de fibra de este forraje no haya influido sobre la digestión y absorción de los nutrientes, obteniendo de esta manera mayores incrementos de peso y por ende conversiones alimenticias eficientes. Este comportamiento se presentó en el T1, aunque en una menor proporción debido a que la dieta fue 25% Acacia Negra y 75% Aubade, proporción en la cual los niveles de metabolitos presentes en la Acacia Negra fueron tolerados por los animales, autobalanceándose con un mayor consumo de MS, reflejado por un mayor incremento de peso y una mejor conversión alimenticia. Caso contrario ocurrió en el T2 y T3.

⁸³ RAMIREZ e HIDALGO. Op cit. p 57.

6.5 RENDIMIENTO EN CANAL

El análisis de varianza (Anexo 8) mostró que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, para la variable rendimiento en canal.

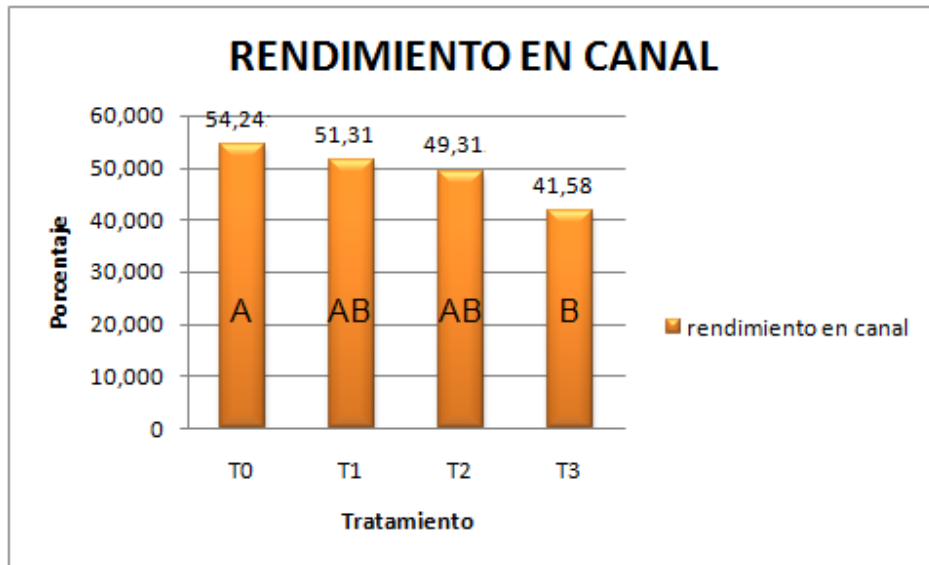
De acuerdo con los resultados observados, en el Anexo 9 de la prueba de Tukey se puede concluir que los tratamientos T0, T1 y T2 fueron similares entre sí, mientras que el T1, T2 y T3 resultaron similares, encontrándose diferencias estadísticas entre el T0 y T3. De esta manera se observa que el T0 fue el mejor tratamiento en esta variable.

Los resultados de rendimiento en canal para el T0 y T1 fueron de 54.24 y 51.31 respectivamente (Figura 8), valores que se aproximan a los reportados por Chauca⁸⁴, quien encontró un rendimiento del 56.71% para animales de tres meses de edad, alimentados exclusivamente con forraje. Además, este mismo autor menciona que este rendimiento mejoró a un 65.75% en los cuyes que recibieron forraje más suplemento, concluyendo que alimentar cuyes con una ración balanceada mejora los rendimientos en canal a un 70,98%.

En este sentido, se puede decir que las dietas del T2 y T3 influyeron en los bajos rendimientos en canal obtenidos, lo cual pudo deberse a los bajos consumos de MS, debido a la baja palatabilidad del forraje de la Acacia Negra por contener metabolitos secundarios, influyendo en bajas ganancias de peso y, por ende, en una deficiente conversión alimenticia.

⁸⁴ CHAUCA. Op. cit.

Figura 8. Rendimiento en canal.



6.6 MORTALIDAD

La mortalidad durante el desarrollo experimental de este proyecto se presentó principalmente durante la etapa de acostumbramiento a las dietas, periodo en el cual los animales disminuyeron substancialmente su consumo de alimento, posiblemente por el alto nivel de fibra, la presencia de taninos, esteroides y saponinas en el forraje de Acacia Negra (*Acacia decurrens*), factores que probablemente pudieron generar una baja en el consumo de alimento causando pérdida de condición corporal, y finalmente la muerte de los animales.

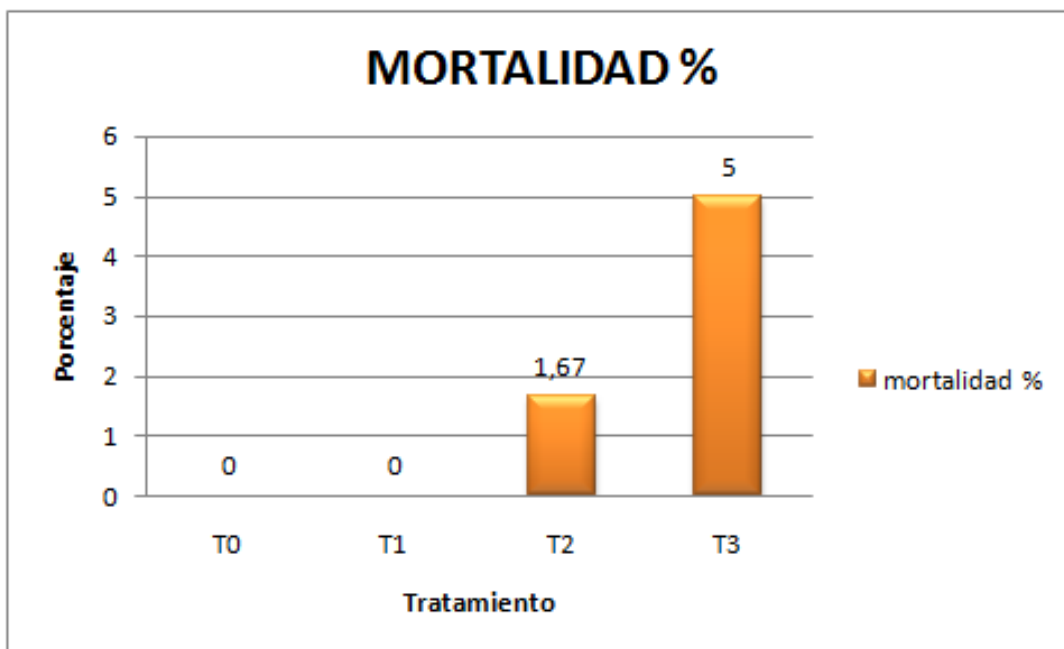
Murieron 4 animales que equivalen un 6.67% de la muestra, distribuidos de la siguiente manera:

