

UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE ACEITE DE PALMA AFRICANA
(*Elaeis guineensis* J) EN DIETAS PARA CUYES EN LAS FASES DE
CRECIMIENTO Y ENGORDE

NEREIDA YAKELIN FIGUEROA VILLOTA
PAULA NATALIA PALMA POLO

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
PASTO - COLOMBIA
2006

UTILIZACION DE DIFERENTES NIVELES DE ACEITE DE PALMA AFRICANA
(*Elaeis Guineensis J*) EN DIETAS PARA CUYES EN LAS FASES DE
CRECIMIENTO Y ENGORDE

NEREIDA YAKELIN FIGUEROA VILLOTA
PAULA NATALIA PALMA POLO

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al Título de
Zootecnista

Presidente:
ALBERTO CAYCEDO VALLEJO
Ing. Agrónomo, M. Sc.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
PASTO - COLOMBIA
2006

"Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado, son responsabilidad exclusiva de sus autores".

Artículo 1°: del acuerdo No 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de Aceptación

ALBERTO CAYCEDO VALLEJO
Presidente

OSCAR MONCAYO OTERO
Jurado Delegado

JUAN FERNANDO URBANO
Jurado

San Juan de Pasto, noviembre de 2006

DEDICATORIA

Este proyecto culminado no hubiera sido posible sin la ayuda de mis padres (Medardo Figueroa y Fanny Villota) gracias por tanto amor, comprensión y confianza.

A mi hija (Danna) esto es por ti y para ti.

A mi compañera de tesis (Natalia Palma) por su amistad y sobre todo por tanta paciencia.

A mi Universidad, por darme la oportunidad de aprender y de haber vivido una experiencia maravillosa.

A esa fuerza espiritual que siempre me acompañó, que me lleno de fuerza, que transformo mi alma en sencilla y hecha de valor para grandes cosas. Gracias por permitirme vivir, soñar y dejarme abrazar cada día por una ilusión que hoy veo culminada.

NEREIDA YAKELIN FIGUEROA VILLOTA

DEDICATORIA

En primer lugar gracias a Dios, por hacer de mí una persona capaz de realizar cada sueño, éste es uno de ellos y sé que gracias a él he podido culminarlo y continuar con muchos más.

A mi Madre, por enseñarme que la vida esta llena de cosas adversas, y que sólo las personas inteligentes y capaces saben aprender de ellas y seguir adelante.

A mis hermanos, porque son una de las razones de mi existir.

A Javier, por su apoyo, su comprensión y todo el amor que me brinda cada día.

A mi amiga y compañera Nereida; por su comprensión y cariño, pero sobre todas las cosas por su amistad, que Dios te bendiga siempre.

A todos mis compañeros y profesores, si bien es cierto que se valoran a las personas cuando no están, aprovecho esta oportunidad para recordarlos y profesarles mi gran aprecio.

PAULA NATALIA PALMA POLO

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

ALBERTO CAYCEDO VALLEJO

I.A. M. Sc.

OSCAR MONCAYO OTERO

Zootecnista.

JOSE MARIO CALLE

Ing. Industrial

HENRY PERALTA

Guía Palmeiras

LESVY RAMOS OBANDO

Zoot., Ing. Acuícola.

LUIS ALFONSO SOLARTE PORTILLA

Zoot.

Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño.

Al personal que labora en la Granja Experimental de Botana.

Al personal administrativo y laboral de la planta de Extracción de Aceite de Palma Africana Palmeiras de Tumaco.

A Todas las personas que de una u otra forma, contribuyeron a la culminación del presente trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	21
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	22
3. OBJETIVOS	23
3.1 OBJETIVO GENERAL	23
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
4. MARCO TEÓRICO	24
4.1 NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN	24
4.1.1 Proteína	25
4.1.2 Energía	26
4.1.3 Fibra	26
4.1.4 Grasa	26
4.1.5 Vitaminas	27
4.2 FISILOGIA DIGESTIVA DEL CUY	27
4.3 IMPORTANCIA DE LAS GRASAS	28
4.3.1 Aspectos nutricionales de los aceites y grasas	28
4.3.2 Digestión, absorción y metabolismo de las grasas	29
4.3.2.1 Digestión	29
4.3.2.2 Absorción	30
4.3.2.3 Metabolismo	30
4.3.2.4 Transporte y almacenamiento de las grasas	32
4.4 EL ACEITE DE PALMA AFRICANA (<i>Elaeis guinnensis</i> J)	33
4.4.1 Proceso agroindustrial	33
4.4.2 Productos de la Palma de Aceite	35

	Pág.
4.4.3 Composición del Aceite de Palma	35
4.4.4 Utilización del Aceite de Palma en la producción animal	36
4.5 SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN CON PASTOS	39
4.5.1 Pasto Aubade (<i>Lolium sp.</i>)	39
4.6 RENDIMIENTO EN CANAL	40
4.7 COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN LA CARNE DEL CUY.	40
5. DISEÑO METODOLOGICO	42
5.1 LOCALIZACIÓN	42
5.2 INSTALACIONES Y EQUIPOS	42
5.3 ANIMALES	42
5.4 ALIMENTACIÓN	43
5.5 TRATAMIENTOS	43
5.6 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	45
5.7 VARIABLES EVALUADAS	46
5.7.1 Consumo de alimento	46
5.7.2 Ganancia de peso	46
5.7.3 Conversión alimenticia	46
5.7.4 Rendimiento en canal	46
5.7.5 Manejo sanitario	47
5.7.6 Análisis parcial de costos	47
6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	48
6.1 FASE DE CRECIMIENTO	48
6.1.1 Consumo de alimento	49
6.1.2 Ganancia de peso	50
6.1.3 Conversión alimenticia	51
6.1.4 Mortalidad	53
6.2 FASE DE ENGORDE	53
6.2.1 Consumo de alimento	53
6.2.2 Ganancia de peso	55

	Pág.
6.2.3 Conversión alimenticia	56
6.2.4 Rendimiento en canal	57
6.2.5 Análisis parcial de costos	58
6.2.6 Mortalidad	62
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
7.1 CONCLUSIONES	63
7.2 RECOMENDACIONES	64
BIBLIOGRAFÍA	65
ANEXOS	66

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Requerimientos Nutritivos para cuyes en las fases de crecimiento y engorde.	25
Tabla 2. Composición química del Aceite de Palma Africana	38
Tabla 3. Composición de ácidos grasos de carne de chigüiro (<i>Hydrochaeris hidrechaeris</i>), y cuy (<i>Cavia porcellus</i>)	41
Tabla 4. Consumo de Pasto Aubade (<i>Lolium sp.</i>) en materia verde y suplemento de acuerdo a la edad del animal.	44
Tabla 5. Ingredientes y Composición de los tratamientos para cuyes en fase de crecimiento.	44
Tabla 6. Ingredientes y Composición de los tratamientos para cuyes en fase de engorde.	45
Tabla 7. Rendimientos productivos en cuyes alimentados con diferentes niveles de Palma Africana en la fase de crecimiento.	48
Tabla 8. Rendimientos productivos en cuyes alimentados con diferentes niveles de Palma Africana en la fase de engorde.	54
Tabla 9. Resultados económicos en cada uno de los tratamientos.	60

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama proceso metabolismo, digestión y absorción de las grasas.	31
Figura 2. Diagrama del proceso de extracción del Aceite de Palma Africana (<i>Elaeis guineensis J.</i>)	37
Figura 3. Consumo diario de alimento (materia seca g/día) en la fase de crecimiento.	50
Figura 4. Ganancia de peso (g) día/animal en la fase de crecimiento.	51
Figura 5. Conversión alimenticia en la fase de crecimiento.	52
Figura 6. Consumo de alimento (materia seca g/día) en la fase de engorde.	55
Figura 7. Ganancia de peso (g) día/animal en la fase de engorde.	56
Figura 8. Conversión alimenticia en la fase de engorde.	57
Figura 9. Rendimiento en canal (%).	58
Figura 10. Rentabilidad por periodo.	59
Figura 11. Costo de producción por animal.	61
Figura 12. Rentabilidad por periodo para una explotación con 823 cuyes permanentes.	62

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Composición química de materia primas utilizadas en la elaboración del suplemento.	66
Anexo B. Análisis químico bromatológico del pasto Aubade (<i>Lolium sp.</i>).	67
Anexo C. Consumo real de materia seca en la fase de crecimiento.	68
Anexo D. Composición químico bromatológica de los suplementos en las fase de crecimiento y del pasto Aubade (<i>Lolium sp.</i>).	69
Anexo E. Consumo diario de alimento (materia seca g/día) en la fase de crecimiento y análisis de varianza.	70
Anexo F. Prueba de medias de Duncan para consumo de materia seca en etapa de crecimiento.	71
Anexo G. Consumo de alimento en la fase de crecimiento.	72
Anexo H. Ganancia diaria de peso (g/animal/día) en la fase de crecimiento y análisis de varianza.	73
Anexo I. Pesos promedios semanales para cada tratamiento.	74
Anexo J. Conversión alimenticia en la etapa de crecimiento y análisis de varianza.	75
Anexo K. Consumo real de materia seca en engorde.	76
Anexo L. Composición bromatológica de los suplementos en la fase de engorde y del pasto Aubade (<i>Lolium sp.</i>).	77
Anexo M. Consumo diario de alimento (materia seca g/día) en la fase de engorde y análisis de varianza.	78
Anexo N. Prueba de medias de Duncan para la variable de consumo de alimento en la etapa de engorde.	79

Anexo O. Consumo de alimento en la fase de engorde.	80
Anexo P. Ganancia diaria de peso (g/animal/día) en la fase de engorde y análisis de varianza.	81
Anexo Q. Prueba de medias de Duncan para la variable ganancia diaria de peso (g/animal/día) en la fase de engorde.	82
Anexo R. Pesos promedios semanales para cada tratamiento.	83
Anexo S. Conversión alimenticia en la fase de engorde y análisis de varianza.	84
Anexo T. Rendimiento en canal y análisis de varianza.	85
Anexo U. Análisis económico para una explotación con 823 animales permanentes alimentados con pasto Aubade y suplemento con el 0% de aceite de palma (T0).	86
Anexo V. Análisis económico para una explotación con 823 animales permanentes alimentados con pasto Aubade y suplemento con el 2% de aceite de palma (T1).	87
Anexo W. Análisis económico para una explotación con 823 animales permanentes alimentados con pasto Aubade y suplemento con el 4% de aceite de palma (T2).	88
Anexo X. Análisis económico para una explotación con 823 animales permanentes alimentados con pasto Aubade y suplemento con el 6% de aceite de palma (T3).	89
Anexo Y. Análisis económico para una explotación con 823 animales permanentes alimentados con pasto Aubade y suplemento con el 8% de aceite de palma (T4).	90

GLOSARIO

ÁCIDOS GRASOS SATURADOS: químicamente todos los átomos de C (menos el terminal) están unidos a 2 átomos de H (saturados de H). Este tipo de grasa proviene del reino animal, son sólidos a temperatura ambiente.

ÁCIDOS GRASOS INSATURADOS: se dividen en ácidos monoinsaturados y poliinsaturados, provenientes en general del reino vegetal, líquidos a temperatura ambiente. Los monoinsaturados tienen los 2 átomos de C situados de forma consecutiva y están unidos a 1 sólo átomo de H, por lo que son capaces de fijar más H. El mejor representante es el oleico. Los poliinsaturados poseen 2 o más pares de átomos de C insaturados, se oxidan con facilidad permitiendo la formación de radicales libres. El más frecuente es el linoleico.

ACEITE REFINADO: indica que el aceite fue obtenido por métodos químicos, donde se realiza la extracción por medio de solventes químicos antes de refinarse.

ANÁLISIS BROMATOLÓGICO: es la determinación en porcentaje, de la fracción de un alimento en cuanto a materia seca, proteína, fibra, ceniza, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno.

ENERGÍA DIGESTIBLE: es la aprovechada por el animal. Resulta de restar a la energía bruta de un alimento la energía perdida en la digestión.

MATERIA SECA: componente que resulta de un material analizado (alimento) libre de humedad y que generalmente se da en términos de porcentaje.

RENTABILIDAD: utilidad o beneficio que rinde una empresa o explotación.

SUBPRODUCTO: es el residuo de un proceso o transformación de un alimento y que también posee características nutricionales.

SUPLEMENTO: alimento que suple las necesidades nutricionales del animal.

VALOR NUTRITIVO: balance de nutrientes de un alimento para garantizar a los animales la asimilación y el aprovechamiento del mismo, para el crecimiento y producción.

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en la Granja Experimental Botana de la Universidad de Nariño, localizada en la vereda Botana Municipio de Pasto a 8 km del casco urbano, vía Pasto – Ipiales, a una altura de 2820 m.s.n.m., con una precipitación anual de 1059 y una temperatura de 12⁰C en promedio, una humedad relativa de 80% y un brillo solar de 1,130 horas.

Se utilizaron 150 animales machos mejorados, destetos con un peso promedio de 250 gr. El objetivo principal fue evaluar la utilización de varios niveles de aceite de palma en suplemento para cuyes durante la fase de crecimiento y engorde.

Los tratamientos utilizados fueron: T0: Pasto Aubade + suplemento sin aceite de palma, T1: Pasto Aubade + suplemento con 2% de aceite de palma, T2: Pasto Aubade + suplemento con 4% de aceite de palma, T3: Pasto Aubade + suplemento con 6% de aceite de palma, T4: Pasto Aubade + suplemento con 8% de aceite de palma.

Se utilizó un diseño irrestrictamente al azar (DIA) con 5 tratamientos y 3 réplicas por tratamiento, cada una con 10 unidades experimentales. Se realizó el análisis de varianza (ANDEVA), para las variables consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento en canal.

Los resultados obtenidos para el consumo de alimento en las fases de crecimiento y engorde presentan diferencias altamente significativas a favor del tratamiento que contiene Aceite de Palma Africana.

El consumo de materia seca tanto en la fase de crecimiento, como en la fase de engorde fue bajo para el tratamiento testigo (T0). Los tratamientos 3 y 4 presentaron los valores más altos conteniendo porcentajes de aceite de palma de 6 y 8 % respectivamente.

El mayor peso promedio final, lo obtuvo el tratamiento 4, factor que influyó para producir los mejores ingresos por venta de animales y así mismo la rentabilidad mensual más alta.

Los costos de alimentación más bajos los presentó el tratamiento 1, teniendo en cuenta que los menores consumos y los pesos finales más bajos, fueron obtenidos también por este tratamiento

En términos económicos la mejor alternativa la tiene el tratamiento 4 al presentar el ingreso más alto por venta de animales y la mejor rentabilidad.

La aplicación proyectada para una explotación comercial con 250 hembras y una población permanente de 823 animales alimentados con cada uno de los tratamientos evaluados, los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento 4 que muestra que el buen incremento de peso y menor costo por animal reflejando notablemente una mejor rentabilidad.

ABSTRACT

This work was carried out in Botana experimental farm which belongs to the University of Nariño, Botana is a small village 8 km far from the capital of the department Pasto the urban area, on the road Pasto - Ipiales. Its altitude is 2820 m.s.n.m and presents annual precipitations of 1059; it also shows a temperature of 12°C average, an 80% of relative humidity and solar shining of 1130 hours.

One hundred and fifty male improved animals whit a weight of 250 gr, average were needed. Evaluating the use of different levels of palm tree oil in supplement for guinea pigs was the main objetif during the growing and fattening.

These were the treatments used: T0: Aubade Pasture + supplement without palm tree oil, T1: Aubade Pasture + supplement whit 2% of palm tree oil, T2: Aubade Pasture + supplement whit 4% of palm tree oil, T3: Aubade Pasture + supplement whit 6% of palm tree oil, T4: Aubade Pasture + supplement whit 8% of palm tree oil.

A strict random design was applied (day), whit five treatments and tree copies by treatment, each one with ten experimental units the variance analysis (ANDEVA) was developed, for the variables food consumption, weight gaining, food conversion and canal performance.

The results obtained for food consumption in the growing and fattening phases present significant differences in favour of the treatment that contains African palm oil.

The dry matter consumption as well in growing phase as in the fattening one was low in to witness.

The treatments 3 and 4 presented the highest of the values containing 6% and 8% of palm oil, respectively.

The major average final weight was obtained by treatment 4, this was a factor that influence the production of the best of the profits for selling animals, and also the highest at the end of the month.

The lowest costs of food were presented by treatment 1; taking into account this treatment produced the lowest consumptions and final weights.

The best of the economical alternatives was produced by treatment 4, which presented the highest of the entrances and profits by selling animals.

The expected commercial application whit 250 female animals and a permanent population of 823 animals fed whit each one of the treatments; the best results were obtained with the fourth one, which shows the good increment of weight and lower costs for each animal, producing better profits.

INTRODUCCIÓN

La alimentación es un factor fundamental en una explotación de cuyes además exige una planificación adecuada que garantice una producción acorde al potencial genético de esta especie. Es importante conocer las necesidades alimenticias de cada fase de estado fisiológico, para elegir un sistema de alimentación con materias primas que garanticen una composición capaz de suplir los requerimientos nutricionales, disminuyendo a la vez los costos de producción.

El mayor desarrollo de la producción de cuyes, se ha venido dando en zonas de clima frío y medio, donde el alimento básico esta constituido por pastos y forrajes ricos en proteína, que reemplazan adecuadamente este nutriente, sin embargo; la principal limitante de estas fuentes alimenticias es la energía, por lo que esta situación exige la búsqueda de nuevas alternativas energéticas para suplir las necesidades de la industria pecuaria (Syngenta, 2004)¹.

