

EVALUACIÓN DEL EFECTO NUTRICIONAL DE QUINUA (*Chenopodium quinoa
willdenow*) CON DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN EN DIETAS PARA
POLLOS DE ENGORDE

MARI LUZ MOSQUERA MUÑOZ
SANDRA XIMENA PORTILLA ALVEAR

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN

2008

1

EVALUACIÓN DEL EFECTO NUTRICIONAL DE QUINUA (*Chenopodium quinoa willdenow*) CON DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN EN DIETAS PARA
POLLOS DE ENGORDE

MARI LUZ MOSQUERA MUÑOZ
SANDRA XIMENA PORTILLA ALVEAR

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero Agropecuario

Director
FREDY JAVIER LOPEZ
M.V.Z; M, Sc.

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN

2008
2

Nota de aceptación

Firma del director

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

A Dios, a nuestros padres y aquellas personas que de manera incondicional contribuyeron a nuestro desarrollo y formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

Fredy Javier López, director del trabajo de grado por sus importantes aportes brindados para la realización de este proyecto.

Fabio Prado, por la colaboración prestada para el inicio de este trabajo.

A todas aquellas personas que de alguna forma contribuyeron en la realización de esta investigación.

RESUMEN

Se utilizaron 128 pollos machos Ross 308, de un día de edad para evaluar el efecto de distintos niveles de inclusión de quinua, implementando un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos (T0 concentrado comercial; T1 5% de quinua; T2 15% de quinua y T3 con 25% de quinua), cuatro repeticiones por tratamiento y 8 aves por repetición, con el fin de determinar el comportamiento entre las variables consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia y rendimiento en canal, en las etapas de iniciación y finalización.

A los datos de las variables obtenidas se aplicó un análisis de varianza y prueba de comparación múltiple Duncan. Se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) para las variables de consumo de alimento, conversión alimenticia y eficiencia alimenticia al final de la etapa de iniciación; e igualmente, se observaron diferencias significativas para los indicadores de conversión alimenticia, eficiencia alimenticia y rendimiento en canal, en la etapa de finalización; por otro lado, no se observaron diferencias para la variable ganancia de peso en las dos etapas productivas.

Desde el punto de vista económico, el tratamiento con 5% de inclusión de quinua representa la mayor rentabilidad siendo un 116% superior al tratamiento control, obteniendo rendimientos productivos similares a los obtenidos con un concentrado comercial a un mas bajo costo.

En términos generales, la quinua aporta un nivel importante de nutrientes que permite generar un comportamiento productivo aceptable en pollos de engorde.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
2. MARCO TEÓRICO	14
2.1 SITUACIÓN DE LA AVICULTURA	14
2.2 MANEJO DE POLLO DE ENGORDE	15
2.3 ALIMENTACIÓN DEL POLLO DE ENGORDE	16
2.4 Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> willd.)	20
2.4.1 Origen y Clasificación taxonómica	20
2.4.2 Agroecología del cultivo	21
2.4.3 Semilla	22
2.4.4 Valor nutritivo de la quinoa	23
2.4.5 Utilización de la quinoa en la alimentación animal	24
2.5 Antecedentes de uso	25
3. METODOLOGÍA	27
3.1 LOCALIZACIÓN	27
3.2 MATERIAL BIOLÓGICO	27
3.3 EQUIPOS	27
3.4 PROCEDIMIENTO	28

3.4.1 Dietas experimentales	28
3.4.2 Adecuación del galpón	31
3.4.3 Labores rutinarias	32
3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL	34
3.6 VARIABLES DE RESPUESTA	36
3.7 ANÁLISIS ECONÓMICO	37
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
4.1 CONSUMO DE ALIMENTO	38
4.1.1 Consumo de alimento etapa iniciación	38
4.1.2 Consumo de alimento etapa de finalización	40
4.2 GANANCIA DE PESO	42
4.2.1 Ganancia de peso etapa iniciación	42
4.2.2 Ganancia de peso etapa finalización	43
4.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA	45
4.3.1 Conversión alimenticia etapa iniciación	45
4.3.2 Conversión alimenticia etapa finalización	46
4.4 EFICIENCIA ALIMENTICIA	48
4.4.1 Eficiencia alimenticia etapa iniciación	48
4.4.2 Eficiencia alimenticia etapa finalización	49
4.5 RENDIMIENTO EN CANAL	51
4.6 MORTALIDAD	52

4.7 ANÁLISIS ECONÓMICO.	53
4.7.1 Costos variables	53
4.7.2 Beneficio bruto de campo	55
4.7.3 Beneficio neto de campo o balance final	55
5. CONCLUSIONES	57
6. RECOMENDACIONES	59
BIBLIOGRAFÍA	60
ANEXOS	64

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla1. Requerimientos nutricionales para pollos machos de engorde línea ross	18
Tabla 2. Análisis bromatológico de la semilla de quinua	24
Tabla 3. Perfil de aminoácidos de la quinua en porcentaje	24
Tabla 4. Balance alimenticio emitido por la planta productora de concentrados para pollos de engorde etapa de iniciación	29
Tabla 5. Balance alimenticio emitido por la planta productora de concentrados para pollos de engorde etapa de finalización	30
Tabla 6. Especificaciones del concentrado comercial	31
Tabla 7. Consumo semanal gramos / tratamiento / ración	32
Tabla 8. Costos variables	54
Tabla 9. Interpretación en porcentaje	54
Tabla 10. Beneficio bruto de campo	55
Tabla 11. Beneficio neto o balance final	56

LISTA DE GRÁFICAS Y DIAGRAMAS

	Pág.
Diagrama 1. Distribución de los tratamientos	35
Gráfica 1. Consumo alimento etapa iniciación	38
Gráfica 2. Consumo alimento etapa finalización	41
Gráfica 3. Ganancia de peso etapa iniciación	42
Gráfica 4. Ganancia de peso etapa finalización	44
Gráfica 5. Conversión alimenticia etapa iniciación	45
Gráfica 6. Conversión alimenticia etapa finalización	47
Gráfica 7. Eficiencia alimenticia etapa iniciación	48
Gráfica 8. Eficiencia alimenticia etapa finalización	50
Gráfica 9. Rendimiento en canal	51

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Ficha de ingreso, producción, peso corporal, consumo de alimento, mortalidad, y alimento sobrante	65
Anexo 2. Análisis bromatológico proximal	67
Anexo 3. Consumo ave /acumulado/semana	68
Anexo 4. Ganancias de peso por etapas	68
Anexo 5. Análisis de varianza, consumo de alimento etapa iniciación	68
Anexo 6. Análisis de varianza, consumo de alimento etapa finalización	69
Anexo 7. Análisis de varianza, ganancia de peso etapa iniciación	69
Anexo 8. Análisis de varianza, ganancia de peso etapa finalización	69
Anexo 9. Análisis de varianza, conversión alimenticia etapa iniciación	70
Anexo 10. Análisis de varianza, conversión alimenticia etapa finalización	70
Anexo 11. Análisis de varianza, eficiencia alimenticia etapa iniciación	70
Anexo 12. Análisis de varianza, eficiencia alimenticia etapa finalización	71
Anexo 13. Análisis de varianza, rendimiento en canal	71

INTRODUCCIÓN

Actualmente la explotación avícola está limitada principalmente por la disponibilidad y el elevado costo de las materias primas convencionales, necesarias para la elaboración de los balanceados que hace que los beneficios económicos para el avicultor sean bajos o poco rentables, lo cual ha traído como resultado una dependencia externa de estas materias primas bajando la competitividad de esta actividad, considerando que son el 73% de los costos de producción.¹

El alimento balanceado tiene el mayor peso en la estructura de costos de la industria avícola. Si bien los otros insumos también impactan la canasta de costos, son más estables en su variación de precios y por tanto más previsibles. En el caso del alimento, la situación es diferente en tanto está supeditado a lo que acontezca en el mercado de granos en la Bolsa de Chicago, el mercado de fletes, así como los aranceles y el mercado cambiario, variables de gran volatilidad y con impacto favorable o positivo, dependiendo de su evolución.²

Por tal motivo, la necesidad de investigar sobre nuevas fuentes alimenticias que sean económicas, de alta calidad y disponibles en nuestro medio, como el caso de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), puede ser una alternativa viable en la sustitución parcial en la dieta para aves, al ser incluida como materia prima no convencional, por sus excelentes posibilidades de adaptación a nuestro medio y por poseer una proteína de alto valor biológico debido a su elevado contenido de Lisina y su balance de aminoácidos esenciales, la cual la hace comparable con otras materias primas utilizadas en las dietas para balanceados de alta calidad.