T2: 1.67% mortalidad.

T3: 5% mortalidad.

La mortalidad se presentó en las dietas de mayor porcentaje Acacia Negra (*Acacia decurrens*), T2 (50% Acacia Negra) y T3 (75% Acacia Negra) véase Figura 9.

Figura 9. Mortalidad en los tratamientos.



6.7 ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS

En la Tabla 4 y Figura 10 se indican los resultados del análisis parcial de costos para los tratamientos utilizados en el ensayo, detallando los costos fijos, costos variables, los ingresos y la rentabilidad aparente de los tratamientos.

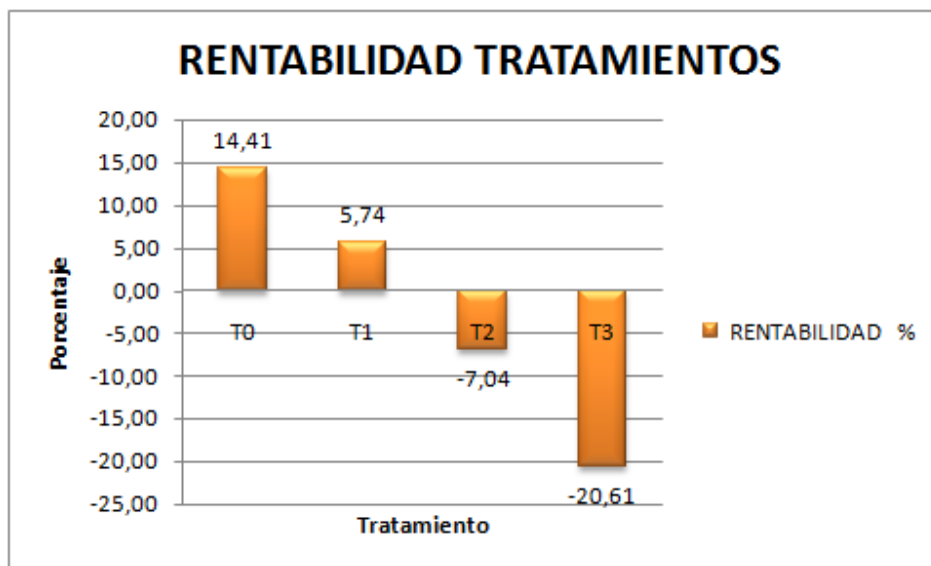
Los costos de alimentación más bajos los presentó el tratamiento T3, con 7,1% de los costos totales, seguido del T2 con 9,3%, T3 con 11,2% y T0 con 12,8%. El menor costo se puede explicar por un menor costo por kg de Acacia Negra.

Tabla 4. Análisis parcial de costos de las dietas.

Rubros	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
Tratamientos				
A. INGRESOS				
peso promedio final (g)	798	724	668	650
valor gramo de cuy (pesos)	16	16	16	16
número final de animales	15	15	14	12
valor venta de animales (pesos)	191.520	173.760	149.632	124.800
TOTAL INGRESOS	191.520	173.760	149.632	124.800
B. EGRESOS				
compra de animales	105.000	105.000	105.000	105.000
mano de obra	40.000	40.000	40.000	40.000
pasto Aubade	21.400	16.050	10.700	5.350
forraje de Acacia	0	2.273,33	4.256,67	5.840
desparasitante y vitaminas	1.000	1.000	1.000	1.000
TOTAL EGRESOS	167.400	164.323	160.957	157.190
COSTO POR ANIMAL	11.160	10.955	11.497	13.099
C. INGRESOS NETO (A-B)	24.120	9.437	-11.325	-32.390
RENTABILIDAD %	14,41	5,74	-7,04	-20,61

Fuente: esta investigación.

Figura 10. Rentabilidad de los tratamientos



La mejor rentabilidad la presentó el T0, con un 14,41% seguido por el T1 con 5,74%. Este comportamiento pudo deberse a que los animales del T0 alcanzaron un mayor peso al final del periodo experimental, haciendo que estos animales se puedan comercializar a un mayor precio, lo contrario ocurre en los T2 y T3, debido a que los animales de estos tratamientos no obtuvieron buenos pesos por efecto directo de las dietas suministradas, presentándose mortalidad.

6.8 ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS EN LOS FORRAJES DE AUBADE (*Lolium sp*) Y ACACIA NEGRA (*Acacia decurrens*)

A continuación se muestra los ácidos grasos identificados por cromatografía de gases en el forraje Aubade (Tabla 5):

Tabla 5. Análisis por cromatografía de gases del forraje Aubade

Identificación	Cantidad Relativa % ⁽¹⁾
Ácido Valérico ME	4.736
Ácido Láurico ME	2.564
Ácido Linolénico ME	12.692

⁽¹⁾: Estos valores se reportan como porcentaje del total de ácidos grasos identificados.

ME: Metil Ester. Fuente: Esta Investigación

La Tabla anterior nos indica que los ácidos grasos más abundantes en el forraje Aubade fueron el ácido linolénico, ácido valérico y ácido láurico. La concentración de ácido linolénico fue mayor frente a los demás.