Colombia, en la última década, dejó de ser autosuficiente en la producción de cereales y pasó a ser importador neto de este tipo de alimentos, aproximadamente en un 75% del maíz que se requiere. El maíz es un cereal de gran importancia en la alimentación animal como fuente de energía, con altas producciones en países como EE.UU., Brasil, China, y Argentina entre otros, donde su utilización en concentrados está entre un 60 y 65% y tan sólo un 5% es destinado a las industrias para el consumo humano (M. López, 2005)².

El aceite de palma en la alimentación animal es utilizado con el fin de incrementar el nivel energético de las dietas y proporcionar ácidos grasos necesarios para su normal desarrollo. Su utilización en la alimentación de cuyes como fuente energética de alto poder calórico puede ser ventajosa porque además de suplir las necesidades del animal mejora el sabor de la dieta. Nariño es un departamento que tiene condiciones favorables para la producción de esta materia prima cuya inclusión en los concentrados y suplementos puede ser una alternativa susceptible a investigaciones. Bajo estas consideraciones, el objetivo del presente trabajo fue evaluar varios niveles de aceite de palma como fuente de energía en suplementos para cuyes durante las fases de crecimiento y engorde.

¹ SYNGENTA. El maíz y su importancia. Arch. Agron. [online]. nov. 2004, [citado 10 febrero 2006], P. 22-25. Disponible en la World Wide Web: <<http://www.syngentaseeds.es/sugerencias/avisolegal.htm>

² M. López. El maíz y la alimentación humana. Arch. Nutric. [online]. ene. 2005, [citado 25 enero 2006], Disponible en la World Wide Web: <http://apuntes.rincondelvago.com/el-maíz-en-la-alimentación-humana.html>

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

La producción de cuyes en el Departamento de Nariño se lleva a cabo en pequeñas explotaciones campesinas, donde suele ser un complemento a otras actividades agropecuarias y caracterizadas por presentar bajos parámetros tanto productivos como reproductivos, ocasionados por deficiencias en el manejo de la reproducción, alimentación, alojamiento y sanidad, entre otras. Se estima que en el departamento de Nariño el inventario de la explotación cuyícola es de 1.285.209 animales, correspondiendo en un 78% a hembras y 22% machos (DANE)³.

La alimentación juega un papel muy importante si se pretende obtener mejores resultados, teniendo en cuenta los requerimientos nutricionales de acuerdo a la fase productiva del animal. Lo anterior conlleva a la necesidad de investigar sobre nuevas fuentes alimenticias que sean económicas y disponibles en el medio, como es el aceite de Palma Africana, siendo esta una fuente energética de fácil adquisición y que en diferentes niveles y en combinación con otras materias primas puede suplir satisfactoriamente los requerimientos del animal.

El contenido de energía en la ración es un factor determinante para el buen desarrollo del animal, éste se ve afectado si la alimentación se realiza únicamente a base de forraje, situación que mejoraría al suministrar una ración balanceada incluyendo pasto y suplemento a voluntad, utilizando una fuente energética como lo es el Aceite de Palma Africana, producto regional que proporcionaría un abastecimiento continuo.

³ DANE, Ministerio de Agricultura y desarrollo rural. Consolidado agropecuario 2005.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Debido a la notable deficiencia energética que presentan los cuyes, se hace necesaria una suplementación que aporte los nutrientes indispensables para cubrir los requerimientos del animal, alimento que debe contener una fuente energética constante y disponible que permita alcanzar un mejor rendimiento productivo y económico obteniendo mejores pesos en menor tiempo.

El aceite de palma es un producto disponible en el Departamento de Nariño que se ha utilizado en la suplementación energética en especies como el ganado vacuno y porcino. De acuerdo a lo expuesto surge el siguiente interrogante: ¿Qué resultados productivos se pueden obtener al alimentar cuyes en las fases de crecimiento y engorde con un suplemento a base de aceite de palma africana en diferentes niveles?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el uso de varios niveles de aceite de palma africana (*Elaeis guineensis J.*) como fuente concentrada de energía en suplementos para cuyes en la etapa de crecimiento y engorde.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar niveles de 0, 2, 4, 6 y 8 % de aceite de palma africana en la alimentación de cuyes en las fases de crecimiento y engorde.
- Evaluar el consumo de materia seca, incremento de peso y conversión alimenticia para cada tratamiento.
- Medir el rendimiento en canal para cada tratamiento.
- Determinar los costos parciales y la rentabilidad para cada uno de los tratamientos.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN.

Aliaga manifiesta que:

La nutrición juega un papel importante en la explotación del cuy, circunstancia que se vuelve decisiva en razón a que el cuy crece a mayor velocidad con relación al peso de su cuerpo que los animales domésticos mayores y producen descendencia a más temprana edad. De este modo es fundamental el conocimiento de las necesidades nutritivas de manera que las raciones que se suministran en las diferentes etapas, contengan todos los nutrientes necesarios. El mismo autor afirma que el suplemento es necesario sobre todo para los cuyes en reproducción y si es posible, para los animales en crecimiento y engorde. El consumo de este alimento esta regulado por la cantidad de forraje de que dispone el animal⁴.

De igual manera, Ortegón y Morales afirman que:

En los cuyes existen cuatro etapas de desarrollo: reproducción, lactancia, crecimiento y acabado. En cada una hay requerimientos específicos que deben suplirse en forma técnica para obtener rendimientos adecuados. Los mismos autores manifiestan que, en la explotación tecnificada se cultiva el forraje exclusivamente para los cuyes y se emplean insumos para la preparación de concentrados debidamente balanceados. Se debe buscar un equilibrio entre el balance adecuado de la ración y su costo, con el fin de obtener beneficios económicos⁵.

Caycedo⁶ también manifiesta que un cuy recién destetado puede consumir entre 50 y 100 gramos de forraje y 5 –10 gramos de suplemento con un 16 % de proteína, en tanto que un cuy en levante consume diariamente entre 200 y 300 gramos de forraje verde y 20 gramos de suplemento concentrado, en la fase de engorde, un cuy adulto consumo 350 –400 gramos de forraje y 30 gramos de

⁴ ALIAGA RODRIGUEZ, Luis. Producción de cuyes. UNCT: Huancayo: Universidad del Centro del Perú, 1979. p. 5.

⁵ ORTEGON, Y MORALES, F. El cuy (*Cavia porcellus*). Pasto – Colombia: Marmor, Edición Técnica. 1982. p. 238.

⁶ CAYCEDO, Alberto. Alimentación de Cuyes. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, 1985. p. 20

suplemento. Es importante que el productor, tenga conocimiento de las necesidades nutritivas del cuy en todas sus fases productivas.

En la Tabla 1 se consignan los requerimientos de la dieta para cuyes en levante y engorde.

Tabla 1. Requerimientos Nutritivos para cuyes en las fases de crecimiento y engorde.

NUTRIENTES	CONCENTRACIÓN
Energía digestible, Kcal./kg	3.000
Fibra, %	6-18
Proteína, %	16
Lisina, %	0.70
Metionina, %	0.35-0.44
Metionina + Cistina, %	0.65-0.70
Arginina, %	1.20-1.26
Triptofano, %	0.16-0.20
Calcio, %	0.80-1.2
Fósforo, %	0.40-0.60
Sodio, %	0.10-0.12

Fuente: Vergara (1992), citado por Orozco y Torres

4.1.1 Proteína. Caycedo afirma que: “con raciones de 14 y 17% de proteína, se logran buenos incrementos de peso en la fase de crecimiento y engorde de cuyes tipo carne”⁷.

Aliaga también manifiesta que: “El cuy responde eficientemente a raciones que contienen 20 % de proteína; pero se ha encontrado que cuando se llega a niveles del 10 % de proteína en la ración, se pierde peso, ya que los animales reciben únicamente proteína para el mantenimiento”⁸.

De igual manera, Vergara citado por Orozco y Torres reportan que “Un 16% de proteína en la ración es suficiente para satisfacer los requerimientos en forma

⁷ Ibid., p. 11.

⁸ ALIAGA, Op cit., p. 147.

eficiente de los cuyes en crecimiento y reproducción”⁹.

4.1.2 Energía. Aliaga afirma que: “La energía es uno de los factores esenciales para los procesos vitales del cuy el cual consume normalmente gran variedad de hidratos de carbono. El contenido de carbohidratos en raciones balanceadas deben variar entre 38 y 55% tratando siempre que los nutrientes digestibles totales (NDT) sean de 65 a 70%”¹⁰.

Al igual Caycedo considera que “en la etapa de crecimiento y engorde el nivel mas adecuado es de 2800 kcal de energía digestible por kilogramo, ya que en estas condiciones se obtienen buenos parámetros en cuanto a consumo, incremento de peso y conversión alimenticia. La relación energía proteína, para el correcto aprovechamiento tanto de proteína así como de energía de los alimentos, debe tener una relación que en líneas generales debe ser de 93 calorías de energía neta por cada punto de proteína”¹¹.

4.1.3. Fibra. Aliaga establece que: “La anatomía y fisiología del ciego del cuy soporta raciones con material inerte, voluminoso y permite que la celulosa almacenada se fermente por acción microbiana, dando como resultado un mejor aprovechamiento del contenido de fibra, el cual varía de 9 a 19%. Con dietas purificadas los mejores resultados se han obtenido con la inclusión de 15% de material voluminoso”¹².

Por otra parte Delgado y Zambrano aseguran que “los cuyes tienen una alta utilización de la fibra principalmente por la digestión microbiana realizada a nivel del ciego y colon produciendo ácidos grasos volátiles que podrían contribuir significativamente a satisfacer las necesidades de energía en esta especie”¹³.

4.1.4 Grasa. Aliaga manifiesta que:

El cuy tiene un requerimiento bien definido de grasa o ácidos grasos

⁹ OROZCO, Luz y TORRES, Liliana. Efecto comparativo de los forrajes de alfalfa (*Medicago sativa* L.) y pasto Aubade (*Lolium sp.*) con y sin suplemento en la fase reproductiva del cuy. Pasto, 1996. 121 p. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

¹⁰ ALIAGA, Op. Cit., p. 149.

¹¹ CAYCEDO, Op. Cit., p. 98.

¹² Ibid., p. 151.

¹³ DELGADO, Crisoly y ZAMBRANO, María. Utilización de diferentes niveles de heno de forraje de Avena (*Avena Sativa*, L) como suplemento al pasto aubade en la alimentación de cuyes de engorde. Pasto, 1994. 67 p. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

no saturados. Su carencia produce un retardo en el crecimiento, además de dermatitis, úlceras en la piel, pobre crecimiento del pelo, así como caída del mismo. Esta sintomatología es susceptible de corregirse agregando grasa que contenga ácidos grasos insaturados o ácido linoleico en una cantidad de 4 g/kg. de ración. En casos de deficiencias prolongadas se observaron poco desarrollo de los testículos, bazo, vesícula biliar, así como, agrandamiento de riñones, hígado, suprarrenales y corazón. En casos extremos puede sobrevenir la muerte del animal. Estas deficiencias pueden prevenirse con la inclusión de grasa o ácidos grasos no saturados, se estima que un nivel de 3%, es suficiente para lograr un buen crecimiento así como para evitar problemas de dermatitis.¹⁴.

4.1.5 Vitaminas. En cuanto a las vitaminas Caycedo “considera importante el ácido ascórbico cuyo requerimiento en el cuy es de 4 mg por 100 g. de peso vivo o 200 mg de vitamina C por kg de ración”¹⁵.

4.2 FISILOGIA DIGESTIVA DEL CUY.

Chauca afirma que:

El cuy esta clasificado según su anatomía gastrointestinal como fermentador post-gástrico debido a los microorganismos que posee a nivel del ciego. El cuy, especie herbívora tiene dos tipos de digestión, una enzimática a nivel de estómago y otra microbial a nivel del ciego. Su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración. Realiza cecotrófia, permitiendo aprovechar la proteína contenida en la célula de las bacterias presentes en el ciego, así como reutilizar el nitrógeno proteico y no proteico que no alcanzo a ser digerido en el estómago e intestino delgado. Lo anterior, contribuye a darle mayor versatilidad a los sistemas de alimentación. Esta especie productora de carne debe ser alimentada con eficiencia, es decir; cubriendo sus requerimientos nutritivos para que exteriorice todo el potencial genético que como línea precoz tiene¹⁶.

¹⁴ ALIAGA, Op, Cit., p. 152.

¹⁵ CAYCEDO, Op. cit., p. 103.

¹⁶ CHAUCA, Lilia. IV Curso latinoamericano de cuyicultura. Riobamba, Ecuador. Nov, 1993. p. 1.

El mismo autor sostiene que:

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 el parcialmente por 48 horas. 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 otros nutrientes se realiza en el estómago e intestino delgado incluyendo los ácidos grasos de cadenas largas. El ciego de los cuyes es un órgano grande que constituye cerca del 15 por ciento del peso total¹⁷.

4.3 IMPORTANCIA DE LAS GRASAS

Ziller considera que: “Los aceites y las grasas han sido reconocidos como nutrientes esenciales tanto en las dietas animales como en la humana. Constituyen la fuente de energía más concentrada conocida, aportan ácidos grasos esenciales, influyen en gran medida sobre la sensación de saciedad tras la comida, transportan vitaminas liposolubles y hacen a los alimentos mas apetitosos”¹⁸.

El mismo autor asegura que: “La grasas y los aceites son predominantemente triésteres de ácidos grasos y glicerol llamados comúnmente triglicéridos. Son insolubles en agua y solubles en la mayoría de los solventes orgánicos. Son menos densos que el agua y a temperatura ambiente varían de consistencia desde líquidos a sólidos”¹⁹.

4.3.1 Aspectos nutricionales de los aceites y grasas. Ziller también afirma que:

Las grasas son un componente principal y esencial de las dietas, junto con los carbohidratos y las proteínas. Constituyen una fuente de energía de primer orden ya que proporcionan 9 kcal/g, frente a las proteínas y azúcares que rinden solo 4 kcal/g. En situaciones de deficiencia calórica, las grasas y los carbohidratos evitan la movilización proteica y mejoran la tasa de crecimiento. Algunos alimentos ricos en grasa son fuentes de vitaminas liposolubles, y la

¹⁷ Ibid., p.1.

¹⁸ ZILLER, Steve. Grasas y aceites complementarios. Editorial Acribia, España. 1994. p. 10.

¹⁹ Ibid., p. 11.

ingestión de grasa mejora la absorción de estas vitaminas independientemente de su origen. Las grasas son indispensables para lograr una dieta apetitosa y proporcionada, además aportan ácidos grasos esenciales como el linoleico y linolénico²⁰.

Cedeño afirma que: “Después de la etapa de cría o lactancia de los animales los lípidos forman una mínima parte de la dieta. Su metabolismo es de mucha importancia, debido a las valiosas funciones que desempeña y por la síntesis tan grande de grasas que se efectúa durante la fase de engorde y de la secreción láctea”²¹.

Así mismo considera que las funciones principales de las grasas son:

- Constituyentes esenciales de todas las células animales.
- Los depósitos de grasas en el cuerpo sirven como reserva de energía.
- Forman capas aislantes bajo la piel, evitando la pérdida de calor.
- Funcionan de soporte al ubicarse alrededor de las vísceras abdominales y torácicas²².

4.3.2 Digestión, absorción y metabolismo de las grasas.

4.3.2.1 Digestión: Ziller considera que: la mayor parte de las grasas alimentarias se suministran en forma de triacilglicéridos, que se deben hidrolizar para dar ácidos grasos y monoacilglicéridos antes de ser absorbidos. El estómago interviene en el proceso de digestión de las grasas debido a su acción agitadora, que ayuda a crear emulsiones. Las grasas que entran en el intestino se mezclan con la bilis y posteriormente se emulsionan. La emulsión es entonces tratada por las lipasas segregadas por el páncreas. La lipasa pancreática cataliza la hidrólisis de los ácidos grasos. Los fosfolípidos son hidrolizados por la fosfolipaza A2, y los principales productos son lisofosfolípidos y ácidos grasos libres. Los ésteres de colesterol son hidrolizados por la hidrolaza de ésteres de colesterol pancreática.²³

²⁰ Ibid., p.12.

²¹ CEDEÑO, Guillermo. Nutrición animal. Editorial Unisur, Bogotá. 1993. p. 228.

²² Ibid., p. 228.

²³ Ibid., p.18.