El propósito de este trabajo fue evaluar la quinua (variedad dulce, sin desaponificar), en tres niveles de inclusión 5%, 15% y 25% como materia prima no convencional en la alimentación de aves comerciales; tomando como variables de respuesta el consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia y rendimiento en canal.

¹ SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Anuario Estadístico del Sector Agropecuario. Medellín - Antioquia – [online]. Colombia 2006. Disponible en Internet: [//www.agro.unalmed.edu.co/anuario/costos_aves_engorde.htm](http://www.agro.unalmed.edu.co/anuario/costos_aves_engorde.htm)

² AVICULTORES, FENAVI / federación nacional de avicultores de Colombia. N° 136 (enero 2007) Bogotá : FENAVI, 2007.13 p. Edición especial ISSN 021-1358.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 SITUACIÓN DE LA AVICULTURA

En la producción avícola los costos de alimentación ascienden al 73% de los costos totales de producción, debido a que las materias utilizadas para la elaboración del concentrado, principalmente maíz y fríjol soya son de origen externo, es así que para el año 2006 los mayores sobresaltos se dieron por el pronunciado incremento en los precios internacionales de las materias primas, particularmente del maíz amarillo, situación que se tradujo en un mayor costo para la producción avícola.³

En el caso del maíz, los precios se catapultaron por el incremento de la demanda para producir etanol, pues en el 2006 se hicieron evidentes los altos precios del crudo, en tanto se consolidó el interés del mercado por los combustibles alternativos. Esto hizo que el 2006 se constituyera, para las materias primas agrícolas, como el año del despertar, con los precios más altos en una década para los cereales⁴. Por otro lado, vale destacar que los precios del fríjol y la torta de soya estuvieron condicionados por la dinámica de las cotizaciones internacionales del maíz amarillo y el trigo, en razón de la intervención de los fondos de inversión como agentes especuladores.⁵

La demanda de alimentos de origen animal está creciendo conforme aumenta la población humana y mejora la economía de los países en vía de desarrollo. Esto a su vez, impone el desarrollo de alternativas de producción factibles, económicas y eficientes como es la actividad avícola, además los productos avícolas participan cada vez más en las tendencias favorables de los hábitos de consumo actuales. La avicultura ha crecido significativamente en el ámbito mundial y nacional, y se espera que dicho crecimiento continúe a corto y mediano plazo.⁶

³ AVICULTORES N° 136 Op. cit. 6 p.

⁴ AVICULTORES N° 136 Op. cit. 13 p.

⁵ AVICULTORES N° 136 Op. cit. 14 p.

⁶ SALAMANCA. Andrés Abreu, Universidad Nacional Abierta y a Distancia Facultad de Ciencias Agrarias Programa Zootecnia [online]. Disponible en Internet: 2006 http://www.unad.edu.co/guias/prac_camp_i.pdf.

Durante el primer semestre de 2006 se encasetaron 240 millones de unidades de pollitos de un día, contra 220,8 millones de unidades de igual periodo del año anterior⁷. La primera cuenta de la industria avícola en el 2006 indica que la producción creció 9,57%, la tasa más alta en la última década. Al subsector del huevo le correspondió un crecimiento de 6,8% (de 8199 millones de unidades que produjo en el 2005, pasó a 8757 millones), y al de pollo, 11,4 % (de 762 mil toneladas pasó a 850 mil); se observa que en poco más de una década se ha duplicado la producción nacional de pollo – en 1994, producíamos 400mil toneladas-, comportamiento sustentado en la demanda doméstica. Así las cosas el consumo de pollo pasó de 18,1 kg. Per. cápita en el 2005 a 19,8 en el 2006. El factor que explica tal comportamiento radica en los precios relativos. De hecho, la carne de ave tiene un precio inferior a la de bovino, con un diferencial entre 8% y 12 %.⁸

En el Departamento del Cauca existen 26 granjas y 217 galpones con una capacidad instalada de 62.328 metros cuadrados de los cuales tan solo se utilizan 49.402 metros cuadrados para la producción de pollo de engorde, en esta área se dispone de una población de 472.465 pollitos correspondiente al 1,12% del total nacional; la edad promedio de sacrificio del pollo es de 45,70 días, la principal asistencia técnica que se brinda en el Departamento para esta explotación es la propia con 14%, seguida de la comercial con 6%, la particular con 4% y otros con 2%.⁹

2.2 MANEJO DE POLLO DE ENGORDE

En el manejo integral del pollo de engorde, debemos referirnos a los cuatro pilares fundamentales que se deben tener en cuenta en cualquier explotación pecuaria eficiente: sanidad, genética, nutrición y Manejo.

➤ Sanidad: Aves de excelente calidad es decir pollitos sanos, fuertes y vigorosos que garanticen un peso adecuado de acuerdo a los parámetros

⁷ AVICULTORES, FENAVI / federación nacional de avicultores de Colombia. N° 130 (julio 2006) Bogotá : FENAVI, 2007.10 p. ISSN 021-1358.

⁸ AVICULTORES N° 136 Op. Cit., 5 y 9 p.

⁹ <http://www.fenavi.org/documentos/agosto2006>

productivos para la raza, junto con prácticas sanitarias que disminuyan al máximo los riesgos de enfermedades.¹⁰

➤ Genética: Líneas genéticas respaldadas por casas matrices que desarrollan un trabajo genético sobre reproductoras. Hoy en día el mercado es muy exigente y cada compañía tendrá la línea de pollos que sea más conveniente para sus condiciones.¹¹

➤ Nutrición: Alimento producido con excelentes materias primas y formulación, que provea al pollito los nutrientes adecuados para su desarrollo. Los sistemas de alimentación junto con los de selección genética también han venido mejorando progresivamente la eficiencia y por lo tanto la ganancia de peso.¹²

➤ Manejo: Excelentes prácticas de manejo, o sea hacer lo más confortable posible la vida del pollo durante el engorde, para que éste desarrolle todo el potencial genético que tiene. Se debe tener en cuenta que el manejo no es rígido, por el contrario, tiene normas elásticas que se aplican dependiendo de las construcciones, medio ambiente, sexo, alimento, estado sanitario, etc.¹³

Es necesario tener presente que el pollo de engorde debe alimentarse para ganar peso en el menor tiempo posible, con una buena conversión, buena eficiencia alimenticia y alta supervivencia en este proceso, de tal manera que al relacionar estos resultados permitan una buena rentabilidad del negocio avícola.¹⁴

2.3 ALIMENTACIÓN DEL POLLO DE ENGORDE

La industria de alimentos balanceados se caracteriza por su estrecha conexión con actividades pecuarias, principalmente la avicultura, la porcicultura y la ganadería. Además, esta industria es una de los principales demandantes de

¹⁰ <http://www.ceba.com>

¹¹ *Ibíd.*

¹² *Ibíd.*

¹³ *Ibíd.*

¹⁴ *Ibíd.*

bienes agrícolas, como sorgo, maíz amarillo y fríjol de soya; constituyéndose como una de las industrias más influyentes en el desarrollo del sector agropecuario del país.¹⁵