Estos resultados difieren con los reportados por Aguilar *et al*⁸⁵, quienes encontraron 49.8 % de ácido linolénico en el forraje raigrás (*Lolium hybridum*) de 45 días de rebrote; mientras que el porcentaje de ácido linolénico obtenido en esta investigación para el forraje Aubade fue de 12.692%. Este resultado pudo estar influenciado por la madurez y estado deficiente de fertilización de la pradera que se utilizó. Esto concuerda con lo reportado por Aguilar *et al*⁸⁶, quienes encontraron que la concentración de lípidos disminuía al aumentar la edad de rebrote.

A partir del análisis de cromatografía de gases, se encontró que el forraje de Acacia Negra contiene un porcentaje mayor de ácido linolénico (9.049%) frente al ácido láurico (2.487%). Véase Tabla 6.

Tabla 6. Análisis por cromatografía de gases del forraje Acacia Negra

Identificación	Cantidad Relativa % ⁽¹⁾
Ácido Láurico ME	2.487
Ácido Linolénico ME	9.049

⁽¹⁾: Estos valores se reportan como porcentaje del total de ácidos grasos identificados.
ME: Metil Ester. Fuente: Esta Investigación.

Se puede decir que estos resultados pudieron verse afectados por la edad de las planta, la cual es inversamente proporcional a la concentración de lípidos, tal como lo reportan Harfoot y Hazlewood, citados por Aguilar *et al*.⁸⁷

⁸⁵ AGUILAR *et al*. Op cit.

⁸⁶ Ibid.

⁸⁷ Ibid.

Existen estudios con especies arbustivas como la Morera (*Morus alba*), tal como lo reporta Calvache *et al*⁸⁸, quienes encontraron un aumento del contenido de ácidos grasos n-3 en la canal de conejos con la inclusión de morera, concluyendo que esta especie es un forraje fuente de ácido alinolénico en la dieta. Por su parte, Ruiz⁸⁹ menciona que el pienso a base de harina de hoja de morera tiene un contenido de 58% de ácidos poliinsaturados.

De esta manera, se evidencia la importancia de esta especie arbórea como fuente de ácidos grasos.

6.9 ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS EN EL MÚSCULO DEL CUY

La composición de ácidos grasos en músculo del cuy de los diferentes tratamientos se resume en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Composición de ácidos grasos en músculo del cuy

Tratamiento	Identificación (ME)	Cantidad Relativa % ⁽¹⁾
T0	Ácido Láurico	4,042
	Ácido Linolénico	16.628
T1	Ácido Láurico	5.407
	Ácido Linolénico	23.013
T2	Ácido Láurico	5.712
	Ácido Linolénico	21.744
T3	Ácido Láurico	1.54
	Ácido Linolénico	21.822

⁽¹⁾: Estos valores se reportan como porcentaje del total de ácidos grasos identificados. ME: Metil Ester. Fuente: Esta investigación.

⁸⁸ CALVACHE, I. et al. Efecto de la utilización de morera (*Morus alba*) sobre el contenido de ácidos grasos de la canal en alimentación de conejos. En: Rev. Col. Cienc. Pec. Vol. 18, No. 4 (2005), p. 362. [Disponible en Internet]: <URL:><http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/viewFile/203/200>

⁸⁹ RUIZ, J. Procedimiento de obtención de harina de hoja de morera y su uso en la elaboración de piensos de alimentación animal. Oficina española de patentes y marcas. Murcia, España. [16/10/2004]. [Disponible en Internet]: <URL: http://www.f-seneca.org/html/patentes/patentes/peoepm/2177453_b1.pdf>

Estos resultados muestran que los porcentajes de ácido linolénico para el T1 (23.013%), T2 (21.744%) y T3 (21.822%) son superiores al encontrado por Betancourt y Díaz⁹⁰, quienes obtuvieron un valor de 7.7% de ácido linolénico en la carne de cuy a partir de una alimentación a base de forrajes.

Los resultados de los tratamientos T2 y T3 de esta investigación son similares al reportado por Antúñez⁹¹, quien encontró un 21.50% de ácido linolénico en la carne de cuyes alimentados con desechos vegetales, a diferencia del T1 que fue superior con 23.013%.

Con respecto al ácido Láurico, se observa que está presente en los forrajes de Aubade y Acacia Negra en bajas cantidades, 2.564% y 2.487 respectivamente. Además, este mismo ácido graso se encuentra en una concentración menor en el músculo de los animales correspondientes a los diferentes tratamientos; esta baja presencia puede deberse a que la longitud de su cadena es corta, tal como lo menciona Cargill⁹², quien afirma que los ácidos grasos de cadena corta son solubles en agua y pueden absorberse directamente sin incorporarse en micelas.

La mayor concentración de ácido linolénico en la carne de cuy, con respecto a otros ácidos grasos, se explica con lo encontrado por Crespo y García, citados por Betancourt *et al*⁹³, quienes hallaron que el efecto directo observado con la modificación de la composición de ácidos grasos de la dieta sobre la composición de la canal se debe a que los ácidos grasos poliinsaturados son preferiblemente depositados en la grasa muscular, debido a que son incorporados en los fosfolípidos de las membranas celulares, los cuales constituyen la mayor proporción de grasa muscular.

⁹⁰ BETANCOURT y DIAZ. Op. cit.

⁹¹ ANTÚNEZ, S. Op cit.

⁹² CARGILL, H. Utilización de grasas y subproductos lipídicos en monogástricos.[disponible en internet].<URL: www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/96capituloll.pdf

⁹³ BETANCOURT, L. *et al*. Efecto del ensilaje de vísceras de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) sobre el comportamiento productivo y el contenido de ácidos omega-3 en hígado, muslos y pechuga, de pollos de engorde. [disponible en internet].<URL: <http://www.lrrd.org/lrrd17/9/beta17106.htm>

Calvache *et al*⁹⁴, obtuvieron la mayor concentración de Acido linolénico (C18:3 n-3) en hígado, músculo dorsal largo y cuadriceps femoral de conejos alimentados con una dieta de 100% de forraje de Morera (*Morus alba*); los resultados de este estudio demuestran claramente un aumento en el contenido de ácidos grasos n-3 en la canal de conejos con la inclusión de morera, demostrando que es un forraje fuente de ácido α -linolénico en la dieta.