4.3.2.2 Absorción: de la misma forma, los ácidos grasos libres y los monoglicéridos son absorbidos por los enterocitos de la pared intestinal. En general, los ácidos grasos con longitudes de cadenas inferiores a 14 átomos de carbono entran directamente en el sistema de vena porta y son transportados hacia el hígado. Los ácidos grasos con 14 o más átomos de carbono se vuelven a esterificar dentro del enterocito y entran en circulación a través de la ruta linfática en forma de quilomicrones. Sin embargo, la ruta de la vena porta también ha sido descrita como una ruta de absorción de los ácidos grasos de cadena larga. Las vitaminas liposolubles y el colesterol son liberados directamente en el hígado como una parte de los restos de los quilomicrones.²⁴

La absorción intestinal completa de los lípidos puede verse afectada marginalmente por cantidades elevadas de fibra en la dieta. Los ácidos grasos son transportados en la sangre como complejos de albúmina o como lípidos esterificados en las lipoproteínas. Estas consisten en un núcleo de triacilglicéridos y ésteres de ácidos grasos y colesterol, y un revestimiento formado por un estrato en fosfolípidos en el que se encuentran esparcidas moléculas de colesterol sin esterificar. Las cadenas plegadas de una o más apolipoproteínas se extienden por encima de la superficie y, con los fosfolípidos anfipáticos, permiten que los lípidos del núcleo sean transportados por la sangre.²⁵

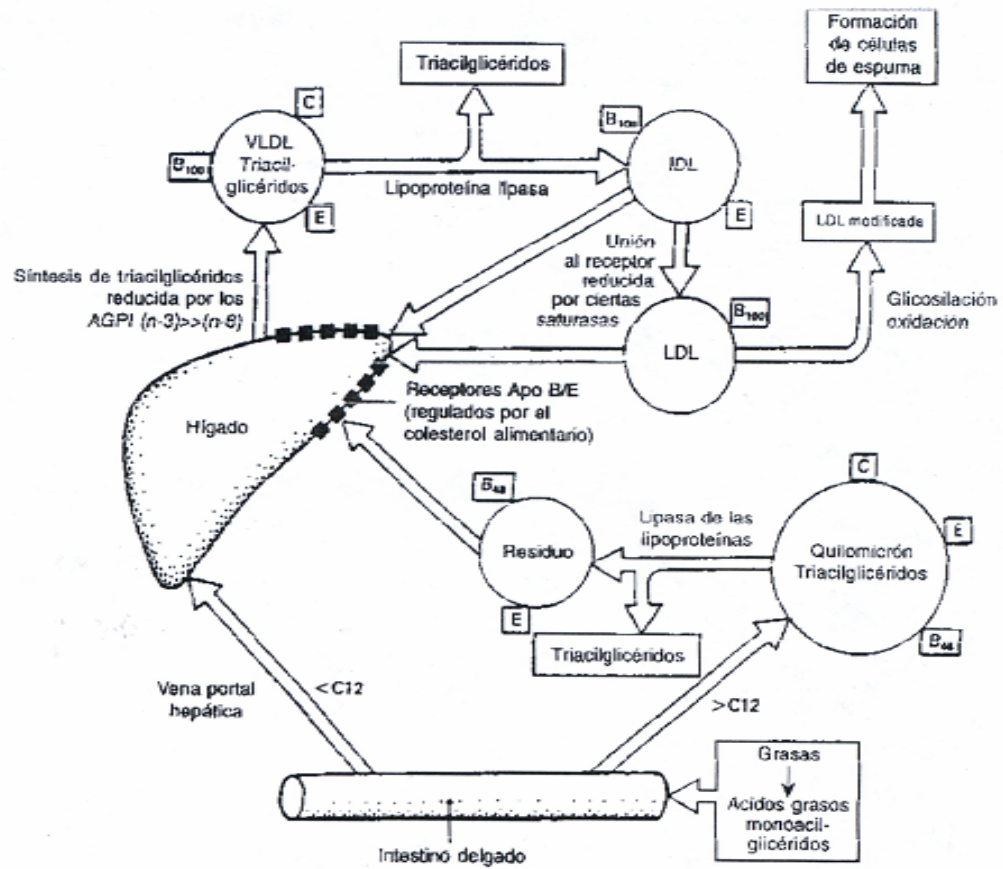
4.3.2.3 Metabolismo: Los quilomicrones son partículas lipoprotéicas que Los quilomicrones son partículas lipoprotéicas que proceden de las grasas alimentarias y son empaquetadas por las células de la mucosa, entran en el torrente sanguíneo a través de los vasos linfáticos. La lipasa de lipoproteínas, que se encuentra en la pared interior de los capilares sanguíneos, hidroliza los triglicéridos, liberando ácidos grasos. Estos entran en el tejido adiposo, donde se almacenan y en los músculos, donde se utilizan como combustible. Los restos de los quilomicrones son depurados por el hígado durante las primeras horas que suceden a la ingestión de una comida que contiene grasas.²⁶

²⁴ Ibid., p.18.

²⁵ Ibid., p.19.

²⁶ Ibid., p.19.

Figura 1. Diagrama proceso digestión, absorción y metabolismo de las grasas.



Fuente: Steve Ziller. Grasas y aceites complementarios. España 1994.

Los ácidos grasos saturados y monoinsaturados pueden biosintetizarse a partir de hidratos de carbono y proteínas. Los ácidos grasos insaturados pueden ser sustratos de las desaturasas y de las elongasas, los primeros miembros de cada familia de cada familia de ácidos grasos (oleico, linoleico y alfa linolénico) compiten por la misma 6-desaturasa, cuya velocidad de conversión aumenta con el número de dobles enlaces, esta enzima limitante de la velocidad se encuentra bajo el control de muchos factores dietéticos y hormonales.²⁷

²⁷ Ibid., p.20.

Por otra parte, Cedeño mantiene que:

Los organismos microbianos hidrolizan los triglicéridos y galactolípidos, separan los ácidos grasos y permiten que la galactosa y el glicerol se fermenten para producir ácidos grasos volátiles. Los ácidos grasos insaturados, son saturados por hidrogenación produciendo ácido esteárico. Las bacterias y protozoarios también sintetizan ácidos grasos de cadenas impares (ácidos grasos microbiales) usando el propionato y ácidos grasos de cadenas ramificadas derivadas de algún aminoácido (valina, leucina e isoleucina). Los lípidos llegan al duodeno en forma de capas delgadas de ácidos grasos libres, recubriendo las partículas alimenticias. La absorción de los lípidos se efectúa en la parte inicial del yeyuno (15-25%), la mayor cantidad se absorbe en la parte posterior del intestino delgado, donde la fosfolipasa del páncreas puede hidrolizar mas intensamente favoreciendo la formación de micelas.²⁸

4.3.2.4 Transporte y almacenamiento de las grasas. El mismo autor considera que:

Los quilomicrones y las lipoproteínas son llevados por la sangre a los tejidos en especial al tejido adiposo. Por efecto de la lipoproteína lipasa los triglicéridos se hidrolizan en las paredes de los capilares transformándose en triglicéridos y ácidos grasos libres que permanecen en la sangre, mientras los diglicéridos pasan a la pared capilar y son hidrolizados por completo. La grasa almacenada como energía, proveniente de los carbohidratos, los lípidos y de los aminoácidos, se almacenan bajo la piel (50%) y el resto alrededor de los riñones, corazón, mesenterio de los intestinos, músculos y en casi todas las partes del cuerpo. El tejido adiposo tiene irrigación sanguínea, se encuentra siempre activo y en flujo constante, pues las grasas continuamente son movilizadas y legan nuevos ácidos grasos recién absorbidos, son depositados y reconvertidos en otros, mientras unos son degradados, otros se combinan con glicerol, lo que permite mantener un balance constante cuantitativa y cualitativamente en los depósitos, en la sangre y órganos del animal.²⁹

²⁸ CEDEÑO, Op cit., p. 236.

²⁹ Ibid., p.237.

4.4 EL ACEITE DE PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis* J.)

Según Fedepalma:

La palma de aceite es una planta tropical propia de climas cálidos que crece en zonas por debajo de los 500 metros sobre el nivel del mar. Su origen se ubica en el golfo de Guinea en el África occidental, de ahí su nombre científico: (*Elaeis guineensis* Jacq). La expansión del cultivo en Colombia ha mantenido un crecimiento sostenido. A mediados de la década de 1960 existían 18.000 hectáreas en producción y hoy existen más de de 150.000 hectáreas en 54 municipios del país distribuidos en cuatro zonas productivas:

- Norte - Magdalena, norte del Cesar, Atlántico, Guajira.
- Central - Santander, Norte de Santander, sur del Cesar, Bolívar.
- Oriental - Meta, Cundinamarca, Casanare, Caquetá.
- Occidental – Nariño.

Colombia es el primer productor de palma de aceite en América Latina y el cuarto en el mundo. Tiene como fortaleza un gremio que cuenta con sólidas instituciones, ya que desde 1962 fue creada la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite. La producción de aceite de palma crudo asciende a 460.000 toneladas anuales³⁰.

4.4.1 Proceso Agroindustrial. Así mismo Fedepalma reconoce que:

La palma de aceite es un cultivo perenne y de tardío y largo rendimiento ya que la vida productiva puede durar más de 50 años, pero desde los 25 se dificulta su cosecha por la altura del tallo. El procesamiento de los frutos de la palma de aceite se lleva a cabo en la planta de beneficio o planta extractora. Ahí se desarrolla el proceso de extracción del aceite crudo de palma y de las almendras o del palmiste. Este es un proceso simple que consiste en esterilizar los frutos, desgranarlos de racimo, macerarlos, extraer el aceite de la pulpa, clarificarlo y recuperar las almendras del bagazo resultante. De la almendra se obtienen dos productos: el aceite de palmiste y la torta de palmiste que sirve para alimentos concentrados de animales. Al fraccionar el aceite de palma se obtienen también dos productos: la oleína, que es líquida y sirve para mezclar con aceites de semillas oleaginosas, y la estearina que es más

³⁰ FEDEPALMA. La palma africana y sus ácidos grasos. Arch. Agron. [online]. Feb. 2002, Boletín 2, 2002. [citado 20 febrero 2005], p. 15. Disponible en la World Wide Web : <<http://www.fedepalma.org/palma.htm>.

sólida y sirve para producir grasas, principalmente margarinas y jabones.³¹

Así mismo, en el proceso de refinación del aceite se obtiene el solubilizado de aceite, la fibra se utiliza para la fabricación de combustible para calderas, y los demás subproductos se emplean en la alimentación animal. En el futuro, la palma africana, especie que capta con facilidad la energía solar, se podrá integrar a la producción animal con un enfoque sistémico que permitirá lograr una alta eficiencia y calidad en la nutrición. La extracción del aceite se prestará a usos alternativos o intermedios. Igualmente, resultarán rentables los cultivos asociados productores de biomasa, destinados al consumo animal, en los cuales se pondrá en práctica la estrategia de una agricultura de finalidades múltiples.³²

Según Scheele *et. al.*, “no debe confundirse el aceite de palma con el aceite de palmiste, el aceite de palma se obtiene de la pulpa del fruto, el aceite de palmiste se obtiene de la almendra y se caracteriza por su alto contenido en ácidos grasos de cadena corta con mas de un 60% de laúrico y mirístico”³³.

Los mismos autores afirman que “El aceite y oleínas de palma son grasas sólidas a temperatura ambiente, caracterizadas por su alto contenido de ácido palmítico y bajo a medio de linoleico”³⁴.

Por otra parte Bender, afirma que:

El aceite de palma es extraído del pericarpio pulpa externa situada bajo la piel de la nuez de la palmera (*Elaeis guineensis J.*), cuyo color característico es el rojo debido a su alto contenido de alfa caroteno (24 mg por cada 100 g), beta caroteno (30 mg por cada 100 g) y 60 mg de tocofenoles, además tiene del 5 al 12% de ácidos grasos poliinsaturados (ácido linoleico). El pigmento rojo naranja es un intermediario del metabolismo, tiene la actividad vitamínica A, aproximadamente un tercio de la vitamina A de los alimentos de los países occidentales se aporta como caroteno, se emplea como colorante de los alimentos como fuente de vitamina A. Los tocofenoles son un grupo de sustancias liposolubles indispensables para la

³¹ Ibid., p. 16.

³² Ibid.

³³ SCHEELE C, Kwakernaak C y ZAMBRANO, M. Studies on the USE of palm fots.

³⁴ Ibid., p.2

reproducción de los animales.³⁵

Bender también reporta que:

La función de la vitamina A, es esencial para la formación de glicoproteínas del tejido mucoso, manteniendo en estado normal los tejidos epiteliales húmedos, que recubren la boca y los conductos respiratorios y urinarios, esenciales para el crecimiento. Esta vitamina Esta vitamina no se encuentra como tal en los vegetales, sino como su precursor, el caroteno. Comúnmente se conoce como pro vitamina A pues el organismo es capaz de convertirla en su forma activa., alcanzándose así las necesidades de la vitamina A porque las raciones están formadas en su mayoría o en su totalidad, por alimentos de origen vegetal. El retinol es el alcohol, el retinal es el aldehído, y el ácido retinoico es el ácido de la vitamina A³⁶.

Así también Morea reconoce que:

Las grasas facilitan la absorción tanto de la vitamina A y el caroteno, agentes emulsivos que tienen efectos adicionales. Algo de las provitaminas que se ingieren se destruyen en el intestino, la vitamina E, un antioxidante, en el alimento, disminuye esta destrucción; la vitamina A de la dieta se presenta en forma de ésteres retinilos de cadena larga. En algunas especies como: rata, cerdo, cabra, oveja, conejo, cebra, burro, bisonte y perro, casi todo el caroteno es transformado en el intestino; en el hombre, bovinos, caballos y carpa se pueden absorber cantidades importantes de caroteno. Este se puede almacenar en hígado y en los tejidos grasos³⁷.

4.4.2 Productos de la palma de aceite. Hartley, manifiesta que: “los tres productos comerciales de la palma de aceite son: aceite de palma, aceite de almendra, y torta de palmiste. Químicamente se esta usando la palabra “grasa” para designar aceites y grasas vegetales, ya sean en estado liquido o sólido”³⁸.

4.4.3 Composición del aceite de palma. El mismo autor afirma que: “aunque el aceite de palma tiene una alta proporción de ácido graso saturado especialmente

³⁵ BENDER, Arnold. Diccionario de nutrición y tecnología de los alimentos. Editorial Acribia: Zaragoza. España, 1994. p. 13.

³⁶ Ibid., p. 16.

³⁷ MOREA, Lucas. Características de las Grasas. Arch. Quím. [online]. jun. 1997, [citado 16 marzo 2006]. Disponible en la World Wide Web: <http://www.monografias.com/politicas.shtml>

³⁸ C., Hartley. La palma de aceite. Editorial Continental. México, 1986. p.834.

en palmítico (C16), también contiene una alta proporción de grasas no saturadas, principalmente derivadas del ácido oleico. Alrededor de tres cuartas partes de glicéridos son triglicéridos saturados y no saturados mezclados. El aceite de palma se funde a una temperatura de 25 a 50 °C³⁹. La composición del aceite de palma se indica en la tabla 2 (Fedepalma).

4.4.4 Utilización del aceite de palma en la producción animal. Noguera afirma que:

Durante los últimos siete años se han diseñado sistemas de alimentación animal basados en la palma africana, utilizando los subproductos resultantes del proceso de extracción del aceite, el aceite crudo y el fruto entero. Se ha demostrado el alto potencial de estos recursos para la alimentación animal, lográndose la sustitución de los cereales como base energética de las dietas y diversificándose el manejo de los ácidos grasos. Los rendimientos productivos han sido comparables a los considerados como óptimos, pero con la particularidad de que esta fuente energética tiene origen en un cultivo perenne, adecuado para las condiciones tropicales, que representa una respuesta a la necesidad de lograr sistemas productivos sostenibles⁴⁰.

Por otra parte Ortiz, afirma que: “Utilizar grasas en el alimento tiene las siguientes ventajas; es una fuente de energía barata, aumenta la palatabilidad, mayor ganancia de peso, contiene ácidos grasos esenciales como el linoleico y ayuda a ligar partículas de la mezcla”⁴¹.

Igualmente Sheehy *et.al.* Sostienen que: “Todas las grasas presentan una serie de ventajas no estrictamente nutricionales, que hacen conveniente su inclusión en los concentrados, por ejemplo, las grasas controlan la formación del polvo, mejoran la palatabilidad y el consumo, mejora también la estructura y el aspecto del concentrado”⁴².

Mateos, Rebollar y Medel, mencionan que: “Los lípidos y grasas son de uso común en la alimentación de monogástricos y rumiantes, por su alta concentración energética y sus efectos positivos sobre la productividad del animal. La calidad y

³⁹ Ibid., p. 836.

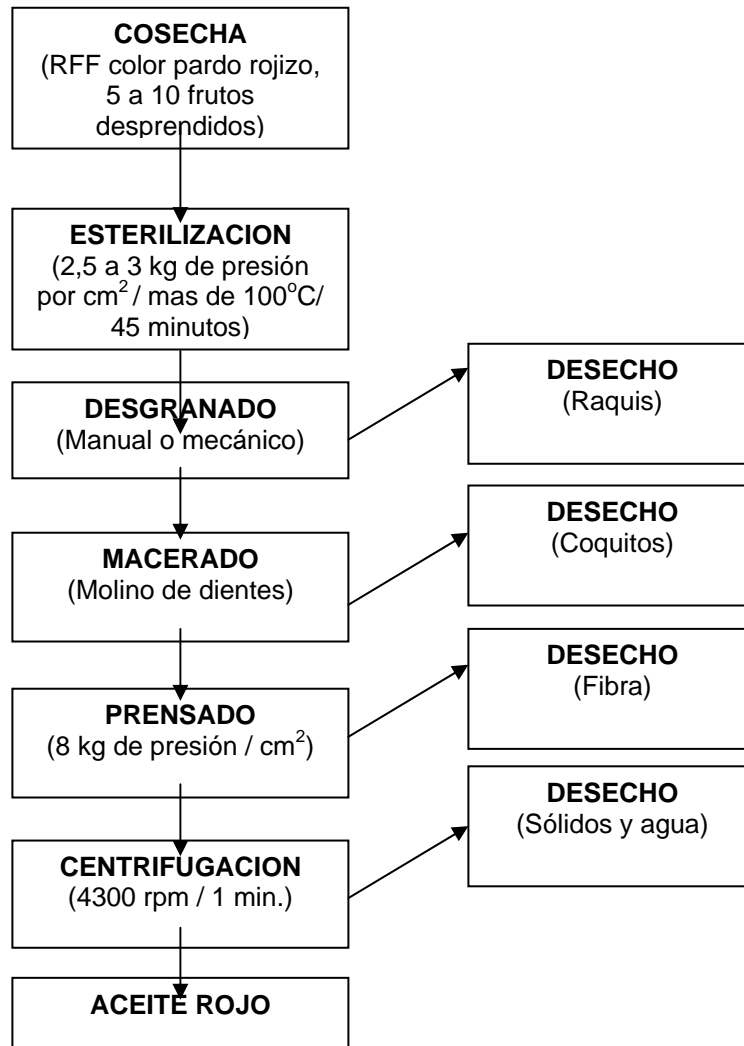
⁴⁰ NOGUERA, Alberto. Utilización del Aceite de Palma. [online]. may. 1998, [citado 15 febrero 2005]. Disponible en la World Wide Web : <http://aupec.univalle.edu.co/informes/mayo98/ceni.html>

⁴¹ ORTIZ, Rafael. Avicultura. Tomo # 5. Tulúa: Centro Latinoamericano Especies Menores, 1989. p. 19.