La mayoría de las materias primas de origen agrícola utilizadas por la industria son de origen importado, ya que la producción nacional de bienes como maíz amarillo, soya y sorgo entre otros; es insuficiente para atender la gran demanda por parte de esta industria. Esta situación ha provocado a la industria una fuerte dependencia de la oferta agrícola de otros países, lo que implica su sometimiento al comportamiento de los precios, que como lo han destacado diversos estudios son altamente volátiles. Situación crítica si le adicionamos el comportamiento de la tasa de cambio.¹⁶ Una alimentación adecuada producirá un pollo con una buena constitución corporal en cuanto a músculos, hueso y grasa. Aunque se presentan diferencias en el crecimiento entre machos y hembras, no es común encontrar en nuestro medio, programas de alimentación por sexos.¹⁷

Dependiendo del clima, altura y formulación, el alimento se suministra bien sea en presentación en harinas o en presentación crombelizado para la fase de iniciación, el alimento de engorde solamente se suministra en presentación de pellets en la última semana.¹⁸

El manejo del alimento en la producción del pollo de engorde, no solo se basa en alimentarlos con una dieta apropiada y económica si no también con una buena nutrición que involucre además de una correcta formulación del alimento de acuerdo con el tipo de explotación y edad del pollo, un atento cuidado de los excesos o carencias de cualquier nutriente o compuesto que pueda crear desbalances en la dieta y sobrecostos de alimentación.¹⁹

Los requerimientos nutricionales del pollo destinado para el engorde (Tabla 1), al igual que en otras aves, se ven afectados por factores genéticos, ambientales o sanitarios que pueden variar los requerimientos mínimos, haciendo difícil la

¹⁵http://www.agrocadenas.gov.co/documentos/agroindustria/agroindustria_alimentosbalanceados.pdf

¹⁶ <http://www.agrocadenas.gov.co/> Op. cit.

¹⁷ CANO VILLATE Adalgiza I. Producción Avícola; Universidad Nacional Abierta y a Distancia Santa Fe de Bogotá D.C. 1998. 94 p.

¹⁸ *Ibíd.*

¹⁹ *Ibíd.*

determinación de patrones estándares para todas las situaciones de explotación, llegando a producirse recomendaciones propias para las diferentes condiciones ambientales con el fin de llenar dichos requerimientos.²⁰

Tabla1. Requerimientos nutricionales para pollos machos de engorde línea ross

ESPECIFICACIONES DEL ALIMENTO PARA POLLOS DE ENGORDE MACHOS DESARROLLADOS A UN PESO VIVO APROXIMADO DE 3 Kg. (6,6 LB), A LOS 56-59 DÍAS.									
		Iniciador		Crecimiento		Finalizador		Finalizador	
Edad de administración	Días		0-10		11-28		29-42		43 al mercado
Proteína Cruda	%		22-25		20-22		18-20		17-19
Energía por Kg.:	Kcal		3.010		3.150		3.200		3.200
	MJ		12.60		13.20		13.40		13.40
AMINOÁCIDOS		Total	Digestible	Total	Digestible	Total	Digestible	Total	Digestible
Arginina	%	1.48	1.33	1.26	1.13	1.07	0.96	1.02	0.92
Isoleucina	%	0.95	0.84	0.81	0.71	0.68	0.60	0.65	0.57
Lisina	%	1.44	1.27	1.20	1.06	1.00	0.88	0.95	0.84
Metionina	%	0.51	0.47	0.44	0.40	0.37	0.34	0.36	0.33
Metionina + Cistina	%	1.09	0.94	0.94	0.81	0.80	0.69	0.76	0.66
Treonina	%	0.93	0.80	0.79	0.68	0.68	0.58	0.64	0.55
Triptófano	%	0.25	0.22	0.21	0.18	0.18	0.16	0.18	0.15
Valina	%	1.09	0.94	0.92	0.80	0.78	0.67	0.74	0.64
MINERALES									
Calcio	%	1.00		0.90		0.90		0.85	
Fósforo disponible	%	0.50		0.45		0.45		0.42	
Magnesio	%	0.005-0.5		0.05-0.5		0.05-0.5		0.05-0.5	
Sodio	%	0.16		0.16		0.16		0.16	
Cloruro	%	0.16-0.22		0.16-0.22		0.16-0.22		0.16-0.22	
Potasio	%	0.40-0.90		0.40-0.90		0.40-0.90		0.40-0.90	
MIN TRAZA ADICIONALES/Kg.									
Cobre	mg	8		8		8		8	
Yodo	mg	1		1		1		1	
Hierro	mg	80		80		80		80	
Manganeso	mg	100		100		100		100	
Molibdeno	mg	1		1		10		1	
Selenio	mg	0.15		0.15		0.10		0.10	
Zinc	mg	80		80		80		60	

Manual de pollo de engorde ross 2005²¹

²⁰ CANO VILLATE Adalgiza I. Op. Cit

²¹Manual de manejo del pollo de engorde ross 14p. [online] Disponible en Internet: www.aviagen.com

Actualmente se debe plantear los objetivos en la crianza de pollo de engorde orientándose hacia su alimentación; estos objetivos son:

- Ganancia de peso: se trata de obtener el mayor peso posible a un tiempo determinado y es mediante la alimentación que podemos influir marcadamente en ello, y más concretamente, mediante el ajuste de los niveles de energía y aminoácidos en las raciones.²²

- Eficiencia alimenticia: esto es sinónimo de un bajo índice de conversión o transformación, es decir, del empleo de la menor cantidad de alimento posible para obtener un kilogramo de carne. En este aspecto la alimentación juega un papel primordial, especialmente en lo que afecta a los niveles de energía del alimento.²³

- Rendimiento en canal: poco sería lo que se lograría si pese a tener un rápido crecimiento, la diferencia de peso de vivo a sacrificado fuese muy elevada, es decir, si el rendimiento de la canal fuese bajo.²⁴

- Consumo de alimento: los programas de alimentación dependen del tipo de canal que una empresa requiere; de acuerdo a las necesidades de su mercado, aunque la capacidad de consumo de alimento esté genéticamente establecido, dicho consumo depende del programa de alimentación instaurado y de la edad en semanas, entre otros.²⁵

La correcta especificación nutricional es un prerrequisito esencial en cualquier alimento. Entre tanto, es preciso reconocer que la calidad de la dieta depende enteramente de la calidad de las materias primas, finalmente es esencial monitorear la composición real de la mayoría de materias primas. La calidad de la dieta está influenciada por:²⁶

²² PONTES PONTES, Miguel y CASTELLÓ LLOBED, José A. Alimentación de las aves, Real Escuela de Avicultura, Barcelona 1995. 329-330. p.

²³ *Ibíd.*

²⁴ *Ibíd.*

²⁵ CASAMACHIN, Mary. ORTIZ, Diego, evaluación de tres niveles de inclusión de morera (*Morus alba*) en alimento para pollos de engorde. Popayán 2007. 20 p. Tesis de Pregrado. Universidad del Cauca.

²⁶ TEETER, Robert. WIER NUSZ, Chet. Manual de nutrição para frangos de corte. COBB. 2003 35 p. [online] disponible en Internet: www.cobb-vantress.com.

- Valor nutricional total y disponibilidad de nutrientes esenciales.
- Energía metabolizable o energía real.
- La proporción de grasas saturadas en relación a las insaturadas en el caso de dietas de iniciación.
- Factores antinutricionales.
- Toxinas.
- Adición de enzimas para mejorar la digestibilidad de algunas materias primas.
- Búsqueda de nuevas materias primas.