Lo anterior demuestra que la concentración de ácido grasos esenciales en la carne del cuy depende del tipo de alimentación y estado de madurez del forraje empleado en la alimentación de los mismos.

⁹⁴ CALVACHE. Op. cit.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- La Acacia Negra reúne condiciones nutricionales adecuadas, ya que presenta una concentración relativamente alta de proteína cruda, buenos contenidos de energía, por lo que el follaje puede ser empleado como suplemento en época de escasez de forraje en niveles menores o iguales al 25%.
- La utilización del forraje de Acacia Negra en mezcla con Aubade en bajas cantidades (menores al 25%) se constituye en una alternativa alimenticia que cumple con los requerimientos nutricionales del cuy.
- Los metabolitos secundarios de la Acacia Negra pueden provocar una disminución en el desempeño productivo de los animales, debido a las características físicas y químicas de estos compuestos que influyen en el consumo, la digestibilidad, la absorción y en la utilización de los nutrientes.
- La concentración de ácidos grasos en el músculo del cuy no varió de manera significativa en los tratamientos que se incluyó Acacia Negra (T1, T2 y T3), y superaron con gran diferencia la concentración de ácidos grasos en músculo de cuyes del T0.
- La concentración de ácidos grasos en la carne del cuy depende de los niveles que contengan los alimentos suministrados, ya que éstos no sufren una modificación significativa en el tracto digestivo.
- El forraje de Acacia Negra se constituye como una buena alternativa para incrementar el contenido de ácidos grasos en la carne de cuy, mejorando la calidad nutricional de la misma.

7.2 RECOMENDACIONES

- Evaluar el comportamiento agronómico de la Acacia Negra en la región nariñense incluyendo sistemas de establecimiento, producción de follaje con diferentes frecuencias de corte y dinámica de nutrientes entre suelo, planta y animal.

- Hacer pruebas de digestibilidad del forraje de Acacia Negra en la alimentación de cuyes para determinar de una manera mucho más específica cuál es el aprovechamiento de los nutrientes de este forraje por parte de los animales.
- Debido a la presencia de altos contenidos de fibra, metabolitos secundarios en el forraje de Acacia Negra, se debe implementar estrategias como la elaboración de suplementos concentrados y cubos multinutricionales a base de harina de Acacia Negra que permitan mejorar el consumo animal.
- Realizar la técnica de cromatografía de gases en cada uno de los cortes de la canal del cuy, con el fin de diferenciar la calidad nutricional de cada uno de estos.
- Por la ratificación del valor nutricional de la canal del cuy, se debe divulgar los resultados, dando a entender a los campesinos que poseen un alimento de alta calidad que puede ser de uso indispensable para la alimentación equilibrada de su familia.
- Buscar nuevas fuentes alimenticias forrajeras, que sean capaces de influir de manera positiva sobre el contenido de ácidos grasos en el músculo de cuy, aprovechando la gran diversidad de plantas que posee nuestra región.

BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR, G., MORENO, M., PABÓN, R. y CARULLA, L. Efecto del consumo de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) o raigrás (*Lolium hybridum*) sobre la concentración de ácido linoléico conjugado y el perfil de ácidos grasos de la grasa láctea. [04 agosto 2009].<<http://www.lrrd.org/lrrd21/4/agui21049.htm>>

ALIAGA, R. Producción de cuyes. Huancayo, Perú. Universidad del Centro. 1979. p. 317.

ANTÚNEZ, S. Nutrición y genética precolombina. En: Rev. Somos No. 1103 - 92-95. Perú. 2008.

ARGUELLES. G. La conservación de los forrajes en la empresa ganadera. Contribución del proyecto especies forrajeras de la División de Proyectos Especiales de la Investigación Pecuaria del ICA, Banco Ganadero. Colombia. 1992. p 65-73.

BARTHOLAMAUS, A., DE LA ROSA, A., SANTOS, J., ACERO, L. y MOOSBRUGGER, W. El manto de la tierra. Flora de los Andes. 3ª Edición. Santafé de Bogotá, Corporación Autónoma Regional. 1998. p. 25.

BERNAL. E. Algunas características agronómicas de los raigrases. Revista Semillas, Bogotá. Acribia. 1984. p 28-32.

BETANCOURT, L., DIAZ, J., AGUILAR, X. y RIOS, J. Efecto del ensilaje de vísceras de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) sobre el comportamiento productivo y el contenido de ácidos omega-3 en hígado, muslos y pechuga, de pollos de engorde. [disponible en internet].<URL: <http://www.lrrd.org/lrrd17/9/beta17106.htm>>

BETANCOURTH, L. y DÍAZ, G. Composición de ácidos grasos de alimentos de origen animal y vegetal como fuentes potenciales de ácidos grasos omega 3. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Vol. 18:4. 2005.

CALPA, A. y MELO, S. Valoración nutritiva del ensilaje Obonuco Triticale 98 (*Triticum spp*) y Avena (*Avena sativa*) línea 15/85 y Cayuse de la alimentación de vacas Holstein mestizo en producción en el Altiplano de Pasto. Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de zootecnista. Universidad de Nariño. Pasto. 2003. p. 25.

CALVACHE, I., BETANCOURT, L., DIAZ, J. y JARAMILLO, J. Efecto de la utilización de morera (*Morus alba*) sobre el contenido de ácidos grasos de la canal en alimentación de conejos. En: Rev. Col. Cienc. Pec. Vol. 18, No. 4 (2005), p. 362. [Disponible en Internet]: <URL: <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/viewFile/203/200>>

CARGILL, H. Utilización de grasas y subproductos lipídicos en monogástricos.[disponible en internet].<URL: www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/96capituloll.pdf>

CARVAJAL, J. y VIVAS, N. Evaluación del reemplazo parcial del forraje *Axonopus sp* por Saccharina rustica en la alimentación del cuy (*Cavia porcellus*). En: Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Tomo 42, No. 3, 2008. <URL: revistas.mes.edu.cu/cjas/repositorio/00347485/tomo.../file>.