⁴² SHEEHY, P. MORRISEY, P y A. Flynn. Br poultry SCL. 1993. p. 381

valor nutricional de las grasas quizás es el mas complejo entre los demás nutrientes, debido en gran medida a la escasez de conocimientos básicos pero también a la falta de estandarización de los productos comerciales⁴³.

Figura 2. Diagrama del proceso de extracción del aceite de Palma Africana. (*Elaeis guineensis J.*)



Fuente: Rodolfo Günther, y Angela Dávila. Escuela de Agricultura de la región tropical húmeda. Costa Rica, 2000

⁴³ G., Mateos; P., Rebollar y P., Mendel. Utilización de las grasas y productos lípidos en alimentación animal. Madrid 7 y 8 de Noviembre, 1996. XII curso de especialización FEDNA

Fedepalma estima que: "En animales alimentados con una dieta rica en aceite de palma han mostrado una reducción en cuanto a coagulación de la sangre. Este efecto antitrombosis, puede significar disminuir el riesgo de enfermedades cardiovasculares"⁴⁴.

Arelló afirma que: "Las grasas sirven como portadoras de las vitaminas liposolubles (A, D, E, K) y como fuente de ácidos grasos esenciales (AGE), los cuales mantienen la integridad funcional de las membranas celulares y son precursoras de prostaglandinas"⁴⁵.

El mismo autor reporta que "cuando se usan grasas en la dieta, estas necesitan un sistema de protección. Un sistema de conservación natural es el uso de vitamina C, o mezclas de tocofenoles, o conservantes sintéticos, (DHA, BHT) Etoxiquina, etc"⁴⁶.

Tabla 2. Composición química del aceite de palma africana.

ÁCIDOS GRASOS	(%)
Laúrico	0,1
Mirístico	1,0
Palmítico	43,8
Esteárico	4,8
Araquidónico	0,3
TOTAL SATURADOS	50,0
Palmitoléico	0,1
Oleico	38,9
TOTAL MONOINSATURADOS	39,0
Linoleico	10,6
Linolénico	0,3
TOTAL POLIINSATURADOS	10,9

Fuente: FEDEPALMA, 2002

⁴⁴ FEDEPALMA, Op cit., p. 26.

⁴⁵ ARELLO, Susan E.; B.S.D.V.M.E.L.S., El manual MERCK de Veterinaria. Quinta edición, 2000. p. 836.

⁴⁶ Ibid., P. 837.

4.5 SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN CON PASTOS

Según Aliaga, “los forrajes deben incluirse básicamente en toda dieta del cuy, ya que proporcionan un efecto benéfico por su aporte de celulosa, agua, y vitamina C, que los cuyes utilizan para cubrir sus requerimientos”⁴⁷.

Por otra parte, según Caycedo y Egas “los forrajes tetraploides aubade, tetralite y tetrablend, son gramíneas de alto contenido de humedad, proteína (18 a 20%), vitaminas y minerales, y relativamente bajas en fibra; son pastos que el cuy consume con gran avidez, llegando hasta 500 a 600 gramos por animal y por día sin suplementación”⁴⁸

Así también Burgos analiza que:

El valor nutritivo de los pastos y forrajes utilizados en la alimentación de cuyes, contienen altos niveles de proteína, bajos contenidos de fibra, buenas cantidades de carbohidratos solubles y minerales como el calcio. Por lo tanto sugiere que estos forrajes deben ser suplementados de manera que los animales reciban raciones adecuadas para cada fase productiva. Además destaca que la calidad del forraje es fundamental para el cuy y principalmente en lo que tiene que ver con el contenido de fibra, que seguramente afecta su fisiología digestiva (enzimática y microbiana)⁴⁹.

4.5.1 Pasto Aubade (*Lolium sp*). Orozco y Torres afirman que: “Bajo condiciones de fertilización y riego oportuno durante el verano, produce entre 18 y 21 toneladas por hectárea al año. Esta producción, en términos de forraje verde, sería 110 a 130 toneladas al año, realizando 10 cortes, y corresponde a la producción total bruta sin descontar las pérdidas que se originan manejando el pasto en pastoreo, estimadas en 40%, y las que se tendrán al utilizarlo para corte que son de 6 a 8 % del total de forraje producido”⁵⁰.

Igualmente Delgado y Zambrano reportan que: “el análisis proximal del pasto raigrás aubade, en sus diferentes principios nutritivos, cuya característica fundamental es su alto contenido de proteína 20 % y un bajo contenido de fibra

⁴⁷ ALIAGA, Op. cit., p. 161.

⁴⁸ CAYCEDO, A. y EGAS, L. Aspectos técnicos e investigación en la explotación de cuyes. Pasto – Colombia: Universidad de Nariño, 1993. p. 23.

⁴⁹ BURGOS A, y LUNA Y. Digestibilidad aparente de los pastos Raigras Tetralite (*Lolium hybridum*) en cuyes (*Cavia porcellus*) de engorde. Pasto, 1986. p 90. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

⁵⁰ OROZCO, y TORRES. Op. Cit., p. 142.

(18,97%) mostrando además niveles normales de los minerales Calcio (0.53%) y fósforo (0.26%)”⁵¹.

4.6 RENDIMIENTO EN CANAL.

Argote menciona que: “Investigaciones realizadas sobre el rendimiento de la canal del cuy en la Universidad de Nariño dieron como resultado porcentajes de 51%, 60%, y 67% en cuyes criollos, mestizos y puros respectivamente. Por otra parte, los cuyes mestizos, de cinco meses de edad y un peso de 800 gramos, el rendimiento de la canal corresponde a un 65% del peso vivo del animal del cual el 58,2% es músculo”⁵².

Así mismo Argote concluye que “la canal de un cuy tiene un rendimiento del 65,85% incluyendo la cabeza, patas, hueso, riñones, grasa, músculos y piel”⁵³.

4.7 COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN LA CARNE DEL CUY.

Betancourt y Díaz determinaron:

La composición el tejido muscular de chigüiro (*Hydrochaeris hidrechaeris*), y cuy (*Cavia porcellus*). Estas especies son de consumo humano en algunas regiones de su América, como zona andina y llanos orientales. La composición de ácidos grasos se determinó por cromatografía de gases. El contenido de ácidos grasos n-3 para la carne de chigüiro, y de cuy fue de 21,4 y 8,0 %. La relación de ácidos grasos n-6:n-3 fue de 0,6 y 2,1 para chigüiro y cuy. El ácido graso linolénico (C18:3n3) fue el principal ácido graso de 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 carnes de bovino, cerdo y ave, se observa que las especies evaluadas en el presente estudio tienen un buen contenido de ácidos grasos n-3. Estos resultados indican que la carne de las especies estudiadas no solamente representan una fuente adicional de ácidos grasos n-3, sino que además presenta una relación n-6:n-3 ideal (4 o menor)⁵⁴.

⁵¹ DELGADO, y ZAMBRANO. Op. Cit.. p. 16

⁵² ARGOTE, Francisco. Estudio de factibilidad para el montaje de una planta procesador de carne de cuy empacada en bandejas en el Municipio de Tangua. Pasto, 1999. p 300. Trabajo de grado (Ingeniería Agroindustrial). Universidad de Nariño. Facultad de Ingeniería Agroindustrial.

⁵³ Ibid., p. 60.

⁵⁴ BETANCOURT L y DÍAZ G. Composición de ácidos grasos en carne de chigüiro (*Hydrochaeris hidrechaeris*), cuy (*Cavia porcellus*) y lapa (*Agouti sp.*) Universidad de la Salle. 2006

Tabla 3. Composición de ácidos grasos de carne de chigüiro (*Hydrochaeris hidrechaeris*), y cuy (*Cavia porcellus*)

ÁCIDOS GRASOS	CHIGÜIRO	CUY	PROBABILIDAD
C14:0 (mirístico)	3,0 ± 0,07		0,377
C16:0 (palmítico)	27,7 ± 0,15	25,3 ± 0,51	0,156
C16:1 (palmitoleico)	2,0 ± 0,02 ^a	1,4 ± 0,10 ^b	0,004
C17:0 (decaheptanoico)	1,2 ± 0,01		0,273
C17:1 (decaheptamonoenoico)	1,0 ± 0,03		0,354
C18:0 (esteárico)	7,1 ± 0,08 ^b	7,4 ± 0,16 ^b	0,000
C18:1 n-9 (oleico)	24,5 ± 0,56 ^a	24,7 ± 0,52 ^a	0,027
C18:2 n-6(linoleico)	10,7 ± 0,25 ^b	31,3 ± 0,11 ^a	0,000
C18:3 n-6 (gama-linolénico)	1,3 ± 0,01		
C18:3 n-3 (alfa-linolénico)	20,0 ± 0,31 ^a	7,7 ± 0,17 ^c	0,000
C20:3 n-6 (eicosatetraenoico)		1,3 ± 0,22	0,000
C22:5 n-3 (docosapentanoico -DPA)			
Total saturados	39,4 ± 0,69 ^a	32,6 ± 0,38 ^b	0,029
Total monoinsaturados	27,9 ± 0,38 ^a	26,1 ± 0,61 ^{ab}	0,037
Total poliinsaturados	32,7 ± 0,30 ^b	40,3 ± 0,10 ^a	0,000
Total n-3	21,4 ± 0,31 ^a	8,0 ± 0,42 ^c	0,000
Total n-6	12,0 ± 0,26 ^c	32,6 ± 0,11 ^a	0,000
Relación n-6:n-3	0,6 ± 0,02 ^c	4,1 ± 0,15 ^a	0,000

^{abc}) Letras diferentes en sentido horizontal, promedios diferentes.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 LOCALIZACIÓN

El trabajo se llevó a cabo en la Granja Experimental Botana, propiedad de la Universidad de Nariño, ubicada en la Vereda de Botanilla, corregimiento de Catambuco, a 9 Km. del casco urbano, vía Pasto-Ipiales a una Altura de 2809 m.s.n.m; temperatura 11.40 °C y una precipitación anual de 870 mm, una humedad relativa del 85.68% y un brillo solar de 1,130 horas*.

5.2 INSTALACIONES Y EQUIPOS

Se utilizó un galpón con las siguientes dimensiones: 8 m. de frente por 12 m de largo para un área de 96 m². Se utilizaron 15 jaulas metálicas provistas de pasteras y comederos para el suplemento; con una dimensión de 1 metro de largo por 0.8 m. de ancho y 0.4 m. de alto; piso de malla de 2 cm. de diámetro, las cuales se lavaron y desinfectaron previamente con un producto comercial a base de yodo. Los animales sujetos al ensayo se desparasitaron con Fevendazol, en dosis de 0.02 ml/kg peso vivo vía subcutánea.

Se emplearon los siguientes equipos:

- a. Báscula para pesar materias primas en la elaboración del suplemento.
- b. Balanza gramera con capacidad de 5 kg para el pesaje de animales, pasto y suplemento.
- c. Mezcladora horizontal, para la elaboración del suplemento
- d. Empaques
- e. Implementos de aseo, lavado y desinfección de las jaulas y pisos.

5.3 ANIMALES

Se trabajó con 150 cuyes machos destetos mejorados, tipo 1 de pelo corto liso procedentes de la granja Botana donde se realizó el ensayo con un peso

* Datos suministrados por la estación metereológica del IDEAM Localizada en la Granja experimental BOTANA 2005.

promedio de 300 gramos y 25 días de edad, los cuales se sometieron a un periodo de adaptación de 7 días.

5.4 ALIMENTACIÓN

Las raciones se balancearon en forma isoproteica, teniendo en cuenta los requerimientos nutricionales del cuy en las fases de crecimiento y engorde. Las materias primas utilizadas en la elaboración del suplemento fueron: Maíz, Mogolla de Trigo, Afrecho de Cebada, Torta de Soya, Carbonato de Calcio, Premezcla, Melaza y Aceite de Palma en niveles de 2, 4, 6 y 8%. La composición química de las materias primas se encuentra en el Anexo A.

La dieta en los diferentes tratamientos está constituida por pasto aubade y suplemento. El análisis bromatológico del pasto aubade se encuentra en el Anexo B. En las tablas 5 y 6 se encuentra la composición de los tratamientos en las fases de crecimiento y engorde.

Las cantidades suministradas a los animales fueron obtenidas con base a los datos de referencia consignados en la tabla 3 que relaciona las cantidades de suplemento y pasto a suministrar en gramos y que va incrementando cada quince días.

5.5 TRATAMIENTOS

El ensayo se llevó a cabo en dos etapas, la primera fase de crecimiento, que comprende del destete hasta los 60 días de edad, y la segunda etapa la fase de engorde que comprende de los 60 a los 90 días de edad.

Los tratamientos para las dos fases fueron:

T0: suplemento sin aceite de Palma Africana mas Pasto Aubade.

T1: suplemento con 2% de aceite de Palma africana mas Pasto Aubade.

T2: suplemento con 4% de aceite de Palma africana mas Pasto Aubade.

T3: suplemento con 6% de aceite de Palma africana mas Pasto Aubade.

T4: suplemento con 8% de aceite de Palma africana mas Pasto Aubade.

Tabla 4. Consumo de pasto Aubade (*Lolium sp.*) en materia verde y suplemento de acuerdo a la edad del animal.

Edad, días	Pasto verde, g	Suplemento, g
15	100	20
30	205	24
45	244	28
60	300	32
75	346	36
90	350	38

Fuente: Chamorro y Mora
Tesis Universidad de Nariño. 2003

Tabla 5. Ingredientes y Composición de los tratamientos para cuyes en fase de crecimiento.

INGREDIENTES	TRATAMIENTOS				
	T 0	T 1	T 2	T 3	T 4
MAIZ	19	20	18	14	12
MOGOLLA DE TRIGO	37	38	38	39	38.3
AFRECHO DE CEBADA	6	6	6	6	6
TORTA DE SOYA	31	31	31	3	32.5
CARBONATO DE CALCIO	1.8	1.8	1.8	1.	1.8
PREMEZCLA	1.2	1.2	1.2	1.2	1.4
MELAZA	4	--	--	--	--
ACEITE DE PALMA	--	2	4	6	8
TOTAL kg.	100	100	100	100	100
ENERGIA.MET. kcal/kg	2.14	2.28	2.39	2.48	2.59
PROTEINA %	22.54	22.7	22.51	22.77	22.71
FIBRA %	5.66	5.77	5.73	5.77	5.69
CALCIO %	1.06	1.04	1.04	1.04	1.07
FÓSFORO %	0.33	0.33	0.33	0.33	0.34

Tabla 6. Ingredientes y Composición de los tratamientos para cuyes en fase de engorde.

INGREDIENTES	TRATAMIENTOS				
	T0	T 1	T 2	T 3	T4
MAIZ	39	39	36	33	30
MOGOLLA DE TRIGO	30	32	33	33	34
AFRECHO DE CEBADA	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
TORTA DE SOYA	15	15	15	16	16
CARBONATO DE CALCIO	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
PREMEZCLA	2	2	2	2	2
MELAZA	4	--	--	--	--
ACEITE DE PALMA	--	2	4	6	8
TOTAL k.	100	100	100	100	100
ENERGIA.MET. kcal/k	2.29	2.42	2.51	2.61	2.71
PROTEINA %	15.66	15.89	15.76	15.96	15.83
FIBRA %	5.16	5.33	5.35	5.33	5.36
CALCIO %	1.15	1.13	1.13	1.13	1.13
FÓSFORO %	0.34	0.34	0.34	0.34	0.35

5.6 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En la presente investigación se utilizó un diseño irrestrictamente al azar (DÍA), que consta de 5 tratamientos, cada tratamiento con tres replicas, y estas a su vez con 10 animales. Mediante el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_j + E_{ij}$$

Donde:

μ = Media general

T_j = Efecto debido al tratamiento

E_{ij} = Error experimental asociado a cada unidad experimental

Se realizó el análisis de varianza teniendo en cuenta los promedios de las diferentes variables como son: consumo de alimento, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y rendimiento en canal, luego se aplicó la prueba de Duncan para medir la significancia entre los tratamientos.

Formulación de Hipótesis: para el presente trabajo se plantearon las siguientes hipótesis:

Ho: Hipótesis nula: no existe diferencias entre tratamientos.