2.4 QUINUA (*Chenopodium quinoa willd.*)

QUINUA (*Chenopodium quinoa willd.*): es un cultivo ancestral propio de la zona andina, viene siendo recuperado y revalorado por los agricultores del Municipio de San Sebastián en el macizo colombiano desde hace aproximadamente dos años.²⁷

El Departamento del Cauca por ser una región con una topografía muy variada, posee todos los pisos térmicos con una variedad de climas; la quinua se encuentra a una altura de 2000 a 3000 m.s.n.m. principalmente en los siguientes municipios: Caldon, Silvia, Páez, Totoró y Puracé.²⁸

2.4.1 Origen y Clasificación taxonómica.

- Origen: planta nativa de las laderas occidentales de los Andes.
- Distribución: las mayores áreas corresponden al Perú y Bolivia, pero

²⁷ AGROINCAMS. MARTINEZ GÓMEZ, Marta Lucía. Quinua y Amaranto (Manual técnico). Popayán. 3 p.

²⁸ VELEZ S. Ricardo, ROMERO. Socorro. Estudio químico de la Quinua y factibilidades para su producción en el departamento del cauca. 75 p.

también se cultiva en Colombia, Argentina, Chile y Ecuador.²⁹.

➤ Clasificación taxonómica.³⁰

- Reino: Plantae
- División: Magnoliopsidae
- Orden: Caryophyllales
- Familia: Amaranthaceae
- Género: *Chenopodium*
- Especie: *C. quinoa*.

➤ Nombre científico: *Chenopodium quinoa Willdenow.*

➤ Nombre común: por ser una planta que se adapta a diferentes condiciones medio ambientales y por consiguiente a diferentes culturas, en cada una de ellas recibe un nombre común: en la cultura Chibcha se le conocía como Suba o Pasca, en Quechua se le conoce como Ayara, kitaqañiwa, kuchikinwa, qañiwa, en el Departamento del Cauca, específicamente por los campesinos del Municipio de Bolívar es conocida como quínigua. Además recibe otros nombres como: "quinua", "achita", "canigua", "quinoa", "trigo inca".³¹

2.4.2 Agroecología del cultivo.

Clima: se adapta a diferentes climas desde el desértico, caluroso y seco en la costa, hasta el frío y seco de las grandes altiplanicies, pasando por los valles interandinos templados y lluviosos, llegando hasta las cabeceras de la ceja de selva con mayor humedad relativa y zonas de cordillera de grandes altitudes.³²

²⁹ MÓDULO CULTIVO DE QUINUA; Universidad Del Cauca Facultad De Ciencias Agropecuarias, Programa Agrozootecnia POPAYÁN 2006.

³⁰ *Ibíd.*

³¹ *Ibíd.*

³² *Ibíd.*

Suelo: prefiere un suelo franco, con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica, con pendientes moderadas y un contenido medio de nutrientes, puesto que la planta es exigente en nitrógeno y calcio, moderadamente en fósforo y poco de potasio es un cultivo muy susceptible al exceso de humedad sobre todo en los primeros estados del cultivo. En cuanto a pH la quinua tiene un amplio rango de crecimiento y producción a diferentes pH del suelo; estudios efectuados indican que el pH del suelo alrededor de la neutralidad es ideal para la quinua.³³

Temperatura y humedad relativa: la temperatura media adecuada está alrededor de 15° C a 20° C, sin embargo se ha observado que con temperaturas medias de 10° C se desarrolla perfectamente el cultivo, se ha encontrado que puede soportar hasta menos 8° C en determinadas etapas fenológicas. Crece sin mayores inconvenientes desde el 40 % en el altiplano hasta el 100% de humedad relativa en la costa.³⁴

Altura sobre el nivel del mar: crece y se adapta desde el nivel del mar hasta cerca de los 4000 msnm. En Colombia debido a que solo se ha estudiado y adaptado variedades principalmente en el Departamento de Nariño donde la altura promedio es de 2000-3000 msnm la producción máxima de grano alcanza los 4000 kg/ha.³⁵

2.4.3 Semilla: las semillas están adheridas al pericarpio del fruto; los granos, cuyo color también varía (blanco, gris, rosado) tienen tamaño entre 1.8-2.6 mm. y se clasifican según su tamaño en grandes (2.2-2.6 mm) medianas (1.8-2.1 mm) y pequeñas (menores de 1.8 mm). La capa externa que la cubre es de superficie rugosa y seca que se desprende con facilidad al ser puesta en contacto con agua caliente o ser hervida.³⁶

El grano generalmente tiene un sabor amargo debido al contenido de saponinas presentes en el pericarpio, característica que ha constituido un obstáculo para su utilización como alimento; una manera de superar este inconveniente es la utilización de una variedad con bajo contenido de saponina como es la Quitopamba que se obtiene gracias a un mejoramiento genético; otra forma de disminuir el nivel de saponinas es mediante tratamiento térmico.³⁷

³³ MÓDULO CULTIVO DE QUINUA; Op. cit.

³⁴ *Ibíd.*

³⁵ *Ibíd.*

³⁶ VÉLEZ S. Ricardo, ROMERO. Socorro Op. cit 58 p.

³⁷ *Ibíd.*

Las saponinas son prácticamente no tóxicas para el ser humano bajo ingestión oral, sin embargo afectan el crecimiento de los animales que las ingieren siendo mayor el efecto a medida que se desciende en la escala biológica.³⁸

El contenido de la saponina en la quinua está entre 0-6% dependiendo de la variedad. Y en el caso de la variedad Quitopamba es del 0.085 %.³⁹ Las saponinas se caracterizan, además de su sabor amargo por la formación de espumas en soluciones acuosas, forman espumas estables en concentraciones muy bajas, 0.1 %, y por eso tienen aplicaciones en bebidas, shampoo, jabones, etc.⁴⁰

Antes de consumir la quinua es necesario desaponificarla (eliminar las sustancias amargas, saponinas) cuando la variedad cultivada es una quinua amarga, esto se hace frotando los granos de quinua con las manos en agua corriente hasta que no se forme mas espuma. Se puede usar también una piedra para facilitar la eliminación de las primeras capas. Después de lavar los granos si no se los consume inmediatamente hay que secarlos dejándolos al sol.⁴¹

2.4.4 Valor nutritivo de la quinua: el valor alimenticio de la quinua es más alto que el resto de los cereales; el contenido proteínico crudo se extiende a partir de 10% hasta el 18%, grasa 4,1% a 8,8%, almidón 60,1%, cenizas 4,2%, y la fibra cruda 3,4% (De Bruin 1964; Tapia 1985; Johnson y sala 1993).⁴² En la Tabla 2, se puede apreciar un reporte más específico de su perfil nutricional.

En cuanto a su perfil nutricional se observa que la quinua se caracteriza por tener altos contenidos de proteína (proteína cruda 15,2%), y aminoácidos limitantes lisina y metionina. (Tabla 3)

³⁸ VÉLEZ S. Ricardo, ROMERO. Socorro Op cit 45 p.

³⁹ VÉLEZ S. Ricardo, ROMERO. Socorro Op. cit 141 p.

⁴⁰ JACOBSEN. E, MUJICA. A, y PORTILLO. Primer Taller Internacional en Quinua (*Chenopodium quinoa*) Recursos Genéticos y Sistemas De Producción. 397 p.