CASSO, R. y MONTERO, N. Factores antinutricionales en la alimentación de monogástricos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán; y Centro Regional Universitario Península de Yucatán. Universidad Autónoma Chapingo. 2003. [7 de junio 2010]. <URL:http://www.sianinfo.ve/porcinos/publicaciones/encuentros/viii_encuentro/roberto.htm>

CAYCEDO, A., MUÑOS, I., BASTIDAS, J., CORTÉS, M. y PERES, P. El cuy historia, cultura y futuro regional. Ed. Colombia Grafica. Pasto – Colombia, 2004. 139p.

CAYCEDO, A. Experiencias investigativas en la producción de cuyes. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Pasto (Colombia).2000. p. 97-98.

CAYCEDO, A y EGAS, L. Aspectos técnicos e investigación en la explotación cuyes (*Cavia porcellus*). Universidad de Nariño. Pasto. 1993. p 110.

CHAUCA, L. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Instituto Nacional de Investigación Agraria. Perú. 1997. <URL:<http://www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s00.HTM>>.

CHURCH, D. y POND, G. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Limusa Noriega, México, 1990. p. 438

COOPCUY. Plan de negocios. Análisis de la producción de cuyes en Nariño. 2006.

CORAL, J. y REYES, A. Evaluación de los rendimientos productivos en cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con forraje confrey (*Symphytum peregrinum*) y pasto Aubade (*Lolium* sp.). Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Zootecnista. Universidad de Nariño. Pasto. 1997. p. 17-18.

CORONADO, M., QUISPE, F., HUAMÁN, M., HURTADO, J. y ÁLVARES, I. Manual técnico para la crianza de cuyes en el Valle del Mantaro. Ed. Talleres Gráficos PRESSCOM. Huancayo, Setiembre 2007. Consultado [Septiembre 31 2009]. <URL: http://www.cadenacuy.pe/img_upload/4125a765b4ad440af6a5e3e0aead8bd5/ManualTecnicoCrianzaCuyes.pdf>

DÍAZ, S. y RECALDE, C. Valoración nutritiva de los forrajes de papayuelo (*Cnidocolus aconitifolius*) y botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en mezcla con pasto kingras (*Pennisetum hybridum*) para la alimentación de cuyes durante las fases de crecimiento y engorde. Colombia. Tesis de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Zootecnista. Pasto. 2006. p. 52

DOMINGUEZ, X. Métodos de Investigación fotoquímica. Ed. Limusa. México. 1993. p. 139-140

ECHEVERRY, S., CAYCEDO, A., ZAMORA, A., ARTURO, D., ORTEGA, E. y ENRIQUEZ, R. Determinación de rendimiento en músculo y estudio comparativo de ácidos grasos de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con forraje y suplementación. 2008

GÁLVEZ, A. Sistemas alternativos de alimentación. (CD-ROOM) p. 21. 2006.

GARCÍA, D. y MEDINA, M. Metodologías para el estudio de compuestos polifenólicos en especies forrajeras: Un enfoque histórico. En: Zootecnia Tropical, Vol. 23, No. 3, 2005, pp. 259-294. [Disponible en internet]. <URL: <http://www.bioline.org.br/abstract?zt05018>>

GEILFUS, F. El árbol al servicio del agricultor. Guía de especies. Ed. Pascual Bailón. Vol. 2. Turrialba Costa Rica. p. 558-559. 1994.

GIRALDO, A., FERNANDEZ, J. y ZAPATA, A. 1998. Potencial de la Arborea *Acacia decurrens*. 2. Su uso como suplemento bajo corte y acarreo para la producción de leche en clima frío de Colombia. Universidad Nacional de Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Producción Animal. En Agroforestería para la producción animal en América Latina. <URL: <http://www.fao.org/docrep/006/Y4435S/y4435s0k.htm>>

GONZALES, G. Plantas tóxicas de importancia en salud y producción animal en Colombia. Primera Edición. Ed. Universidad Nacional Colombia. Bogotá. 2010, p. 55-57.

GUEVARA, J. Carne de cuy enriquecida con Omega 3, mediante dieta con aceite de pescado y sacha inchi [04 agosto 2009]. <URL: <http://www.lamolina.edu.pe/gaceta/edicion2009/notas/nota125.htm>>

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA. Informe técnico final. "agricultores en la ciudad". Perú. 2007. p.160. Disponible en Internet: <URL: <http://www.inia.gob.pe/documentos/convenioinia-esp%C3%B1a%20cip.pdf>>

JARAMILLO, Y. y JIMENEZ, J. Evaluación nutricional de tres especies de árboles forrajeros en la alimentación de vacas Holstein en el trópico alto de Nariño, Colombia. Tesis de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Zootecnista. Pasto. 2000. p 70

KAJJAK, N. Avances de investigación en crianza de cuyes en la estación experimental "Santa Ana" INIA. Huancayo. Perú 2006. <URL: www.cadenacuy.pe/.../AvancesDeInvestigacionEnCrianzaDeCuyes_2.pdf>.

KURT, B. y TORSELL, B. Natural product chemistry. A mechanistic biosynthetic and ecological approach. Second edition. Stockholm. Sweden. 1997. p. 175-178

LOPEZ, J. Nutrición de monogástricos. Universidad de Nariño. Programa de Zootecnia. San Juan de Pasto. 1989. p. 389.

MAYNARD, L., LOOSLI, J., HINTZ, H. y WARNER, R. Nutrición animal. México, McGraw-Hill, 1992. 683 p.