H1: Hipótesis alternativa: existe por lo menos un tratamiento que presenta un resultado diferente a las variables a evaluar.

5.7 VARIABLES EVALUADAS

5.7.1 Consumo de alimento. Esta variable se calculó pesando el alimento a suministrar (forraje + suplemento), y los residuos del día anterior. Mediante la diferencia entre lo ofrecido y rechazado.

5.7.2 Ganancia de peso. Los animales fueron pesados al inicio del ensayo y luego se realizaron pesajes semanales. El incremento de peso se obtuvo por diferencia entre el peso final de cada periodo y su peso inicial. La ganancia diaria de peso, se obtuvo dividiendo el incremento de peso semanal en cada periodo (7 días).

5.7.3 Conversión alimenticia. Este parámetro se obtuvo teniendo en cuenta el consumo en materia seca de forraje y suplemento y el incremento durante el periodo experimental mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo de materia seca animal/día}}{\text{Incremento de peso animal/día}}$$

5.7.4 Rendimiento en canal. Para determinar esta variable se sacrificaron 12 animales por tratamiento para esto se dejaron en ayuno por un período de 12 horas ya que el contenido de la digesta en el tracto, distorsiona el valor porcentual de éste. Se tomó la canal incluida la cabeza y se determinó el peso en porcentaje de vísceras, sangre, pelo y patas.

$$R = \frac{P.C.}{P.V.} \times 100$$

Donde:

R = Rendimiento en canal

P.C. = Peso en canal

P.V. = Peso vivo

5.7.5 Manejo Sanitario. Dentro del galpón los cuyes se ubicaron bajo la influencia de las mismas condiciones ambientales con el mismo número de animales por jaula, se mantuvieron limpias las jaulas, pasteras y comederos con un buen sistema de desinfección mediante la fumigación día por medio. Para el control de la mosca se fumigó una vez a la semana con Metrifonato y específico. El material orgánico se retiró a diario, la recolección de heces y desperdicios se hizo en horas de la mañana, la misma práctica se realizó con los animales muertos que se encontraron.

5.7.6 Análisis económico. Se realizó un estudio de costos teniendo en cuenta costos fijos, costos variables, imprevistos, mano de obra, servicios, medicamentos y rentabilidad. Con base a lo anterior se realizó una aplicación para una explotación con 250 hembras y 50 machos y una proyección de 523 crías, para una población total de 823 animales permanentes en cada uno de los tratamientos, en donde se tuvieron en cuenta: inversión inicial, imprevistos, enteres al capital invertido, depreciación, ingresos por venta, costos fijos, costos variables, utilidad neta, utilidad mensual y rentabilidad para cada uno de los tratamientos

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSION DE RESULTADOS

6.1 FASE DE CRECIMIENTO

En la tabla 7 se presenta un resumen de los resultados obtenidos de las variables evaluadas en la fase de crecimiento.

Tabla 7. Rendimientos productivos en cuyes alimentados con diferentes niveles de aceite de Palma Africana en la fase de crecimiento.

PARAMETROS	TRATAMIENTOS				
	T0	T1	T2	T3	T4
Número de días	45	45	45	45	45
Peso inicial, g	255,93	240,63	275,33	298,33	273,43
Peso final, g	682,9	695,63	708,63	737,85	759,88
Ganancia de peso total, g	426,97	455	433,3	439,52	486,45
Ganancia de peso animal/día, g	10,16	10,82	10,05	10,33	11,45
Consumo de alimento total g	2272,05	2362,95	2452,5	2389,5	2465,1
Consumo de alimento g/m.s./animal/día	50,49	52,51	54,5	53,1	54,78
Conversión alimenticia	5,32	5,19	5,66	5,5	5,11

6.1.1 Consumo de alimento. El consumo real de materia seca de pasto Aubade y suplemento se encuentra en la tabla 7 y figura 3.

El consumo de materia seca animal/día en la fase de crecimiento para el tratamiento T0 (Testigo) fue 50.49g, T1 (2% Aceite de Palma) con 52.51g, T2 (4% Aceite de Palma) 54.50 g, T3 (6% Aceite de Palma) 53.10 g y T4 (8% de Aceite de Palma) fue de 54.88 g.

Al realizar el análisis de varianza (Anexo E) se encontraron diferencias ($P < 0.05$).

La prueba de Duncan (Anexo F) muestra que los tratamientos 2, 3 y 4 con 4, 6 y 8% de Aceite de Palma Africana fueron menores con respecto a T0 Y T1 con 0 y 2% de Aceite de Palma, así mismo los tratamientos T0 y T1 fueron diferentes entre sí ($P < 0.05$).

El consumo de alimento en los diferentes tratamientos está en relación directa con el nivel de aceite de palma utilizado en el suplemento. El consumo de materia seca es superior estadísticamente en los tratamientos que recibieron niveles ascendentes de aceite de palma (T2 4%, T3 6%, T4 8%) respecto a T0 sin aceite y T1 con el 2%, comportamiento que puede atribuirse a las características organolépticas de estos alimentos, lo cual permitió que los cuyes lo seleccionen de acuerdo su palatabilidad. De igual manera pudo influir la textura que es una propiedad física que favorece el consumo. Estas características favorecen de una mejor manera sobre la ingestión que la misma concentración energética del alimento.

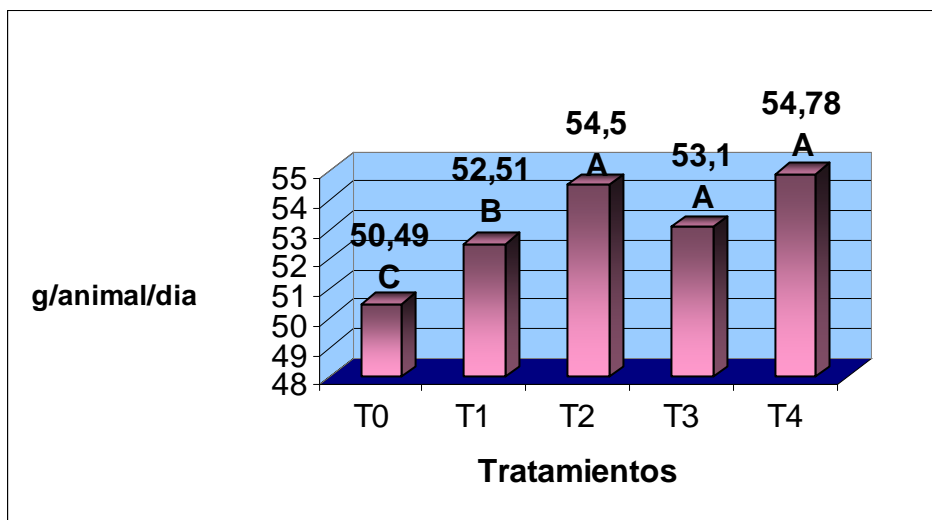
En relación a lo anterior Sheelhy⁵⁵ *et al*, sostienen que todas las grasas tienen ventajas no estrictamente nutricionales; pues son necesarias para disminuir la polvosidad en los alimentos concentrados, mejoran la textura y estructura, por ende la palatabilidad y el consumo.

Al analizar el consumo de materia seca total de los tratamientos T0 (sin aceite) y T1 (2%, los niveles más bajos), estuvieron influenciados más por el consumo de pasto que de suplemento, pues debido a la buena aceptación de este alimento los animales consumieron volúmenes mas altos de forraje para suplir sus necesidades nutritivas, (Anexo G) efecto que corrobora lo mencionado por Caycedo quien manifiesta que “el cuy consume alimento en función de su tamaño estado fisiológico, calidad de la ración palatabilidad y temperatura”⁵⁶

⁵⁵ Sheelhy, Op cit., p.150.

⁵⁶ Op. Cit., p. 148

Figura 3. Consumo diario de alimento en la fase de crecimiento.



6.1.2 Ganancia de peso. Los resultados de ganancia de peso en la fase de crecimiento se muestran en la tabla 7 y figura 4.

Los valores obtenidos en su orden de mayor a menor en sus distintos tratamientos fueron: T4 (8% aceite de Palma) con un promedio de 486.44 g, T1 (2% aceite de Palma) con 454.99 g, T3 (6% de aceite de Palma) con 438.91 g, T2 (4% aceite de Palma) con 433.28 g y T0 (Testigo) con 426.96 g. El análisis de varianza (Anexo H) no mostró diferencias estadísticas entre tratamientos, lo cual representa similitud entre los tratamientos.

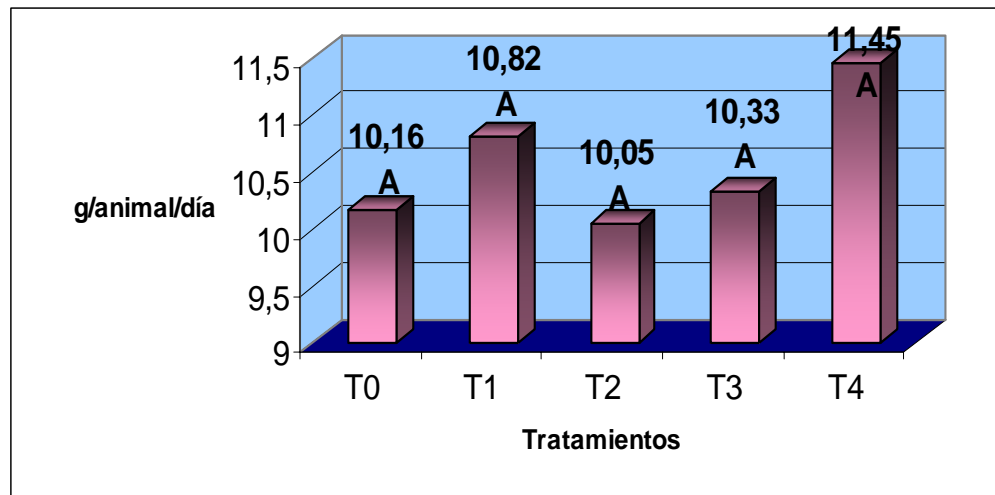
A pesar de existir diferencias significativas en el consumo de alimento entre los tratamientos, estos no influyeron para que se presentaran diferencias estadísticas en la variable ganancia de peso.

Sin embargo, hay una tendencia a mejorar ligeramente esta variable en los tratamientos con niveles ascendentes de aceite de palma. Posiblemente, la inclusión de aceite no reflejó diferencias amplias en las ganancias de peso, pudo deberse a la variación en sus componentes con una proporción de ácidos grasos saturados, que no permitió que el consumo por parte de los animales se reflejara en rendimientos de peso significativos. Respecto a esto Hartley⁵⁷ afirma que el aceite de palma tiene una alta proporción de ácidos grasos saturados, especialmente el ácido esteárico, aunque también hay presencia de ácidos grasos insaturados derivados del ácido oleico.

⁵⁷ HARTLEY. La palma de aceite. Editorial Continental. México, 1986.

Por otra parte Church y Pond afirman que: “la ganancia de peso está afectada directamente por el consumo y la calidad de la ración (digestibilidad) es decir entre mayor sea el consumo y mejor la calidad de la ración, la ganancia de peso será también mayor, siempre y cuando se tenga en cuenta los factores que puedan afectar el consumo (edad, tamaño, estado fisiológico del animal, aporte nutricional de la ración, palatabilidad, temperatura)”.⁵⁸

Figura 4. Ganancia de peso en la fase de crecimiento.



6.1.3 Conversión Alimenticia. En tabla 4 y figura 5 se indica la Conversión Alimenticia de los diferentes tratamientos en la fase de crecimiento. Los resultados encontrados en su orden de mayor a menor fueron: T2 (4% Aceite de Palma) con 5.66, T3 (6% Aceite de Palma) con 5.50, T0 (Testigo) con 5.32, T1 (2% Aceite de Palma) con 5.19 y T4 (8% Aceite de Palma) con 5.11.

Al realizar el análisis de varianza (anexo J) no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en la fase de crecimiento.

Las diferencias en el consumo de materia seca de los distintos tratamientos no influyeron para que se presentaran diferencias estadísticas en la variable conversión alimenticia.

Los diferentes niveles de aceite empleados en cada dieta no influyeron en el grado de aprovechamiento del alimento utilizado, dando como resultado rendimientos similares estadísticamente, igual comportamiento se observó en los incrementos de peso. Posiblemente conforme se mencionó en la ganancia de peso los

⁵⁸ CHURCH, D y POND, W. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales, México: Limusa, 1990. p. 120.

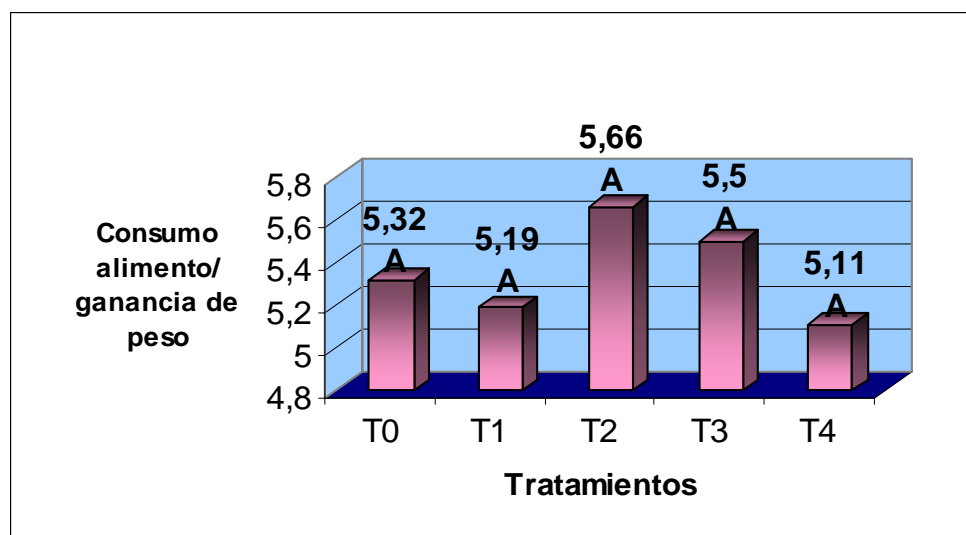
resultados pueden ser una consecuencia del efecto de los ácidos grasos presentes en el aceite de palma, cuya concentración energética ascendente en los distintos tratamientos, no fue aprovechada en la misma forma por los cuyes.

Aliaga⁵⁹ manifiesta que los cuyes pueden utilizar grasas duras mostrando respuestas favorables cuando se incluyen en su dieta ácidos grasos insaturados o ácido linoleico en una cantidad de 4 g por kg de ración.

Con respecto a la suplementación con aceites Tello⁶⁰ utilizó diferentes niveles de grasa (4.88, 4.93, 2.95, 5.83%) en raciones concentradas con una base alimenticia de hoja de maíz y agua, durante el ensayo no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para la variable conversión alimenticia.

Además Saravia *et al* afirman que la conversión alimenticia se mejora cuando la ración está preparada con insumos de mejor digestibilidad y con mejor densidad nutricional.⁶¹

Figura 5. Conversión alimenticia en la fase de crecimiento.



⁵⁹ ALIAGA, Op. cit., p. 165.

⁶⁰ TELLO, V. Efecto de 4 raciones concentradas en el crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*). Lima (Perú), 1972. Tesis de grado (Ing. Zoo.). Universidad Nacional Agraria La Molina.

⁶¹ Saravia, D.J., Gómez, C., Ramírez, S. y Chauca, F.L. 1994. Evaluación de cuatro raciones para cuyes en crecimiento. XVII Reunión científica anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA), Lima, Perú. 84 p.

6.1.4 Mortalidad. En cuanto a la mortalidad para cada tratamiento en la fase de crecimiento son los siguientes: T0 (0%), T1 (3.33%), T2 (6.66%), T3 (6.66%) Y T4 (6.66%).

La mortalidad esta por debajo de los parámetros normales reportados para explotaciones comerciales, según lo expuesto por Caycedo⁶² quien considera como adecuado un rango de mortalidad en esta etapa del 4-6%. Las enfermedades más frecuentes que afectan a los cuyes son en su orden: Yersinia, Timpanismo, Salmonelosis y Coccidiosis.

El análisis de los animales muertos durante el experimento demostró que todos los casos fueron ocasionados por timpanismo o también llamado meteorismo espumoso que es causado por alteraciones en la alimentación, en este caso producido por la fuerte época de invierno que no permitía que el pasto se secase durante el tiempo de oreo.

6.2 FASE DE ENGORDE

En la tabla 8 se presenta un resumen de los resultados obtenidos de las variables evaluadas para cada uno de los tratamientos experimentales en la fase de engorde.

6.2.1 Consumo de alimento. En la tabla 8 y figura 6 se muestran los resultados de consumo de alimento en materia seca.

El consumo de materia seca animal/día en la fase de crecimiento para el T0 (Testigo) fue 86.08 g. en promedio, T1 (2% aceite de de Palma) 91.94 g, T2 (4% aceite de Palma) 91.99 g, T3 (6% de aceite de Palma) fue de 96.55 g, T4 (8% aceite de palma) 96.42 g.

Al realizar el análisis de varianza (Anexo M) se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P < 0.05$)

Mediante la prueba de Duncan (Anexo N) se determinó que los tratamientos T3 (96.55 g) y T4 (96.42 g) son mayores con respecto a T1 (91.94 g), T2 (91.99 g) y T0 (86.09 g). De igual manera T1 y T2 son diferentes a T0.