⁴¹ QUINUA (*Chenopodium quinoa*) [online] Disponible en Internet : www.ciedperu.org/productos/quinua.htm

⁴² SOLÍZ-GUERRERO, J.B. D. JASSO DE RODRIGUEZ, R. RODRÍGUEZ-GARCÍA, J.L. ANGULO-SÁNCHEZ, and G. MÉNDEZ-PADILLA. 2002. Quinoa saponins: Concentration and composition analysis. p. 110–114. In: J. Janick and A. Whipkey (eds.), Trends in new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA. [online] Disponible en Internet: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/ncnu02/v5-110.html>

Tabla 2. Análisis bromatológico de la semilla de quinua

HUMEDAD %	MATERIA SECA %	CENIZAS %	GRASAS %	PROTEÍNA %	FIBRA CRUDA %
12.5	87.5	2.3	7.5	15.2	3.0

AGROINCAMS 2002

Tabla 3. Perfil de aminoácidos de la quinua en porcentaje

AMINOÁCIDOS DE LA QUINUA	%
Ácido aspártico	8,6
Ácido glutámico	16,2
Serina	4,8
Glicina	5,2
Histidina	4,6
Arginina	7,4
Treonina	5,7
Alanita	4,7
Tirosina	6,7
Valina	7,6
Isoleucina	7
Leucina	7,3
Fenilalanina	5,3
Lisina	8,4
Metionina	5,5
Cistina	7
Triptófano	1,2
Prolina	3,5

AGROINCAMS 2002

2.4.5 Utilización de la quinua en la alimentación animal: la planta entera se usa como forraje verde, también se aprovechan los residuos de la cosecha para alimentar vacunos, ovinos, cerdos, caballos y aves.⁴³

⁴³QUINUA, (*Chenopodium quinoa*), [online],
<http://www.agualtiplano.net/biodiversidad/cultivos/quinua.htm>

Disponible en Internet:

Si bien el principal propósito es la producción de granos para la alimentación humana, se ha considerado que tanto los granos de segunda clase como los subproductos de la cosecha pueden ser empleados en la alimentación de monogástricos y rumiantes en condiciones especiales. Las gallinas comen la quinua dulce o amarga, sin necesidad de lavado ni de cocción y la experiencia demuestra que la prefieren a los demás alimentos. Los pollitos la comen ávidamente después de 24 horas de nacidos; pero es necesario suministrarla lavada y cocida.⁴⁴

Las ramas, hojas, espigas y semillas de la quinua son excelentes forrajes por su alto valor nutritivo, óptima digestibilidad y fácil conservación. Las ramas, hojas y espigas, después de desgranadas las semillas, pueden ser suministradas al ganado vacuno y ovino, pues las comen con agrado.⁴⁵

2.5 ANTECEDENTES DE USO

Estudios realizados por Franco Improta y Richard Kellems (2001), evaluaron la utilización de la semilla de quinua en forma natural, pulida y lavada con dietas basadas en trigo, sorgo y maíz proporcionadas como alimento a pollos de engorde. Se llevaron a cabo cuatro pruebas para determinar el efecto de los métodos de procesamiento, sobre rendimiento y supervivencia en pollos de engorde.

Los pollos alimentados con quinua natural presentaron bajo crecimiento y su tasa de supervivencia se redujo dramáticamente en comparación con los otros tratamientos. El aumento de peso de los pollos alimentados con quinua pulida fue menor que el de los alimentados con quinua lavada. También observaron que al elevar el nivel dietético de proteína (13.2, 18 y 23%) se mejoró el crecimiento y supervivencia de los pollos alimentados con quinua, más no resultaron ser iguales a los resultados de maíz. Los resultados indicaron que los procesos de lavado y pulido en la semilla mejoraron el rendimiento de los pollos alimentados con dietas a base de quinua.⁴⁶

⁴⁴ QUINUA, (*Chenopodium quinoa*), [online], Disponible en Internet: <http://www.agualtiplano.net/biodiversidad/cultivos/quinua.htm>

⁴⁵ Ibíd.

⁴⁶<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/1/impr131.htm> Marzo 2006

En estudios realizados en la Facultad de Ciencias Agrícolas y Zootecnia de la Universidad de Nariño; Muñoz y Noguera (1.980) realizaron un estudio sobre la utilización de la quinua (*Chenopodium quinoa*) en la alimentación de pollos de engorde, realizando 6 ensayos, encontrando que la introducción de la quinua lavada en la alimentación de pollos de engorde puede reemplazar de forma adecuada a otras fuentes de proteína hasta un nivel del 20%, sin afectar el crecimiento normal del animal, donde la conversión de alimento en la ración con 10% mostró eficiencia de conversión con respecto a los tratamientos con altos niveles de quinua.

Para el mismo estudio, en el análisis post mortem encontraron que los animales alimentados con 10% y 20% de quinua , mostraron un comportamiento y estado normal de salud respecto al testigo, mientras que la mayor mortalidad se presentó en los animales alimentados con un 30, 40 y 50% de quinua.⁴⁷

⁴⁷ <http://pronatta/proyectos/pdf/public/971523202tes.pdf> Marzo 2006

3. METODOLOGÍA

3.1 LOCALIZACIÓN

El trabajo experimental se llevó a cabo en la finca La Rosita en la Vereda Cajete ubicada al sur occidente del Municipio de Popayán en el Departamento del Cauca, cuyas coordenadas geográficas son 765.730 mN y 1045.150 mE⁴⁸; en un área de clima subtropical húmedo con temperaturas promedios de 19° C y una humedad ambiental de 80%, a una altura de 1737 m.s.n.m.⁴⁹

3.2 MATERIAL BIOLÓGICO

- Animales: se utilizaron 128 Pollos machos de 1 día de edad de la línea Ross * ross, con un peso aproximado de 47.88 g por pollo.
- Materia Prima: se utilizó semilla de quinua secada al sol, sin desaponificar.

3.3 EQUIPOS

- 16 bebederos automáticos tipo campana.
- 16 comederos tipo campana.
- 16 bombillas de 100 w y su instalación.
- 4 bombillas infrarrojo.
- Cal viva.
- Yodo.
- 15 bultos Viruta.
- 1 gramera 450 gr.
- Balanza 25 libras.
- Galpón de 20m² total (área a utilizar de 16 m²).
- Termómetro.
- Material para división de tratamientos, 1 rollo.

⁴⁸ Carta Topográfica escala 1:10000 Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Agosto 2006

⁴⁹ALCALDÍA municipal de Popayán [online] disponible en Internet <http://www.popayan.gov.co/> Marzo 2006

3.4 PROCEDIMIENTO

3.4.1 Dietas experimentales: las dietas con diferentes niveles de inclusión de quinua (5%, 15% y 25%) se elaboraron en la planta ubicada en el municipio de Timbío, Departamento del Cauca.

El concentrado fue elaborado de acuerdo a los balances y requerimientos para cada tratamiento y cada fase de cría, con las materias primas previamente establecidas para la investigación (Tablas 4 y 5), mediante la utilización del programa plezootec, v2.0 (Quispe 2001) el cual permite efectuar mezclas de alimentos a través del método prueba y error, teniendo en cuenta la composición nutricional de las materias primas, sus límites de inclusión, y los requerimientos nutricionales de los pollos (Tabla 1), reportados en la literatura.

La elaboración del balanceado estuvo a cargo de la planta procesadora, donde se utilizó un molino de martillo y una mezcladora vertical, realizando el siguiente proceso:

- Recepción de materia prima.
- Pesaje.
- Molienda.
- Mezcla.
- Empaque.
- Pesaje final.

Tabla 4. Balance alimenticio emitido por la planta productora de concentrados para pollos de engorde etapa de iniciación.