MARTINEZ, D. Requerimientos nutricionales del cuy. En: Primer Curso Internacional de cuyicultura. Memorias del Primer Curso Internacional de cuyicultura. Ibarra. ASOPRAN, 2008

Mecanismos de protección. Balance de ácidos grasos Omega-6/Omega-3 (en vegetales, pescados y mariscos). En: Ciencia, Vino y Salud. Pontificia Universidad Católica de Chile Vol. 6 · Nº 1. [en línea]. Sept. 2002. <URL: <http://www.bio.puc.cl/vinsalud/boletin/61mecani.htm>>.

MEDRANO, L. Informe técnico final, Evaluación del valor nutritivo y uso en dietas para rumiantes del follaje de árboles utilizables en sistemas

silvopastoriles del trópico de alturas. Pasto, Nariño, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) - Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (PRONATTA). 1999. p 57.

MURGUEITIO, E. e IBRAHIN, M. Agroforestería pecuaria para la reconversión de la ganadería latinoamericana. *Livestock Research Rural Development* (13) 3. 2001. [Disponible en internet]<URL: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/3/murg133.htm>>

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of laboratory animals. National Academy of Science. Washington. 1978, p.96. (NRC)

OLIVEIRA, C., GUERREIRO, C y COELHO DOS REIS, T. Substâncias tóxicas ou anti-nutricionais dos alimentos para animais. Módulo de Nutrição. Faculdade de Medicina Veterinária. Universidade Técnica de Lisboa. Janeiro de 2001. p. 15. Disponible en < URL: <http://www.alpetratina.net/consulting/Downloads/SubsToxicas.pdf> >

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN Y LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD ROMA. Grasas y aceites en la nutrición humana. [19-26 de octubre de 1993]. Fecha de consulta [23 de agosto 2009] <URL:<http://www.fao.org/docrep/v4700s/v4700s00.htm#Contents>>

OTERO, M. e HIDALGO, L. Taninos condensados en especies forrajeras de clima templado: efectos sobre la productividad de rumiantes afectados por parasitosis gastrointestinales. *Livestock Research for Rural Development* 16(2). [04 agosto 2009]. <URL:http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/64-taninos_en_forrajeras.htm#_top>

QUICENO, J. y MEDINA, M. La *Acacia decurrens* Will fuente potencial de biomasa nutritiva para la ganadería del trópico de altura. *Livestock Research for Rural Development*. Volumen 18, artículo #12. 2006. [Septiembre 20 de 2009]. <URL:<http://www.lrrd.org/lrrd18/12/quic18166.htm>>

RAMIREZ, S e HIDALGO, F. Evaluación de algunos recursos forrajeros en el engorde de cuyes (*Cavia porcellus*). Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Zootecnista. Facultad de ciencias pecuarias. Pasto Colombia. 1998. p 57.

RUIZ, J. Procedimiento de obtención de harina de hoja de morera y su uso en la elaboración de piensos de alimentación animal. Oficina española de patentes y marcas. Murcia, España. [16/10/2004]. [Disponible en Internet]:

<URL:http://www.f-seneca.org/html/patentes/patentes/peoepm/2177453_b1.pdf >

SILVA, J. Establecimiento y manejo de praderas de clima frío. Pasto. Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). 1992. p 20.

Standardization of analytical methodology for feeds. Proceedings of workshop held in Ottawa, Canada. 12-14 March 1979. p. 53-54

SUAREZ, S. y BRAVO, F. Evaluación de algunos recursos forrajeros en el engorde de cuyes (*Cavia porcellus*). Colombia. Tesis de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Zootecnista. Pasto. 1998. p. 61

TORRES, L.; ARAGON, L. y SILVA, A. Efecto de la Acacia (*Acacia decurrens*) en el desarrollo y producción del pasto Aubade (*Lolium multiflorum*, Lam). Artículo científico presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia. 2009.

VARGAS, Y. y CHAUCA, L. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria. Universidad Alas Peruanas. Lima. 2006. Tomado de <http://www.inia.gob.pe/documentos/trabajos2006-.pdf>. [5 Nov 2008]

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para consumo de MS

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Valor P. para F
Modelo	4,00000	10099,42295	2524,856	110.1	<0.0001**
Error	127,00000	2911,66942	22,92653		
Total	131,00000	13011,09237			

**($P < 0.01$) = Altamente significativo; *($P < 0.05$) = Significativo; NS = No significativo

R-Cuadrado	Coefficiente de Variación	Media Consumo MS
0,7762160	9,3864320	51,01156

Anexo 2. Prueba de Tukey para consumo de MS

Prueba Tukey para consumo de MS			
Tukey	Medias	N	Tratamientos
A	54,758	33	T0
A	53,891	33	T1
B	49,963	33	T2
C	45,435	33	T3

Letras diferentes: Existen diferencias altamente significativas
Fuente: Esta Investigación

Anexo 3. Aporte nutricional según el consumo real de MS

T0		Cantidad de alimento	Ms	Cant. Prot.	Cant. E.	Cant. FC	Cant. Ca	Cant. P		
Aubade	1,00	350,00	60,52	7,76	1451,15	11,50	0,15	0,25	% PROTEINA	11,67
Acacia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
TOTAL	1,00	350,00	66,50	<u>7,76</u>	<u>1451,15</u>	<u>11,50</u>	<u>0,15</u>	<u>0,25</u>		

T3		Cantidad de alimento	Ms	Cant. Prot.	Cant. E.	Cant FC	Cant. Ca	Cant. P		
Aubade	0,25	87,50	15,13	1,94	362,79	2,87	0,04	0,00	% PROTEINA	19,43
Acacia	0,75	262,50	95,18	19,49	2895,45	31,95	0,54	0,19		
TOTAL	1,00	350,00	110,31	<u>21,43</u>	<u>3258,24</u>	<u>34,83</u>	<u>0,58</u>	<u>0,19</u>		