En la fase de engorde es más definida la tendencia a incrementar el consumo, a medida en que aumentan los niveles de aceite en los distintos tratamientos 2 y 4% para estandarizarse en el 6 y 8% de aceite. Estos resultados siguen la misma correspondencia con los obtenidos en la fase de crecimiento, lo que demuestra que los consumos fueron afectados posiblemente más por la palatabilidad de los

⁶² CAYCEDO, A. y EGAS, L. Op. cit., p. 25.

alimentos que por la concentración energética, ya que los rendimientos en peso en las dos fases, no sufrieron variaciones estadísticas.

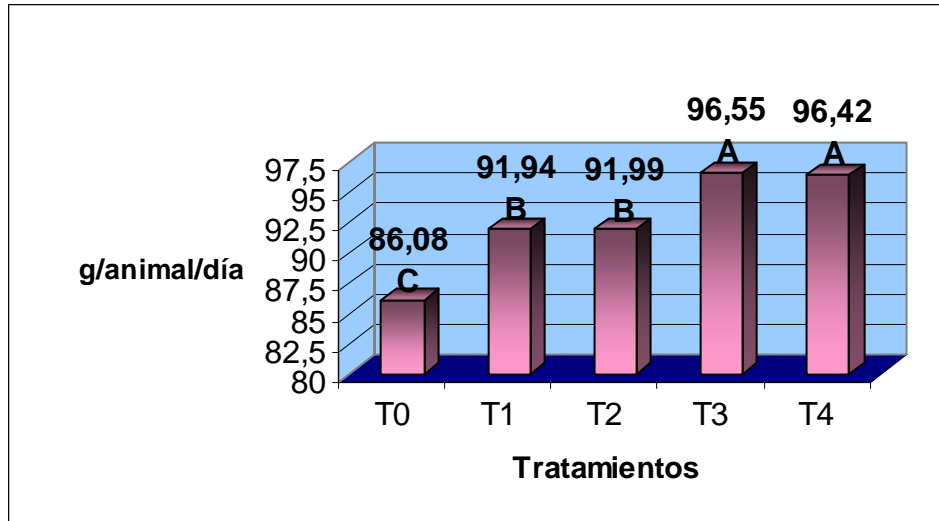
Como se mencionó anteriormente, las diferencias en el consumo de alimento, obedecieron a la presencia de características organolépticas en los suplementos que llevaban aceite de palma y el comportamiento de los animales es más evidente con una mayor aceptación.

Por otra parte también se observó que en los tratamientos T0 y T1 sin aceite y con el nivel más bajo de aceite, el forraje fue consumido con mayor predilección que los mismos suplementos; esto como un mecanismo de compensación en el cual los cuyes tratan de suplir sus requerimientos de materia seca y nutrientes consumiendo el alimento que mas les apetece.

Tabla 8. Rendimientos productivos en cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con diferentes niveles de aceite de palma en la fase de engorde.

PARAMETROS	TRATAMIENTOS				
	T0	T1	T2	T3	T4
Número de días	45	45	45	45	45
Peso inicial, g	682,9	695,63	708,63	737,85	759,88
Peso final, g	1080,23	1127,63	1124,3	1151	1219,4
Ganancia de peso total, g	397,33	432	415,67	413,15	459,52
Ganancia de peso animal/día, g	8,59	9,67	7,67	7,58	8,69
Consumo de alimento total g	3873,6	4137,3	4139,55	4344,75	4338,9
Consumo de alimento g/m.s./animal/día	86,08	91,94	91,99	96,55	96,42
Conversión alimenticia	9,77	9,60	9,97	10,56	9,49

Figura 6. Consumo de alimento en la fase de engorde.



6.2.2 Ganancia de peso. Los resultados para esta variable se muestran en la tabla 8 y figura 7.

Los datos obtenidos son: T0 (Testigo) con un promedio de 8.59 g, T1 (2% aceite de palma) con 9.67 g, T2 (4% de aceite de palma) con 7.67g, T3 (6% aceite de palma) con 7.58 g, T4 (8% Aceite de Palma) 8.69 g.

Según el análisis de varianza (Anexo P), si existen diferencias entre los tratamientos.

Mediante la prueba de Duncan (Anexo Q) se determinó que los tratamientos T2 (7.67g) y T3 (7.58g) son diferentes al T0 (8.59g), T4 (8.69 g) y T1 (9.67 g) siendo éste último el de mayor valor.

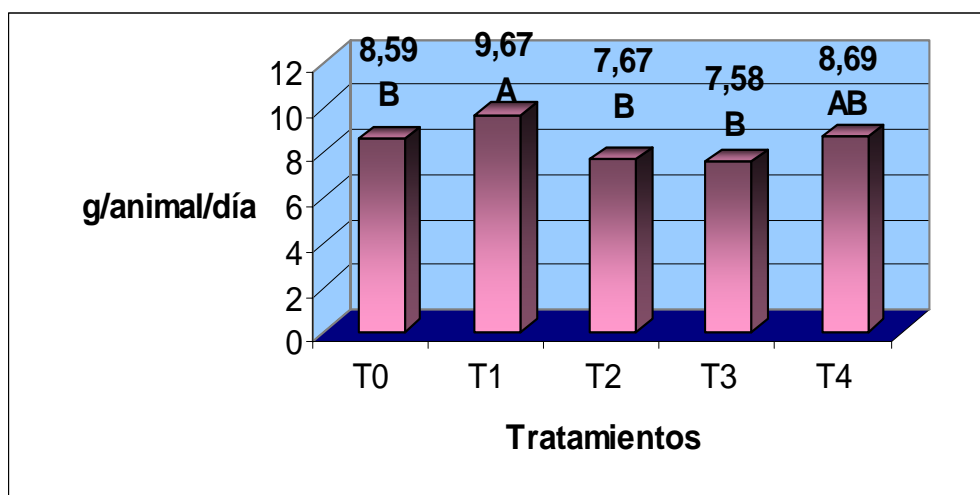
El T1 fue superior, demostrando que uno de los niveles óptimos puede ser del 2% de aceite de palma, lo que contribuyó para alcanzar un mayor incremento de peso, a pesar de presentar uno de los menores consumos de alimento en esta fase. Sin descartar que el T4 también presentó buenos resultados, indicando que tanto el uno como el otro presentan similitud.

El incremento no se afectó por el alto % de aceite de palma africana que contenía el T4, demostrando que los cuyes son animales que toleran niveles altos de grasa en su dieta, siempre y cuando ésta contenga una buena combinación de ácidos grasos saturados e insaturados.

En el Anexo R, se muestran los pesos promedios obtenidos cada semana de esta fase de engorde, se puede observar como los animales del tratamiento 4 tienen los mejores pesos, esto se proyecta a medida que se cumple el tiempo de esta etapa y demuestra que se podría acortar el período del engorde hasta en 3 semanas.

Leyva *et al*/ utilizaron sebo vacuno y/o aceite de maíz en cuyes de 25 días de edad alimentados con una dieta basal de rye grass hasta los 70 días; obtuvieron buenos resultados en cuanto a ganancia de peso con un tratamiento que incluía sebo vacuno y aceite de maíz en niveles de 5-10% y 7.5-15% en inicio y acabado.⁶³

Figura 7. Ganancia de peso en la fase de engorde.



6.2.3 Conversión alimenticia. En la tabla 8 y figura 8 se indica la Conversión Alimenticia de los diferentes tratamientos en la fase de engorde. Los resultados encontrados en su orden de mayor a menor fueron: T3 (6% Aceite de Palma) con 10.56, T2 (4% Aceite de Palma) con 9.97, T0 (Testigo) con 9.77, T1 (2% Aceite de Palma) con 9.60 y T4 (8% Aceite de Palma) con 9.49.

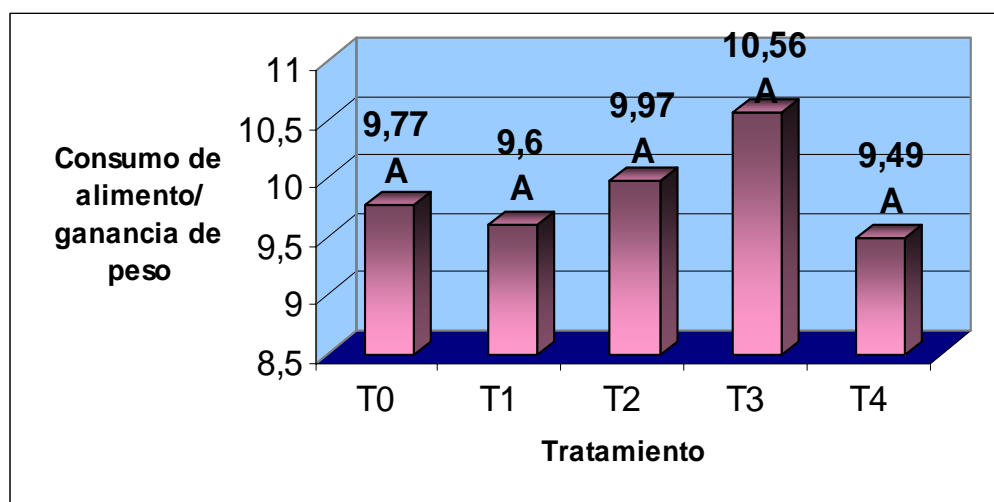
Al realizar el análisis estadístico (Anexo S) no se encontraron diferencias entre los tratamientos en la fase de engorde al igual que sucedió en la fase de crecimiento. La tendencia es similar entre los tratamientos aunque en la fase de engorde las conversiones fueron mas bajas debido a que los animales una vez van finalizando su crecimiento el grado de aprovechamiento de los nutrientes es menor.

⁶³ Leyva, J., Castro, J., y Chirinos, D. Uso de sebo vacuno y/o aceite de maíz en cuyes. Resúmenes 1993, Piura (Perú). 15 p.

Zaldívar y Vargas afirman que a mayor nivel energético de la ración la conversión alimenticia mejora.⁶⁴

Posiblemente el equilibrio en las raciones en cuanto a cantidad y calidad nutricional fue igual, debido a esto el grado de aprovechamiento no se ve afectado por los diferentes niveles de aceite de palma presente en los diferentes tratamientos.

Figura 8. Conversión alimenticia en la fase de engorde.



6.2.4 Rendimiento en canal. En la tabla 8 y figura 9 se muestra los resultados obtenidos para cada uno de los tratamientos evaluados. El rendimiento para el T2 fue de 70.49%, para el T3 fue de 69.61%, para el T4 68.95%, el T1 con 68.82% y el T0 con 68.77%. figura 11

En el análisis de varianza (Anexo T) no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. Estos resultados guardan correspondencia con los parámetros de incremento de peso y conversión alimenticia; sin embargo los resultados prácticos demostraron el mejor porcentaje en cuanto a esta variable para el T2.

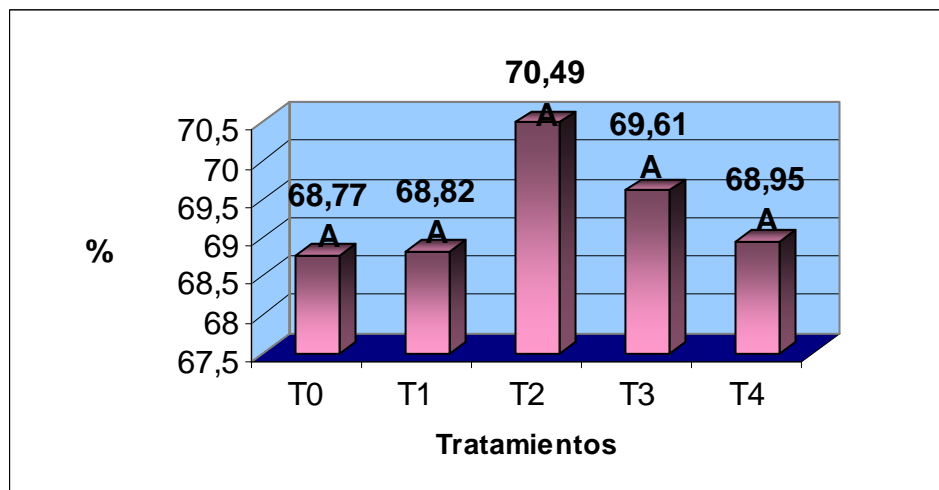
Por otra parte no se encontraron órganos afectados engrasados o con aumento de tamaño que hubiesen producido algún problema que pueda afectar la salud del animal.

⁶⁴ Zaldívar, A.M. y Vargas, N. 1969. Estudio de tres niveles de azúcar como fuente de energía más un concentrado comercial en cobayos. EELM, Lima, Perú. 7 p.

Lino, J⁶⁵. Utilizó cuyes de dos meses de edad para comparar el efecto de diferentes tipos de aceites vegetales, aceite de pescado y grasa de cerdo en altos niveles sobre una ración básica de concentrado comercial por 84 días; donde se midieron niveles de colesterol y se calculó el peso promedio de los órganos, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

El sistema de alimentación es un factor importante que influye en el rendimiento en canal; cuando los cuyes son alimentados con raciones concentradas, se observan mayores porcentajes de rendimiento en canal como consecuencia de una mayor formación muscular⁶⁶.

Figura 9. Rendimiento en canal (%).



6.2.5 Análisis parcial de costos. En la tabla 9 y figura 10 se muestran los resultados económicos para los animales utilizados en el ensayo teniendo en cuenta costos fijos, costos variables, imprevistos, mano de obra, servicios, medicamentos y rentabilidad.

⁶⁵ LINO S., J. H. Hiperlipemia experimental en cuyes y sus efectos sobre posibles alteraciones orgánicas y/o metabólicas. Lima (Perú), 1972. Tesis de grado (Ing. Zoo.). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Perú). 232 p.

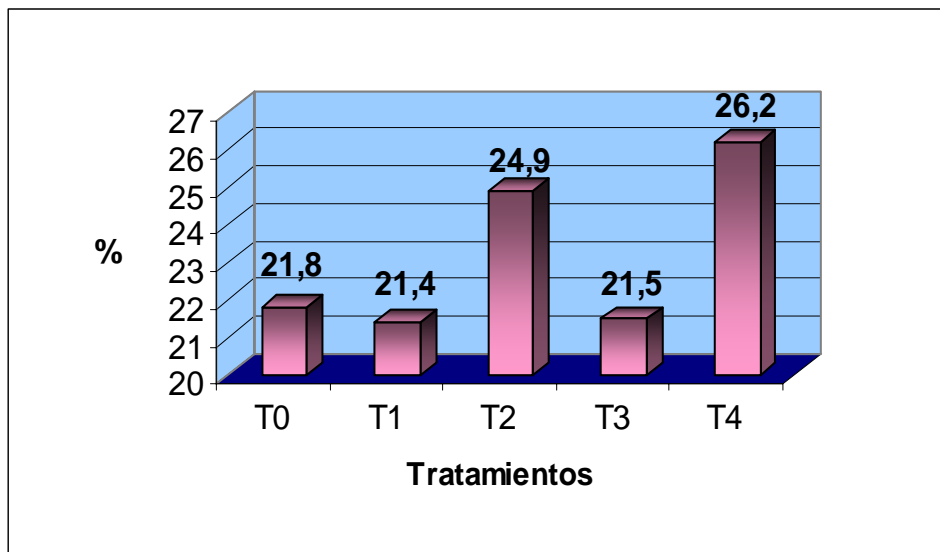
⁶⁶ RICO, E. y RIVAS, C. Manual sobre el manejo de cuyes. Arch. Zoot. [online]. nov. 2003, [citado 23 abril 2005]. Disponible en la World Wide Web: <http://Guineapigmanagement/Bolivia/mark/mrol/081303>

Los costos de alimentación mas bajos los presentó el T1 (\$86.786,93) seguido del T3 (\$87.098,28), T2 (\$87.630,4), T4 (\$88.668,88) y T0 (\$89.094,8) Esto se debió a que los animales del tratamiento 1 tuvieron un menor consumo de forraje en la fase de crecimiento y en la de engorde, situación que rebaja los costos de alimentación.

En cuanto a la venta de los animales, los mayores ingresos los obtuvo el tratamiento 4 (\$336.149,6) seguido por los tratamientos T2 (\$331.341,8), T0 (\$324.790,2), T3(\$321.645) y T1 (\$321.090,8) Este resultado se debe a que los animales del tratamiento 4 alcanzaron el mayor peso final de 1219.4 g en promedio, por lo tanto fueron vendidos a un mayor precio.

La rentabilidad mensual más alta la tiene el tratamiento 4 (26.28%) seguido de los tratamientos T2 (24.97%), T0 (21.82%), T3 (21.55%) y T1 (21.49%) Este indicador muestra que el tratamiento 4 a pesar de tener uno de los valores mas altos en cuanto a los costos de alimentación, resulta rentable justificado por el alto ingreso que se obtiene al vender animales con un peso final muy apropiado.

Figura 10. Rentabilidad por periodo.



En los anexos U, V, W, X y Y, se muestra un análisis económico de aplicación, proyectándose a una explotación con 250 hembras y 50 machos reproductores y un desarrollo de población con 523 crías para una población total de 823 animales permanentes en cada uno de los tratamientos en donde se tuvo en cuenta: inversión inicial, imprevistos, interés al capital invertido, depreciación, ingresos por venta de animales, costos fijos, costos variables, utilidad neta, utilidad bruta y rentabilidad para cada uno de los tratamientos.