DIETA EXPERIMENTAL POLLOS INICIACIÓN			
	T1	T2	T3
MATERIA PRIMA	CANTIDAD		
	%		
QUINUA	5	15	25
HARINA DE PESCADO	4	4	4
TORTA DE SOYA	28,16	26,74	25,32
MAÍZ AMARILLO	58,82	49,75	40,69
HARINA DE HUESOS	2,37	2,36	2,36
SAL COMÚN	0,5	0,5	0,5
PREMEZCLA DE VITAMINAS Y MINERALES	0,49	0,49	0,49
COCCIDIOSTATOS	0,01	0,01	0,01
ACEITE VEGETAL	0,65	1,15	1,63
	100	100	100
COMPOSICIÓN NUTRICIONAL			
PROTEÍNA C.	22%	22%	22%
ENERGÍA METABOLIZABLE	3010 Kcal/kg	3001,01 Kcal / Kg.	3010,02 Kcal/kg
FIBRA CRUDA	2,41%	2,47%	2,54%
EXTRACTO ETÉREO	4,19%	5,06%	5,92%
CALCIO	1%	1%	1%
FÓSFORO DISPONIBLE	0,56%	0,58%	0,60%
SODIO	0,25%	0,25%	0,25%
ARGININA	1,78%	2,43%	3,08%
LISINA	1,60%	2,36%	3,14%
METIONINA	0,66%	1,18%	1,70%
MET + CIS	0,71%	0,65%	0,60%
TREONINA	1,16%	1,67%	2,18%
TRIPTÓFANO	0,35%	0,45%	0,55%
MATERIA SECA	94,15%	93,33%	92,50%
CENIZA	5,40%	5,35%	5,31%

Tabla 5. Balance alimenticio emitido por la planta productora de concentrados para pollos de engorde etapa de finalización.

DIETA EXPERIMENTAL POLLOS FINALIZACIÓN			
	T1	T2	T3
MATERIA PRIMA	CANTIDAD		
	%		
QUINUA	5	15	25
HARINA DE PESCADO	4	4	4
TORTA DE SOYA	20,55	19,14	17,72
MAÍZ AMARILLO	64,46	55,39	46,33
HARINA DE HUESOS	1,9	1,9	1,89
SAL COMÚN	0,5	0,5	0,5
PREMEZCLA DE VITAMINAS Y MINERALES	0,49	0,49	0,49
COCCIDIOSTATOS	0,01	0,01	0,01
ACEITE VEGETAL	3,09	3,57	4,06
	100	100	100
COMPOSICIÓN NUTRICIONAL			
PROTEÍNA C.	19%	19%	19%
ENERGÍA METABOLIZABLE	3225 Kcal / kg	3225 Kcal / kg	3225,01 Kcal / kg
FIBRA CRUDA	2,23%	2,30%	2,36%
EXTRACTO ETÉREO	6,69%	7,55%	8,42 %
CALCIO	0,85%	0,85%	0,85 %
FÓSFORO DISPONIBLE	0,49%	0,51%	0,53 %
SODIO	0,25%	0,25%	0,25%
ARGININA	1,52%	2,17%	2,83%
LISINA	1,38%	2,16%	2,93 %
METIONINA	0,62%	1,14%	1,67%
MET + CIS	0,63%	0,57%	0,52%
TREONINA	1,04%	1,55%	2,05 %
TRIPTÓFANO	0,30%	0,40%	0,5 %
MATERIA SECA	94,80%	93,97%	93,15%
CENIZA	4,69%	4,64%	4,59%

Como dieta testigo se utilizó un concentrado comercial con las siguientes características:

Tabla 6. Especificaciones del concentrado comercial.

PARÁMETRO	PERIODO	
	INICIACIÓN	FINALIZACIÓN
%		
Humedad máximo	12	12
Proteína mínimo	22	18,5
Grasa mínimo	3	2,5
Fibra máximo	5	5
Cenizas máximo	8	8

3.4.2 Adecuación del galpón: se adecuó un galpón, con 16 divisiones de 1m² cada una; se realizó la desinfección de este al igual que todos los equipos con 15 días de anticipación, para recibir a los pollitos en condiciones higiénicas; para esta se empleó una solución yodada con una dilución de 200 CC / 20 lt de agua; la solución se aplicó en forma de nebulización, desinfectando pisos, paredes, techos, cortinas, comederos, bebederos y cama.

Luego se encaló utilizando una proporción 8 kg. de cal viva / 50 lt de agua; en seguida se realizó la instalación de los bombillos que proporcionaron la temperatura adecuada para el crecimiento de los pollitos; al mismo tiempo se instaló adecuadamente un comedero y un bebedero en cada división.

Teniendo listo el galpón y las dietas experimentales, se recibió los pollitos machos de un día. Al momento de la recepción de las aves se revisó la conformación física de los mismos en los siguientes aspectos:

- Patas: brillantes, rosadas, sin deformaciones, gruesas.
- Ojos: completamente redondos.

- Iris: circunferencia perfecta, ojos achinados o medio cerrados.
- Cloaca: no debe estar seca ni húmeda.
- Ombligo: completamente cicatrizado, sin vestigios alrededor.
- Plumón: frondoso y que sea completamente uniforme.
- Vivacidad: la cabeza levantada.

Se pesaron todos los pollitos antes de ubicarlos en cada división del galpón, se suministró agua limpia y el concentrado requerido de acuerdo a cada tratamiento.

En los días posteriores se procedió a suministrar el concentrado de acuerdo a la tabla de consumo semanal (Tabla 7).

Tabla 7. Consumo semanal gramos / tratamiento / ración

SEMANAS \ DÍAS	1	2	3	4	5	6	7
1	30	40	40	50	60	70	70
2	80	90	100	120	120	130	140
3	150	150	160	170	180	190	200
4	220	230	240	260	270	280	300
5	310	330	350	370	380	400	410
6	420	430	440	460	470	470	470
7	480	480	480	480	500	500	500
8	500	500	500	500	500	500	500

Fuente: Manual del productor pollo de engorde.

3.4.3 Labores rutinarias: se revisó diariamente el aprovisionamiento e higiene del agua y alimento, el estado físico y anímico de los animales, el estado de la cama, la temperatura del local, la limpieza de los equipos y la altura de comederos y bebederos.

Durante el desarrollo de la investigación se proporcionó el alimento tres veces al día (7 a.m., 12m y 5 p.m.); y al día siguiente antes de la primera ración (6:30 a.m.), una recolección y pesaje del alimento sobrante.

La fase experimental se realizó durante 42 días los cuales se dividieron en dos etapas; etapa de iniciación que comprendió desde el día uno hasta la cuarta semana y etapa de finalización desde la cuarta semana hasta el sacrificio (sexta semana); en la cuarta semana se realizó el cambio gradual de alimentación, evitando que se produjeran trastornos graves en la alimentación y crecimiento.⁵⁰

Para la recolección de datos durante la investigación se abrió una ficha de producción, donde se registró desde el primer día y en forma semanal el peso corporal, consumo de alimento, mortalidad, y alimento sobrante (Anexo 1).

Para determinar conversión alimenticia y ganancia de peso se realizó un pesaje del animal cada 7 días en horas de la mañana estando el animal en ayunas.

Para determinar rendimiento en canal se sacrificaron los pollos al final del periodo experimental, pesando el animal en pie y en canal luego de retirarse patas, plumas, sangre, vísceras y cabeza.

Al finalizar el ciclo productivo las dietas suministradas fueron sometidas a un análisis bromatológico proximal para determinar su composición en cuanto a humedad, materia seca, cenizas, grasa, proteína, fibra y carbohidratos totales. En base a los resultados obtenidos se calculó el aporte de las dietas en cuanto a energía metabolizable (Mcal/Kg.) utilizando el método de ecuaciones donde la energía se calcula a partir de los nutrientes digestibles totales (NDT) utilizando la siguiente fórmula:⁵¹

⁵⁰ PLAZA. OLAYA, Henry. Gran manual de avicultura sanidad avícola 2005. 122 p.

⁵¹ NUTRICIÓN ANIMAL, asignatura del programa Agrozootecnia, Universidad Del Cauca, cuarto semestre.

$$\text{NDT\%} = 54.572 + 6.7 * 92 * (\text{FC}) - 51.083 * (\text{EE}) + 1.851 * (\text{ELN}) - 0.334 * (\text{PC}) - 0.049 * (\text{FC}) * 2 - 0.086 * (\text{FC}) * (\text{ELN}) + 0.687 * (\text{EE}) * (\text{ELN}) + 0.942 * (\text{EE}) * (\text{PC}) - 0.112 * (\text{EE}) * 2 * (\text{PC}).$$

Donde

FC: fibra cruda.