T2		Cantidad de alimento	Ms	Cant. Prot.	Cant. E.	Cant FC	Cant. Ca	Cant. P		
Aubade	0,50	175,00	30,26	3,88	725,57	5,75	0,07	0,13	% PROTEINA	18,01
Acacia	0,50	175,00	63,46	13,00	1930,30	21,30	0,36	0,13		
TOTAL	1,00	350,00	93,71	<u>16,87</u>	<u>2655,88</u>	<u>27,05</u>	<u>0,43</u>	<u>0,25</u>		

T1		Cantidad de alimento	Ms	Cant. Prot.	Cant. E.	Cant FC	Cant. Ca	Cant. P		
Aubade	0,75	262,50	45,39	5,82	1088,36	8,62	0,11	0,19	% PROTEINA	15,97
Acacia	0,25	87,50	31,73	6,50	965,15	10,65	0,18	0,06		
TOTAL	1,00	350,00	77,11	<u>12,32</u>	<u>2053,51</u>	<u>19,27</u>	<u>0,29</u>	<u>0,25</u>		

Anexo 4. Análisis de varianza para la ganancia de peso/día (g)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Valor P. para F
Modelo	4	118,31224	29,57806	1,46	0,2175 NS
Error	127	2568,337338	20,22313		
Total	131	2686,649578			

**($P < 0.01$) = Altamente significativo; *($P < 0.05$) = Significativo; NS = No significativo

R-cuadrado	Coefficiente de Variación	Media Ganancia de peso día
0,044037	87,68152	5,128804

Anexo 5. Prueba de Tukey para ganancia de peso/día (g)

Prueba Tukey para ganancia de peso día			
Tukey	Medias	N	Tratamientos
A	6,392	33	T0
A	5,593	33	T1
A	4,287	33	T2
A	4,243	33	T3

Letras iguales: No existen diferencias significativas
Fuente: Esta Investigación

Anexo 6. Análisis de varianza para conversión alimenticia

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Valor P. para F
Modelo	4	3559,276573	889,819143	22.52	<.0001**
Error	139	5492,035913	39,511050		
Total	143	9051,312486			

**($P < 0.01$) = Altamente significativo; *($P < 0.05$) = Significativo; NS = No significativo

R-Cuadrado	Coefficiente de Variación	Media Conversion Alimenticia
0.393233	46,61915	13,48326

Anexo 7. Prueba de Tukey para conversión alimenticia

Prueba Tukey-Kramer para conversión alimenticia			
Tukey	Medias	N	Tratamientos
A	20.057	36	T3
B	14.372	36	T2
B	11.019	36	T1
C	8.485	36	T0

Letras diferentes: Existen diferencias altamente significativas
Fuente: Esta Investigación

Anexo 8. Análisis de varianza para rendimiento en canal

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Valor P. para F
Modelo	3	263,8856260	87,9618753	3.98	0.0526 NS
Error	8	176,9865167	22,1233146		
Total	11	440,8721427			

** $(P < 0.01)$ = Altamente significativo; * $(P < 0.05)$ = Significativo; NS = No significativo


R-Cuadrado	Coefficiente de Variación	Media Rendimiento en canal
0.598554	9,576851	49,11367

Anexo 9. Prueba de Tukey para rendimiento en canal

Prueba Tukey para rendimiento en canal				
Agrupación Tukey	Medias	N	Tratamientos	
	A	54.245	3	T0
B	A	51.314	3	T1
B	A	49.315	3	T2
B		41.580	3	T3

Fuente: Esta Investigación

Anexo 10. Análisis químico proximal de la Acacia Negra (*Acacia decurrens*)


 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS	Código: LBE-PRS-FR-76
		Página: 1 de 1
		Versión: 1
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA	Vigente a partir de: 26/04/2010

DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No.	LB-R-052B-10
Solicitante:	Javier Villarreal	Muestra	Acacia negra. <i>Acacia decurrens</i>	Código lab	517
Dirección:	Cra 40 No. 17 - 30, B/ El Dorado. Pasto	Procedencia	Granja Experimental Botana		
cc / nit:	1085267286	Altitud	T° promedio	Altura corte	
Teléfono:	3127889473	Fecha de Muestreo	DD 17 MM 05 AA 10		
e-mail	reivaj_1921@hotmail.com	Fecha Recepción Muestra	DD 18 MM 05 AA 10		
		Fecha Reporte	DD 11 MM 06 AA 10		
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energía, Calcio, Fósforo			

PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	Acacia negra	
					B.H.	B.S.
Humedad			g/100g		63,74	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g		36,26	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g		1,68	4,65
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g		0,92	4,23
Fibra cruda	Digestión ácida-básica	Gravimétrica	g/100g		12,17	33,57
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g		7,43	20,48
Extracto No Nitrogenado			g/100g		14,06	37,07
Fibra Detergente Neutro	Van Soest	Gravimétrica	g/100g			
Fibra Detergente Ácido	Van Soest	Gravimétrica	g/100g			
Lignina	Van Soest	Gravimétrica	g/100g			
Celulosa	Van Soest	Gravimétrica	g/100g			
Hemicelulosa	Van Soest	Gravimétrica	g/100g			
Proteína verdadera	Agua caliente	Gravimétrica	g/100g			
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g		170	468
Nitrógeno	Kjeldahl	Volumétrica	g/100g			
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/100g		0,21	0,57
Fósforo	Oxidación húmeda, Colorimetría	Espectrofotométrica	g/100g		0,07	0,20
Magnesio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/100g			
Potasio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/100g			
Azufre	Oxidación húmeda, Turbidimetría	Espectrofotométrica	g/100g			
Cobre	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/Kg			
Manganeso	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/Kg			
Zinc	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/Kg			
Hierro	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/Kg			
Carbohidratos Totales	Hidrólisis directa, Nelson	Espectrofotométrica	g/100g			
OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA Muestras oreadas					


 Gloria Sandra Espinosa Narváez
 Téc. Laboratorio Bromatología

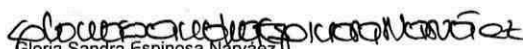
Anexo 11. Análisis químico proximal del Aubade (*Lolium sp.*)