Tabla 9. Resultados económicos en cada uno de los tratamientos

RUBROS	TRATAMIENTOS				
	T0	T1	T2	T3	T4
A. INGRESOS					
Venta Animales	324790	321091	3313412	321645	336150
B. EGRESOS					
Compra de animales	150000	150000	150000	150000	150000
COSTOS ALIMENTACION					
Pasto Aubade	12514	11829	11680	11411	11411
Suplemento	76580	74958	75950	75687	77258
Total	89095	86787	87631	87099	88669
Mano obra	10000	10000	10000	10000	10000
Medicamentos desinfectantes	7500	7500	7500	7500	7500
Imprevistos	5000	5000	5000	5000	5000
Servicios	5000	5000	5000	5000	5000
COSTO DE PRODUCCION	266595	264287	265131	264598	266169
Costo por animal	8887	8810	8838	8820	8872
C. INGRESO NETO (A-B)	58195	56804	66211	57047	69981
D. RENTABILIDAD/Periodo	21,83	21,49	24,97	21,56	26,29

En esta proyección los costos variables mas altos los obtuvo el tratamiento 4 (\$4.945.265,7), seguido de los tratamientos T3 (\$4.874.339,4), T2 (\$4.788.782,8), T1 (\$4.730.565,4) y T0 (\$4.632.106) Resultado que se explica por que los animales del tratamiento 4 presentan el suplemento de mayor costo, además que tuvieron un buen consumo.

Los costos de producción por animal más altos los obtuvo el tratamiento 4 (\$10.380,9) seguido de los tratamientos T3(\$10.245,38), T2 (\$10.081,79), T1 (\$9.970,4) y T0 (\$9.782) La diferencia entre estos valores no es muy apreciable, pero el tratamiento 4 se mantiene como el mas costoso.

La utilidad neta producida por la proyección se dio de la siguiente manera: El tratamiento 4 con el mayor valor de (\$1.432.196,3) seguido por los tratamientos

T1 (\$1.166.782,5), T3 (\$1.145.390,6), T2 (\$1.091.306,12) y T0 (\$1.016.293,9), valor que demuestra que una buena conversión alimenticia, y una adecuada ganancia diaria nos proporcionará un peso final adecuado que permita que los ingresos por venta justifique una alimentación costosa.

Por ultimo, la rentabilidad es una proyección de los anteriores resultados, como se muestra en la figura 13 el tratamiento 4 obtuvo la mejor rentabilidad (28.96%), seguido de los tratamientos: T1 (24.66%), T3 (23.49%), T2 (22.78) y T0 (21.94%) Esto muestra que en términos económicos la mejor alternativa la ofrece el T4 al presentar el mas alto ingreso por venta, además estos animales presentan la mayor ganancia diaria de peso, y la mejor conversión alimenticia lo que nos demuestra que una buena alimentación garantiza buenos ingresos a la venta que justifican una mayor inversión.

Figura 11. Costo de producción por animal.

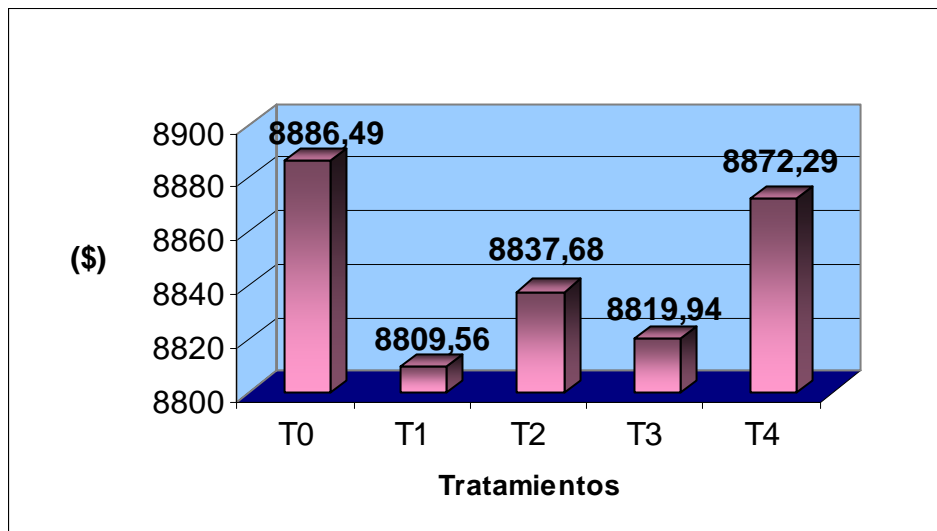
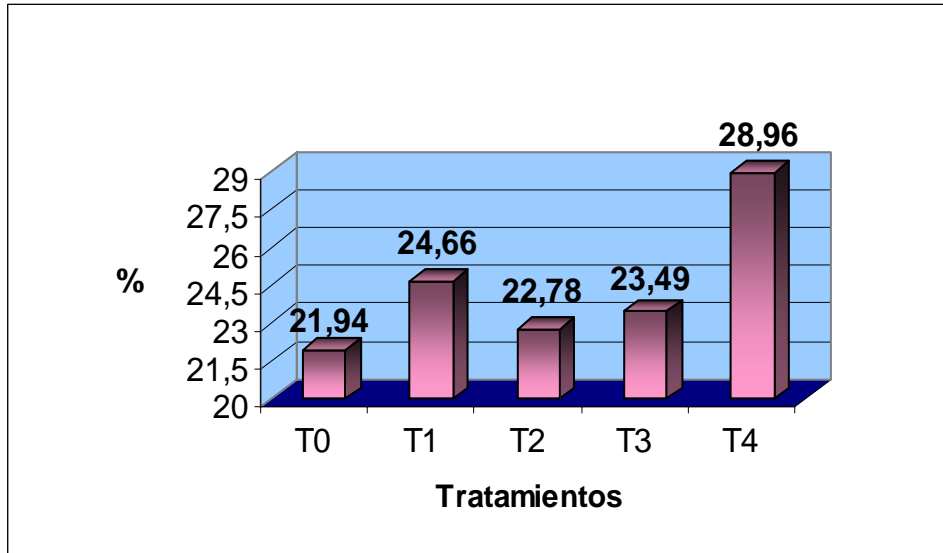


Figura 12. Rentabilidad por periodo, para una explotación con 823 cuyes permanentes.



6.2.6 Mortalidad. Los resultados en cuanto a la mortalidad para la fase de engorde son los siguientes: T0 (0%), T1 (3.33%), T2 (6.66%), T3 (3.33%) Y T4 (3.33%).

La mortalidad obtenida está por debajo de los índices reportados para explotaciones comerciales 10%. Entre las causas de mortalidad en esta fase se detectó timpanismo y manejo inadecuado durante las actividades de limpieza de las jaulas.

En esta etapa como en la de levante se descartó la posibilidad de muertes por efectos producidos por el aceite de palma utilizado en su alimentación así como también muertes por la presencia de enfermedades parasitarias e infecciosas

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- La utilización de aceite de palma africana en suplementos para cuyes no produjo efectos desfavorables en las fases de crecimiento y engorde de cuyes.
- El consumo de alimento en las fases de crecimiento y engorde presenta diferencias altamente significativas a favor de los tratamientos que contiene aceite de palma africana.
- Las variables: conversión alimenticia y rendimiento en canal, no mostraron diferencias significativas en las dos fases; confirmando similitud en las dietas objeto de esta investigación.
- El tratamiento 4 presentó el mayor peso promedio final, produciendo los mejores ingresos por venta de animales, así mismo la rentabilidad por periodo más alta.
- El T1 presentó el costo de alimentación más bajo, los menores consumos y los pesos finales más bajos. En términos económicos la mejor alternativa la tiene el tratamiento 4 al presentar el más alto ingreso por venta de animales y la mejor rentabilidad logrando así el objetivo, que es alcanzar mayores rendimientos disminuyendo los costos de producción.
- La aplicación para una explotación comercial proyectada con 250 hembras muestra que el menor costo por animal con la mejor rentabilidad lo obtuvo el tratamiento 4, seguido de los tratamientos T3, T2, T1 y T0.
- Los tratamientos con los niveles más altos de aceite de palma como son 6 y 8%, presentaron una mejor rentabilidad a pesar de que el porcentaje de la proteína fue elevado, siendo éste uno de los nutrientes más costosos actualmente en alimentación animal.
- Los tratamientos 3 y 4 demostraron que se podía disminuir el tiempo de engorde, presentando los pesos más altos, y así mismo permitir una mejor y mayor utilización de las áreas de producción.

7.2 RECOMENDACIONES

- Utilizar niveles intermedios de aceite de palma africana a los evaluados en esta investigación como 1%, 3%, 5% y 7%, con el fin de encontrar un nivel óptimo en la ración y evaluar también niveles de colesterol y alteración de órganos.
- Analizar el porcentaje de grasa superficial en la canal como variable, para los animales cuyo suplemento presenta diferentes niveles de aceite de palma.
- Evaluar esta alternativa de alimentación en las fases de reproducción, gestación y lactancia.
- Utilizar simultáneamente diferentes grasas o aceites, para comparar las fuentes tanto vegetales, como animales.
- Realizar investigaciones conducentes a evaluar los costos de alimentación con materias primas no convencionales y de fácil consecución en el Departamento de Nariño.
- Transferir los resultados de esta investigación a pequeños, medianos y grandes cuyicultores con el propósito de que se implemente la utilización del aceite de palma en la alimentación de cuyes.
- Evaluar el efecto de la inclusión de aceite de palma en la alimentación de otras especies.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALIAGA, R. L. Producción de cuyes. Publicaciones de la UNCT: Huancayo, Universidad del Centro del Perú, 1979.

ARELLO, Susan E.; B.S.D.V.M.E.L.S., El manual MERCK de Veterinaria. Quinta edición, 2000.

ARGOTE, Francisco. Estudio de factibilidad para el montaje de una planta procesador de carne de cuy empacada en bandejas en el Municipio de Tangua. Pasto, 1999. Universidad de Nariño.

BENDER, Arnold. Diccionario de nutrición y tecnología de los alimentos. Editorial Acibia; Zaragoza, España 1994. p. 13

BETANCOURT L y DIAZ G. Composición de ácidos grasos en la carne del chiguiro(*Hydrochaeris hidrechaeris*), cuy (*Cavia porcellus*) y lapa(*Agouti sp.*). Universidad de la Salle.2006

BURGOS A. y LUNA Y. Digestibilidad aparente de los pastos Raigras Tetralite (*Lolium hybridum*) en cuyes (*Cavia porcellus*) de engorde. Pasto, 1986. p 90. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

CAYCEDO, Alberto. Experiencias investigativas en la producción de cuyes. Universidad de Nariño, 2000.

-----, Alberto. Alimentación de Cuyes. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. 1985.

CAYCEDO, A. y EGAS, L. Aspectos técnicos e investigación en la explotación de cuyes. Pasto – Colombia: Universidad de Nariño, 1993. p. 23

CEDEÑO, Guillermo, Nutrición Animal.Unisur,Bogotá 1993. p.300

CHAUCA, Lilia. IV curso latinoamericano de cuyicultura. Riobamba, Ecuador,1993

CHURCH, D y POND, W. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales, México: Limusa, 1990. p. 120.

DANE, Ministerio de Agricultura y desarrollo rural. Consolidado agropecuario 2005.

DELGADO, Crisoly y ZAMBRANO, María. Utilización de diferentes niveles de heno de forraje de Avena (*Avena Sativa, L*) como suplemento al pasto aubade en la alimentación de cuyes de engorde. Pasto, 1994. p 67. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

FEDEPALMA. La palma africana y sus ácidos grasos. Arch. Agron. [online]. Feb. 2002, Boletín 2, 2002. [citado 20 febrero 2005], p. 15. Disponible en la World Wide Web : <[http:// www.fedepalma.org/palma.htm](http://www.fedepalma.org/palma.htm)

G. G., Mateos; P. G., Rebollar y P., Mendel. Utilización de grasas y productos Lípidos en alimentación animal. Madrid 7 y 8 de Noviembre, 1996. XII curso de especialización FEDNA

HARTLEY. La palma de aceite. Editorial Continental. México, 1986.

LEYVA, J., Castro, J., y Chirinos, D. Uso de sebo vacuno y/o aceite de maíz en cuyes. Resúmenes 1993, Piura (Perú).

LINO S., J. H. Hiperlipemia experimental en cuyes y sus efectos sobre posibles alteraciones orgánicas y/o metabólicas. Lima (Perú), 1972. Tesis de grado (Ing. Zoo.). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Perú).

M. López. El maíz y la alimentación humana. Arch. Nutric. [online]. ene. 2005, [citado 25 enero 2006], Disponible en la World Wide Web: <http://apuntes.rincondelvago.com/el-maíz-en-la-alimentación-humana.html>

MOREA, Lucas. Características de las Grasas. Arch. Quím. [online]. jun. 1997, [citado 16 marzo 2006]. Disponible en la World Wide Web: <http://www.monografias.com/politicas.shtml>

NOGUERA, Alberto. Utilización del Aceite de Palma. [online]. may. 1998, [citado 15 febrero 2005]. Disponible en la World Wide Web : <http://aupec.univalle.edu.co/informes/mayo98/ceni.html>

OROZCO, Luz y TORRES, Liliana. Efecto comparativo de los forrajes de alfalfa (*Medicago Sativa L.*) y pasto Aubade (*Lolium sp.*) con y sin suplemento en la fase reproductiva del cuy. Pasto, 1996. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño.

ORTEGON, Y MORALES, F. El cuy (*Cavia porcellus*). Pasto – Colombia: Marmor, Edición Técnica

ORTIZ, Rafael. Avicultura. Tomo # 5. Tulúa: Centro Latinoamericano Especies Menores, 1989.

RICO, E. y RIVAS, C. Manual sobre el manejo de cuyes. Arch. Zoot. [online]. nov. 2003, [citado 23 abril 2005]. Disponible en la World Wide Web: <http://Guineapigmanagement/Bolivia/mark/mrol/081303>

SARAVIA, D.J., Gómez, C., Ramírez, S. y Chauca, F.L. 1994a. Evaluación de cuatro raciones para cuyes en crecimiento. XVII Reunión científica anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA), Lima, Perú.

SCHEELE C., Kwakernaak C y ZAMBRANO, M. Studies on the USE of palm fots.

SHEEHY, P. MORRISEY, P y A. Flynn. Br poultry SCL. 1993.

SYNGENTA. El maíz y su importancia. Arch. Agron. [online]. nov. 2004, [citado 10 febrero 2006], P. 22-25. Disponible en la World Wide Web: <http://www.syngentaseeds.es/sugerencias/avisolegal.htm>

TELLO, V. Efecto de 4 raciones concentradas en el crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*). Lima (Perú), 1972. Tesis de grado (Ing. Zoo.). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Perú).

Zaldívar, A.M. y Vargas, N. 1969. Estudio de tres niveles de azúcar como fuente de energía más un concentrado comercial en cobayos. EELM, Lima, Perú. 7 p.

ZILLER, Steve. Grasas y aceites alimentarios. Editorial Acribia; Zaragoza, España 1996.

Anexo A. Composición química de materias primas utilizadas en la elaboración del Suplemento

Materia prima	Proteína %	Energía Met. Mcal/kg	Calcio %	Fósforo %	Fibra %
Maíz	9.5	3.35	0.07	0.10	2.0
Mogolla	15.6	1.8	0.17	0.33	8.5
Torta de soya	48	2.45	0.30	0.30	4.0
Premezcla	--	--	16	8	--
Carbonato de Calcio	--	--	38	--	--
Afrecho de cebada	--	--	--	--	15
Aceite de Palma	--	8.8	--	--	--

Fuente: Laboratorios analíticos Nutribal, información complementaria ICA y CIAT.

Anexo B. Análisis bromatológico del pasto Aubade (*Lolium sp.*)

FRACCION	% Base Seca
Humedad	80.35
Materia Seca	19.65
Proteína	24.31
Ceniza	11.57
Fibra cruda	23.00
Energía Bruta (Kcal./100)	423.00
Extracto etéreo	4.04
E. N. N.	37.08

Fuente: Laboratorio de Nutrición animal, Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño (2005)

Anexo C. Consumo real de materia seca en crecimiento.

	T0	T1	T2	T3	T4
Suplem.	18.12	20.53	23.04	21.63	23.41
Pasto	32.36	31.96	31.46	31.46	31.46
TOTAL	50.48	52.49	54.50	53.09	54.87

Anexo D. Composición Bromatológica de los suplementos en la fase de crecimiento y el pasto Aubade (*Lolium sp.*)

Componente	T0 BPS %	T1 BPS %	T2 BPS %	T3 BPS %	T4 BPS %	P. Aubade B.H %
Humedad	10.83	9.44	12.05	11.01	8.63	80.35
Materia seca	89.17	90.56	87.95	88.99	91.37	19.65
Ceniza	8.02	8.68	8.93	8.19	8.74	2.27
Extracto etéreo	2.44	4.56	7.17	7.59	12.33	0.79
Fibra cruda	10.09	9.59	7.82	10.34	10.03	4.52
Proteína	21.16	21.08	20.13	19.85	19.95	4.78
E.N.N.	47.45	46.65	43.90	43.01	40.32	7.29
Energía (kcal/100g)	394	398	397	388	418	83

Fuente: Universidad de Nariño, Laboratorio de Bromatología, Pasto, Colombia 2005.

B.P.S: Base Parcialmente Seca

B.H: Base Húmeda

Anexo E. Consumo diario de alimento (materia seca g/día) en la fase de crecimiento.