EE: extracto etéreo (grasa).

ELN: extracto libre de nitrógeno (carbohidratos solubles).

PC: proteína cruda.

A partir de NDT se calcula la energía digestible (ED) a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{ED (Mcal/Kg.)} = \% \text{NDT} * 0.0449$$

Así, la energía metabolizable (EM):

$$\text{EM (Mcal. / Kg.)} = \text{ED} * 0.82$$

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos, cuatro repeticiones por tratamiento y 8 aves por repetición; la unidad experimental constó de ocho pollitos de un día. Los tratamientos se distribuyeron al azar. Los pollitos se ubicaron en forma aleatoria en las 16 divisiones colocando 8 animales por división.

Los tratamientos fueron:

T₀: Concentrado comercial.

T₁: Ración con un 5% de inclusión de quinua.

T₂: Ración con un 15% de inclusión de quinua.

T₃: Ración con un 25% de inclusión de quinua.

Diagrama 1. Distribución de los tratamientos.

T1 R2	T2 R2	T1 R4	T4 R3
T4 R2	T4 R4	T3 R1	T1 R1
T4 R1	T3 R4	T1 R3	T2R4
T3 R3	T2 R1	T2 R3	T3 R2

A los datos de las variables obtenidas se aplicó un análisis de varianza y prueba de comparación múltiple Duncan, mediante el paquete estadístico SAS; 2002.

Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_i$$

Donde:

Y_{ij} = variables de respuesta.

μ = media general.

T_i = efecto del tratamiento.

E_i = error experimental.

3.6 VARIABLES DE RESPUESTA

Las variables de respuesta se determinaron para cada tratamiento de la siguiente manera:

- Consumo de alimento / día: alimento suministrado – alimento sobrante.
- Ganancia de peso: peso final – peso inicial.
- Conversión alimenticia: gramos de alimento consumido / gramos de peso ganado.
- Eficiencia alimenticia: $(1/\text{conversión alimenticia}) * 100$
- Rendimiento en canal : $(\text{peso en canal} / \text{peso en pie}) * 100$
- Mortalidad: $(\text{número de animales muertos} / \text{número total de animales}) * 100$

3.7 ANÁLISIS ECONÓMICO

Para realizar el análisis económico se utilizó el método de Presupuestos Parciales (costo/beneficio), que permite interpretar los resultados obtenidos contrastando el tratamiento control con los demás tratamientos, determinando su viabilidad en términos económicos; para la realización de esta metodología, no se incluyen todos los costos e ingresos de la producción, sino aquellos cuyos valores varían en las diferentes alternativas en prueba.⁵²

Para esta variable se tuvo en cuenta los siguientes conceptos:

Costos variables (\$/ Kg. de carne): para cada tratamiento (control y quinua), el precio del Kg. de la dieta por la cantidad consumida.⁵³

Beneficio bruto de campo (\$/ Kg. de carne): equivale al kilogramo de carne producida durante el experimento, multiplicado por el precio promedio del Kg. de carne, al momento del análisis.⁵⁴

Beneficio neto de campo o balance final (relación costo/beneficio) (\$/ Kg. carne): se constituye en la diferencia entre el valor del beneficio bruto de campo y el valor de los costos variables.⁵⁵ Para determinar el costo/beneficio se tiene en cuenta el valor del incremento de peso (Kg. ganados x precio de venta puede ser en pie o en canal) y los costos del alimento consumido para cada tratamiento.

⁵² LOPEZ. Fredy, suplementación con morera (*Morus alba*) para vacas holstein en lactancia. Popayán. 2002. 67 p. Tesis de maestría. Universidad Nacional. Sede Palmira.

⁵³ *Ibíd.*

⁵⁴ *Ibíd.*

⁵⁵ *Ibíd.*

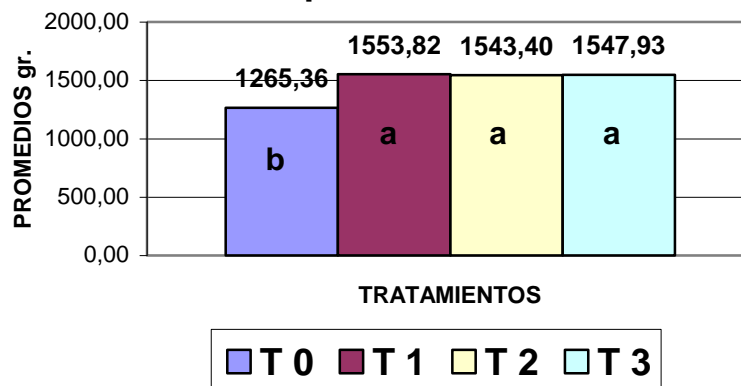
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CONSUMO DE ALIMENTO

4.1.1 Consumo de alimento etapa iniciación

Con relación a la variable consumo de alimento para la etapa de iniciación, se encontraron diferencias ($P < 0.05$) entre el tratamiento control y las dietas experimentales con quinua, en la gráfica 1 (Anexo 5), se puede apreciar que el menor consumo de alimento lo registró el tratamiento T0 con 1265,36 gr. Los tratamientos T1, T2 y T3 no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre ellos. Los consumos diarios de alimento se encuentran en el (Anexo 3).

Gráfica 1. Consumo de alimento etapa iniciación



Una posible causa del menor consumo de alimento presentado en T0 con respecto a los demás tratamientos se debe a que su nivel de energía es mayor (Anexo 2), encontrándose niveles de 4,04; 3,71; 3,83; 3,80 Mcal. de energía Metabolizable para T0, T1, T2 y T3 respectivamente; dando como resultado un menor consumo de alimento ya que el nivel de ingesta se lleva a cabo básicamente a través de su contenido energético, de forma que a mayor contenido energético del concentrado, menor es la ingesta y viceversa,⁵⁶ (el animal consume hasta llenar los requerimientos de energía).

⁵⁶ PONTES y CASTELLÓ Op. cit. 55 p.

La relación alta caloría-proteína puede disminuir el consumo y costo del alimento pero también puede dar lugar a un consumo muy bajo de aminoácidos esenciales (desbalance) y a una mayor deposición de grasa en el abdomen; mientras que una relación baja de caloría-proteína disminuye la cantidad de grasa abdominal dando generalmente lugar a dietas más costosas.⁵⁷

En estudios descritos por Lesson donde se evaluaron dietas con diferentes niveles de energía, se observó que las aves ajustan con precisión aceptable su consumo, ingiriendo una cantidad constante de energía; los niveles de energía en las dietas variaron entre 2700-3300 Kcal./Kg. y los consumos de alimento a los 49 días fueron de 3927 gr./ave y 3003 gr./ave respectivamente, corroborando que a medida que aumenta el nivel de energía, disminuye el consumo de alimento.⁵⁸

En lo descrito por Pontes y Castelló (1995)⁵⁹ para comprender de qué modo se correlacionan la energía de la dieta y la ingesta, se evaluaron cinco dietas con contenidos diferentes de energía obteniendo como resultado el menor consumo de alimento en la dieta con el más alto contenido energético (3,3 Mcal.).

Por otra parte, estudios realizados por Muñoz y Noguera (1980)⁶⁰ donde se utilizó quinua amarga lavada, los resultados en cuanto a consumo en esta etapa productiva reportaron consumos de 1105.75 gr.; 1025.98 gr.; 1016.21 gr.; 726.39 gr.; con 0%; 10%; 20% y 30%; de inclusión de quinua respectivamente; estos resultados son menores a los obtenidos en este ensayo debido al alto contenido de saponinas que posee la quinua amarga y al deficiente método de desaponificación utilizado en ese ensayo, ya que estas dan sabor amargo y tienden a formar jabones estables en solución acuosa.