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS	Código: LBE-PRS-FR-76
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA	Página: 1 de 1
		Versión: 1
		Vigente a partir de: 26/04/2010

DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No.	LB-R-052A-10
Solicitante:	Javier Villarreal	Muestra	Aubade. <i>Lolium sp</i>	Código lab	516
Dirección:	Cra 40 No. 17 - 30 B/ El Dorado. Pasto	Procedencia	Granja Experimental Botana		
cc / nit:	1085267286	Altitud	T° promedio	Altura corte	
Teléfono:	3127889473	Fecha de Muestreo	DD 17 MM 05 AA 10		
e-mail	reivaj_1921@hotmail.com	Fecha Recepción Muestra	DD 18 MM 05 AA 10		
		Fecha Reporte	DD 11 MM 06 AA 10		

ANÁLISIS SOLICITADO	Proximal, Energía, Calcio, Fósforo
----------------------------	------------------------------------

PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	Aubade	
					B.H.	B.S.
Humedad			g/100g		82,71	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g		17,29	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g		1,99	11,50
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g		0,44	2,53
Fibra cruda	Digestión ácida-básica	Gravimétrica	g/100g		7,01	19,01
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g		2,22	12,82
Extracto No Nitrogenado			g/100g		5,63	54,15
Fibra Detergente Neutro	Van Soest	Gravimétrica	g/100g			
Fibra Detergente Ácido	Van Soest	Gravimétrica	g/100g			
Lignina	Van Soest	Gravimétrica	g/100g			
Celulosa	Van Soest	Gravimétrica	g/100g			
Hemicelulosa	Van Soest	Gravimétrica	g/100g			
Proteína verdadera	Agua caliente	Gravimétrica	g/100g			
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g		64	369
Nitrógeno	Kjeldahl	Volumétrica	g/100g			
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/100g		0,04	0,24
Fósforo	Oxidación húmeda, Colorimetría	Espectrofotométrica	g/100g		0,07	0,42
Magnesio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/100g			
Potasio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/100g			
Azufre	Oxidación húmeda, Turbidimetría	Espectrofotométrica	g/100g			
Cobre	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/Kg			
Manganeso	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/Kg			
Zinc	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/Kg			
Hierro	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/Kg			
Carbohidratos Totales	Hidrólisis directa, Nelson	Espectrofotométrica	g/100g			
OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA Muestras oreadas					


 Gloria Sandra Espinosa Narváez
 Téc. Laboratorio Bromatología

Anexo 12. Resultados cromatografía de gases para músculo y forrajes



UNIVERSIDAD DE NARIÑO
SECCION DE LABORATORIOS ESPECIALIZADOS
AREA DE CROMATOGRAFIA

San Juan de Pasto, Junio 16, 2010
Solicitante: Javier Villareal
Identificación: 1085267286
Dirección: Carrera 40 No 17-60

Tipo de Muestra: Musculo de cuy y pastos
Análisis Solicitado: Ácidos Grasos
Nº de muestras: seis (6)
Fecha de Muestreo:

Características de las Muestras:

Muestra 01: Musculo de cuy Tratamiento 0
Muestra 02: Musculo de cuy Tratamiento 1
Muestra 03: Musculo de cuy Tratamiento 2
Muestra 04: Musculo de cuy Tratamiento 3
Muestra 05: Pastos Aubade
Muestra 06: Pastos Acacia

ANALISIS POR CROMATOGRAFIA DE GASES GC-FID

1. Condiciones de Análisis:

Equipo: Cromatógrafo de Gases SHIMADZU GC-17 A.
Detector: Ionización en llama (FID).
Columna: Columna Capilar Supelcowax-10 (30m x 0,25mm ID 0,25µm).
Gas Carrier: Helio UAP (99,995%) a flujo de 1.0 mL/min
Inyector: Temperatura Inyector: 250°C. Modo Inyección: Split 20:1
Detector: Detector FID Temperatura: 280°C.

- 2. Análisis de las Muestras:** Se realizo extracciones soxleth con hexano de los ácidos grasos de cada muestra, se sometieron los extractos a derivatización con HCl/MeOH 5% (v/v) y se extrajo con Hexano. La identificación se realizó con estándares de FAMES (Altech) con un 95%

3. Resultados:

Identificación	Muestra N° 01	Cantidad relativa % ⁽¹⁾
Acido Láurico ME		4.042
Acido Linolénico ME		16.628

⁽¹⁾: Normalizado Respecto a todos los picos
ME: Metil Ester

Identificación	Muestra N° 02	Cantidad relativa % ⁽¹⁾
Acido Láurico ME		5.407
Acido Linolénico ME		23.013

⁽¹⁾: Normalizado Respecto a todos los picos
ME: Metil Ester

Identificación	Muestra N° 03	Cantidad relativa % ⁽¹⁾
Acido Láurico ME		5.712
Acido Linolénico ME		21.744

⁽¹⁾: Normalizado Respecto a todos los picos
ME: Metil Ester

Identificación	Muestra N° 04	Cantidad relativa % ⁽¹⁾
Acido Láurico ME		1.540
Acido Linolénico ME		21.822

⁽¹⁾: Normalizado Respecto a todos los picos
ME: Metil Ester

Identificación	Muestra N° 05	Cantidad relativa % ⁽¹⁾
Acido Valérico ME		4.736
Acido Láurico ME		2.564
Acido Linolénico ME		12.692

⁽¹⁾: Normalizado Respecto a todos los picos
ME: Metil Ester

Identificación	Muestra N° 06	Cantidad relativa % ⁽¹⁾
Acido Láurico ME		2.487
Acido Linolénico ME		9.049

⁽¹⁾: Normalizado Respecto a todos los picos
ME: Metil Ester

Cordialmente,

Juan Pablo Jimenez Mora
Químico Laboratorio de Cromatografía
Universidad de Nariño

Ciudad Universitaria Torobajo - Bloque Laboratorios Especializados - Teléfonos 7311449-7314477 Ext 220