REPLICAS	TRATAMIENTOS				
	T0	T1	T2	T3	T4
R1	50,81	52	54,09	51,01	54,99
R2	50,86	52,84	54,76	54,33	55,22
R3	49,81	52,67	54,66	53,95	54,12
SUMATORIA	151,49	157,53	163,52	159,30	164,34
PROMEDIO	50,49	52,51	54,50	53,10	54,78

Análisis de varianza para consumo de materia seca en la etapa de crecimiento (g).

F.V.	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > f
Tratamiento	4	36.83	9.20	10.24**	0.0015
Error	10	8.99	0.89		
Total	14	45.82			

C.V. = 1.78

** Altamente Significativo

Anexo F. Prueba de medias de Duncan para consumo de materia seca en etapa de crecimiento.

Grupo Duncan	Promedio	Tratamiento
A	54.88	4
A	54.51	2
B A	53.10	3
B	52.51	1
C	50.49	0

Letras diferentes indican diferencias estadísticas

Alfa	0.05
G.L.	10.0
CME	0.89

Anexo G. Consumo de alimento en la fase de crecimiento.

Tratamiento	Consumo Total(45 días)	Consumo g/animal/día	Pasto. g Materia seca	Suplemento. g Materia seca
T0	2272.05	50.49	32.36	18.13
T1	2362.95	52.51	31.96	20.55
T2	2452.5	54.5	31.46	23.04
T3	2389.5	53.1	31.46	21.64
T4	2465.1	54.78	31.46	23.32

Anexo H. Ganancia diaria de peso g/animal/día en fase de crecimiento.

REPLICAS	TRATAMIENTOS				
	T0	T1	T2	T3	T4
R1	10,42	10,69	10,42	11,55	10,16
R2	10,09	11,14	9,81	9,96	12,58
R3	9,98	10,63	9,91	9,48	11,61
SUMATORIA	30,49	32,46	30,15	30,99	34,35
PROMEDIO	10,16	10,82	10,05	10,33	11,45

Análisis de varianza para ganancia diaria en etapa de crecimiento (g).

F.V.	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > f
Tratamiento	4	4.0001	1.00	1.73 ^{NS}	0.22
Error	10	5.7925	0.57		
Total	14	9.7927			

C.V. = 7.20

N.S No significativo

Anexo I. Pesos promedios semanales para cada tratamiento.

Semana	T0	T1	T2	T3	T4
1	312,73	290.33	350.34	325.86	324.1
2	387.53	349.58	415.39	415.03	417.71
3	494.13	447.79	531.14	492.32	509.39
4	517.53	522.55	591.17	563.85	564.53
5	630.33	647.51	683.53	652.64	668.14
6	682.9	695.03	708.63	737.85	759.88

Anexo J. Conversión alimenticia en etapa de crecimiento.

REPLICACIONES	TRATAMIENTOS				
	T0	T1	T2	T3	T4
R1	5,22	5,19	5,42	4,58	5,67
R2	5,40	5,08	5,67	5,84	4,66
R3	5,34	5,30	5,90	6,09	4,99
SUMATORIA	15,96	15,58	17	16,52	15,33
PROMEDIO	5,32	5,19	5,66	5,50	5,11

Análisis de varianza para conversión alimenticia en etapa de crecimiento (g).

F.V.	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > f
Tratamiento	4	0.62	0.15	0.77 ^{NS}	0.5670
Error	10	2.00	0.20		
Total	14	2.63			

C.V. = 8.36

N.S No significativo

Anexo K. Consumo real de materia seca en engorde.

	T0	T1	T2	T3	T4
Suplem.	27.37	34.85	34.90	40.62	40.5
Pasto.	58.71	57.08	57.08	55.91	55.91
TOTAL	86.08	91.94	91.99	96.55	96.42

Anexo L. Composición Bromatológica de los suplementos de la fase de engorde y el pasto Aubade (*Lolium sp.*).

Componente	T0 BPS %	T1 BPS %	T2 BPS %	T3 BPS %	T4 BPS %	P. Aubade B.H %
Humedad	12.39	10.85	10.32	10.04	10.08	80.35
Materia seca	87.95	89.15	89.68	89.96	89.92	19.65
Ceniza	8.93	8.78	9.07	7.98	8.28	2.27
Extracto etéreo	7.17	5.67	9.23	10.13	12.04	0.79
Fibra cruda	7.82	8.86	7.78	8.62	8.62	4.52
Proteína	20.13	15.47	14.67	14.37	14.93	4.78
E.N.N.	43.90	50.37	48.93	48.86	46.06	7.29
Energía (kcal/100g)	397	383	398	403	429	83

Fuente: Universidad de Nariño, Laboratorio de Bromatología, Pasto, Colombia 2005.

B.P.S: Base Parcialmente Seca

B.H: Base Húmeda

Anexo M. Consumo diario de alimento (materia seca g/día) en la fase de engorde.

REPLICAS	TRATAMIENTOS				
	T0	T1	T2	T3	T4
R1	85,95	91,13	91,57	96,25	96,71
R2	85,97	92,51	91,67	96,61	95,91
R3	86,34	92,17	92,73	96,78	96,64
SUMATORIA	258,26	275,82	275,98	289,65	289,2
PROMEDIO	86,08	91,94	91,99	96,55	96,42

Análisis de varianza para consumo de materia seca en etapa de engorde (g).

F.V.	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > f
Tratamiento	4	220.19	55.04	219.72**	<0.001
Error	10	2.50	0.25		
Total	14	222.70			

C.V. = 0.54

** Altamente Significativo

Anexo N. Prueba de medias de Duncan para la variable consumo de alimento en etapa de engorde.

Grupo Duncan	Promedio	Tratamiento
A	96.55	3
A	96.42	4
B	91.99	2
B	91.94	1
C	86.09	0

Letras diferentes indican diferencias estadísticas

Alfa	0.05
G.L.	10.0
CME	0.25

Anexo O. Consumo de alimento en la fase de engorde.

Tratamiento	Consumo Total(45 días)	Consumo g/animal/día	Pasto. g Materia seca	Suplemento. g Materia seca
T0	3873.6	86.08	58.71	27.37
T1	4137.3	91.94	57.08	34.86
T2	4139.55	91.99	57.08	34.91
T3	4344.75	96.55	55.91	40.64
T4	4338.9	96.42	55.91	40.51

Anexo P. Ganancia diaria de peso g/animal/día en fase de engorde.

REPLICACIONES	TRATAMIENTOS				
	T0	T1	T2	T3	T4
R1	8,14	9,11	7,54	6,42	8,12
R2	8,90	10,18	7,59	8,83	8,45
R3	8,74	9,73	7,89	7,48	9,50
SUMATORIA	25,79	29,03	23,03	22,75	26,08
PROMEDIO	8,59	9,67	7,67	7,58	8,69

Análisis de varianza para ganancia diaria en etapa de engorde (g).

F.V.	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > f
Tratamiento	4	8.80	2.20	4.45*	0.02
Error	10	4.94	0.49		
Total	14	13.74			

C.V. = 8.32

* Significativo

Anexo Q. Prueba de medias de Duncan para ganancia diaria de peso g/animal/día en fase de engorde.

Grupo Duncan	Promedio	Tratamiento
A	9.67	1
B A	8.69	4
B	8.59	0
B	7.67	2
B	7.58	3

Letras diferentes indican diferencias estadísticas

Alfa	0.05
G.L.	10.0
CME	0.49

Anexo R. Pesos promedios semanales para cada tratamiento.

Semana	T0	T1	T2	T3	T4
1	766.33	782.27	809.28	787.78	807.71
2	785.13	832.68	840.28	849.71	882.35
3	901.90	954.13	941.42	920.14	946.37
4	932.06	964.27	1035.14	1013.33	1044.59
5	987.23	1025.78	1048.92	1025.29	1140.50
6	1080.23	1127.53	1124.35	1151	1219.40

Anexo S. Conversión alimenticia en la fase de engorde

REPLICAS	TRATAMIENTOS				
	T0	T1	T2	T3	T4
R1	10,42	10,24	10,27	11,57	10,06
R2	9,29	9,05	10,09	9,76	9,59
R3	9,59	9,51	9,53	10,37	8,8
SUMATORIA	29,31	28,81	29,91	31,70	28,49
PROMEDIO	9,77	9,60	9,97	10,56	9,49

Análisis de varianza para conversión alimenticia en etapa de engorde (g).

F.V.	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > f
Tratamiento	4	2.14	0.53	1.29 ^{NS}	0.3366
Error	10	4.14	0.41		
Total	14	6.29			

C.V. = 6.51

N.S No significativo

Anexo T. Rendimiento en canal (%).

REPLICACIONES	TRATAMIENTOS				
	T0	T1	T2	T3	T4
R1	69,39	67,58	71,35	69,51	71,48
R2	69,44	69,73	68,72	67,75	69,59
R3	67,48	69,16	71,39	71,49	65,78
SUMATORIA	206,32	206,47	211,47	208,83	206,86
PROMEDIO	68,77	68,82	70,49	69,61	68,95

Análisis de varianza para rendimiento en canal (%).

F.V.	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr > f
Tratamiento	4	6.3912	1.59	0.48 ^{NS}	0.7523
Error	10	33.50	3.50		
Total	14	39.89			

C.V. = 2.64

N.S No significativo

Anexo U. Análisis económico para una explotación con 823 animales permanentes alimentados con Pasto Aubade y suplemento con el 0% de Aceite de Palma (T0)

INVERSIÓN	CANTIDAD	V/R UNITA	V/R TOTAL	
DETALLE				
Galpón 823 animales	1	9000000	9000000	
Hem.Reproductoras	250	12000	3000000	
Machos.Reproductores	50	12000	600000	
Jaulas Crecimiento	13	310000	4030000	
Jaulas Engorde	13	310000	4030000	
Equipo		250000	250000	
Subtotal			20910000	
Imprevistos		10%	2091000	
Total Inversión			23001000	
Interés Capital Invertido		3%	690030	
DEPRECIACIÓN				
Detalle	Valor Deprec	Valor por año	valor por mes	
Galpón	9000000	900000	75000	
Jaulas	8060000	806000	67167	
Equipo	250000	50000	4167	
Total Depreciación			146333	
ESTADO DE	RESULTADOS	PRIMER	PERIODO	
Detalle	Animales	Cantidad	Valor Unit	Total
Costos Variables				4632106
Alim/forraje/Crecimiento	523	24,7	12	155017
Alim/suplem/Crecimiento	523	3,24	1031	1747440
Alim/forraje/Engorde	300	44,82	12	161352
Alim/suplem/Engorde	300	4,77	905	1295055
Mano obra		2	408000	1067492
Medicamentos	823	823	250	205750
Costos fijos				483996
Servicios		3	15000	45000
Depreciación		3	146332	438996
Costo por animal				9783
Ingreso por venta	523		10800	5648400
Utilidad Bruta				1016294
Utilidad Neta				1016294
Rentabilidad				21,94

ANEXO V. Análisis económico para una explotación con 823 animales permanentes alimentados con Pasto Aubade y suplemento con el 2% de Aceite de Palma Africana (T1)

INVERSION	CANTIDAD	V/R UNITA	V/R TOTAL		
DETALLE					
Galpón 823 animales	1	9000000	9000000		
Hem.Reproductoras	250	12000	3000000		
Machos.Reproductores	50	12000	600000		
Jaulas Crecimiento	13	310000	4030000		
Jaulas Engorde	13	310000	4030000		
Equipo		250000	250000		
Subtotal			20910000		
Imprevistos		10%	2091000		
Total Inversión			23001000		
Interés Capital Invertido		3%	690030		
DEPRECIACION					
Detalle	Valor Deprec	Valor por año	valor por mes		
Galpón	9000000	900000	75000		
Jaulas	8060000	806000	67167		
Equipo	250000	50000	4167		
Total Depreciación			146334		
ESTADO DE RESULTADOS					
Detalle	Animales	PRIMER Cantidad	PERIODO Valor Unitario		Total
Costos Variables					4730565
Alim/forraje/Crecimiento	523	24,7	12	155017	
Alim/suplem/Crecimiento	523	3,24	1064	1802970	
Alim/forraje/Engorde	300	44,82	12	161352	
Alim/suplem/Engorde	300	4,77	935	1337985	
Mano obra		2	408000	1067492	
Medicamentos	823	823	250	205750	
Costos fijos					483996
Servicios		3	15000	45000	
Depreciación		3	146332	438996	
Costo por animal					9970
Ingreso por venta	523		11276		5897348
Utilidad Bruta					1166782
Utilidad Neta					1166782
Rentabilidad					24,66

ANEXO W. Análisis económico para una explotación con 823 animales permanentes alimentados con Pasto Aubade y suplemento con el 4% de Aceite de Palma Africana (T2)

INVERSION DETALLE	CANTIDAD	V/R UNITA	V/R TOTAL	
Galpón 823 animales	1	9000000	9000000	
Hem.Reproductoras	250	12000	3000000	
Machos.Reproductores	50	12000	600000	
Jaulas Crecimiento	13	310000	4030000	
Jaulas Engorde	13	310000	4030000	
Equipo		250000	250000	
Subtotal			20910000	
Imprevistos		10%	2091000	
Total Inversión			23001000	
Interés Capital Invertido		3%	690030	
DEPRECIACION				
Detalle	Valor Deprec	Valor por año	valor por mes	
Galpón	9000000	900000	75000	
Jaulas	8060000	806000	67167	
Equipo	250000	50000	4167	
Total Depreciación			146333	
ESTADO DE	RESULTADOS	PRIMER	PERIODO	
Detalle	Animales	Cantidad	Valor Unitario	Total
Costos Variables				4788782,88
Alim/forraje/Crecimiento	523	24,7	12	155017,2
Alim/suplem/Crecimiento	523	3,24	1084	1836859,68
Alim/forraje/Engorde	300	44,82	12	161352
Alim/suplem/Engorde	300	4,77	952	1362312
Mano obra		2	408000	1067492
Medicamentos	823	823	250	205750
Costos fijos				483996
Servicios		3	15000	45000
Depreciación		3	146332	438996
Costo por animal				10082
Ingreso por venta	523		11243	5880089
Utilidad Bruta				1091306
Utilidad Neta				1091306
Rentabilidad				22,78

ANEXO X. Análisis económico para una explotación con 823 animales permanentes alimentados con Pasto Aubade y suplemento con el 6% de Aceite de Palma Africana (T3)

INVERSIÓN DETALLE	CANTIDAD	V/R UNITA	V/R TOTAL	
Galpón 823 animales	1	9000000	9000000	
Hem.Reproductoras	250	12000	3000000	
Machos.Reproductores	50	12000	600000	
Jaulas Crecimiento	13	310000	4030000	
Jaulas Engorde	13	310000	4030000	
Equipo		250000	250000	
Subtotal			20910000	
Imprevistos		10%	2091000	
Total Inversión			23001000	
Interés Capital Invertido		3%	690030	
DEPRECIACION				
Detalle	Valor Deprec	Valor por año	valor por mes	
Galpón	9000000	900000	75000	
Jaulas	8060000	806000	67167	
Equipo	250000	50000	4167	
Total Depreciación			146333	
ESTADO DE Detalle	RESULTADOS Animales	PRIMER Cantidad	PERIODO Valor Unitario	
Costos Variables				Total
Alim/forraje/Crecimiento	523	24,7	12	155017,2
Alim/suplem/Crecimiento	523	3,24	1110	1880917,2
Alim/forraje/Engorde	300	44,82	12	161352
Alim/suplem/Engorde	300	4,77	981	1403811
Mano obra		2	408000	1067492
Medicamentos	823	823	250	205750
Costos fijos				483996
Servicios		3	15000	45000
Depreciación		3	146332	438996
Costo por animal				10245,3832
Ingreso por venta	523		11510	6019730
Utilidad Bruta				1145390,6
Utilidad Neta				1145390,6
Rentabilidad				23,49

ANEXO Y. Análisis económico para una explotación con 823 animales permanentes alimentados con Pasto Aubade y suplemento con el 8% de Aceite de Palma Africana (T4)

INVERSION DETALLE	CANTIDAD	V/R UNITA	V/R TOTAL		
Galpón 823 animales	1	9000000	9000000		
Hem.Reproductoras	250	12000	3000000		
Machos.Reproductores	50	12000	600000		
Jaulas Crecimiento	13	310000	4030000		
Jaulas Engorde	13	310000	4030000		
Equipo		250000	250000		
Subtotal			20910000		
Imprevistos		10%	2091000		
Total Inversión			23001000		
Interés Capital Invertido		3%	690030		
DEPRECIACION					
Detalle	Valor Deprec	Valor por año	valor por mes		
Galpón	9000000	900000	75000		
Jaulas	8060000	806000	67167		
Equipo	250000	50000	4167		
Total Depreciación			146333		
ESTADO DE Detalle	RESULTADOS Animales	PRIMER Cantidad	PERIODO Valor Unitario		Total
Costos Variables					4945266
Alim/forraje/Crecimiento	523	24,7	12	155017,2	
Alim/suplem/Crecimiento	523	3,24	1137,5	1927516,5	
Alim/forraje/Engorde	300	44,82	12	161352	
Alim/suplem/Engorde	300	4,77	998	1428138	
Mano obra		2	408000	1067492	
Medicamentos	823	823	250	205750	
Costos fijos					483996
Servicios		3	15000	45000	
Depreciación		3	146332	438996	
Costo por animal					10380,99
Ingreso por venta	523		12194		6377462
Utilidad Bruta					1432196,3
Utilidad Neta					1432196,3
Rentabilidad					28,96