Su presencia en las plantas se relaciona con su efecto protector frente a hongos e insectos fitófagos. Las saponinas resultan especialmente tóxicas en animales de sangre fría (peces, caracoles, anfibios) y tienen efectos hemolíticos en animales superiores. En aves, se ha observado un efecto negativo de las saponinas sobre el consumo de pienso.⁶¹

⁵⁷ CANO VILLATE Op. cit.

⁵⁸ LESSON Steve Nutrición Aviar Comercial. Santa Fe de Bogotá. 2000. 218 p.

⁵⁹ PONTES Y CASTELLÓ Op. cit. 56 p.

⁶⁰ MUÑOZ Y NOGUERA. Trabajo de grado 1980. 33 p.

⁶¹ <http://www.etsia.upm.es/fedna/>

El consumo de alimento se puede ver influenciado sustancialmente por muchos factores incluyendo el manejo de la parvada, la calidad del alimento, el estado de salud y las condiciones climáticas.⁶²

Relacionado a este último factor las aves son homeotérmicas, lo cual significa que deben mantener una temperatura interna constante contra una temperatura ambiental o del entorno, la cual puede variar. La zona termo-neutral es el rango de temperatura ambiental en el cual la pérdida de calor del ave que se produce de las actividades metabólicas normales será suficiente para mantener la temperatura interna. Dentro del rango, la temperatura óptima para el desempeño general (la combinación del consumo de alimento y la conversión de alimento) es de alrededor de 20° C.⁶³

Para la meseta de Popayán se han registrado consumos de alimento de 1600 gr. / ave en promedio⁶⁴ para esta etapa de producción; al comparar este dato con los obtenidos durante este ensayo, se nota que los consumos son similares en los tratamientos con quinua, mostrando un comportamiento normal de las aves en las condiciones climáticas en las que se desarrolló el ensayo.

4.1.2 Consumo de alimento etapa de finalización

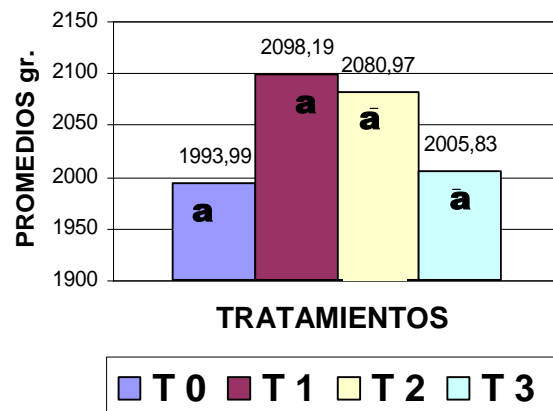
Para la etapa de finalización los resultados en cuanto a esta variable, no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$) entre tratamientos, tal como se observa en la gráfica 2, donde se denotan los valores alcanzados y su significancia estadística (Anexo 6). (Los consumos diarios de alimento se encuentran en el Anexo 3).

⁶² Manual de manejo de pollo de engorde ross Pág. 1.

⁶³ <http://www.engormix.com>

⁶⁴ Referencia personal; Pollos Pluma Dorada 2004.

Grafica 2. Consumo de alimento etapa finalización



Estos resultados se obtienen debido posiblemente a un desbalance energía-proteína similar entre los tratamientos, ya que siendo diferentes los niveles de energía y consumo en los tratamientos, estadísticamente no se observan estas diferencias.

Estos resultados son mayores a los obtenidos por Muñoz y Noguera⁶⁵ quienes obtuvieron consumos de 1127,71 gr., 1105,33 gr., 978 gr., 822,96 gr. con 0% 10% 20% y 30% de inclusión de quinua respectivamente para esta etapa productiva; Muñoz y Noguera atribuyeron estos resultados al sabor amargo desagradable de las saponinas presentes en la dieta.

Por otra parte, al comparar los consumos de concentrado comercial registrados para la región 2250 gr. /ave en promedio⁶⁶ con los promedios obtenidos en esta investigación (2044,75 gr.), se observa un consumo menor (205,26 gr.) de todas las dietas con respecto a este dato.

⁶⁵ MUÑOZ Y NOGUERA Op. cit. 33 p.

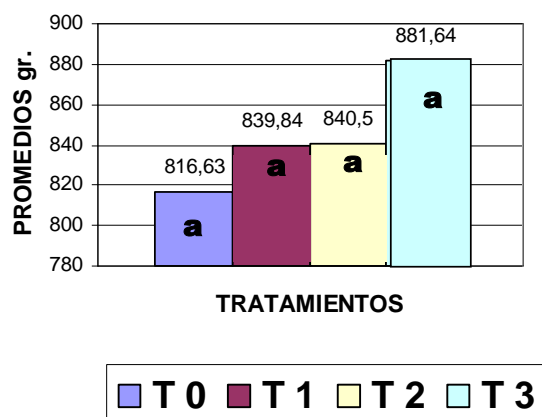
⁶⁶ Referencia personal; Pollos Pluma Dorada 2004

4.2 GANANCIA DE PESO

4.2.1 Ganancia de peso etapa iniciación

En cuanto a la ganancia de peso en esta etapa productiva evaluada, no se encontraron diferencias estadísticas ($P>0.05$), (graficas 3, Anexo 7). (Las ganancias de peso se encuentran reportadas en el anexo 4).

Grafica 3. Ganancia de peso etapa iniciación



A pesar del bajo consumo de las aves reportado anteriormente para esta etapa en el T0, la ganancia de peso fue estadísticamente igual, debido posiblemente a que la proporción de aminoácidos disponibles para las aves fue similar en todas las dietas; sin embargo, cabe recalcar que el balance de proteína en concentrados a nivel industrial, se hace de acuerdo al requerimiento de aminoácidos por parte del ave para obtener una máxima producción de carne, hasta el punto que eventualmente se acondiciona el requerimiento con el uso de aminoácidos sintéticos disponibles en el mercado; se cree que en esta evaluación, aunque el consumo de T0 fue el más bajo, en esta cantidad de alimento se suministraron niveles similares de aminoácidos que en las dietas con quinua.

Como afirman Pontes y Castelló,⁶⁷ cada nivel de energía de una ración se debe corresponder con unos niveles determinados de nutrientes, y que la productividad de las aves (velocidad de crecimiento) depende de la ingesta diaria de diversos nutrientes, y esta depende del nivel energético de la dieta; lo que hace presumir que las aves asimilaron cantidades equivalentes de nutrientes.

El bajo porcentaje de proteína cruda reportado por el análisis bromatológico (Anexo 2) para el T0 (13.06%), no influyó en la ganancia de peso ya que los pollos de engorde no tienen unos requerimientos en proteína bruta *per se*, si no que las necesidades en proteína dependen de la composición en aminoácidos de la misma.⁶⁸

De igual forma, estudios realizados por Muñoz y Noguera⁶⁹ para esta variable en etapa iniciación reportaron ganancias de peso de 728.69 gr., 723.91 gr., 614.17 gr. y 384.12gr., con 0, 10, 20 y 30% de nivel de inclusión de quinua respectivamente, siendo estos resultados menores a los encontrados en esta evaluación.

Por último, los datos que se tienen para esta variable en condiciones ambientales similares a las del ensayo reportan ganancias de peso de 1050-1120 gr.⁷⁰; en comparación con los datos obtenidos en esta investigación se observa un bajo crecimiento de las aves.

4.2.2 Ganancia de peso etapa finalización

Para la etapa de finalización, la variable ganancia de peso no reportó diferencias estadísticas ($P > 0.05$); (gráfica 4, Anexo 8).

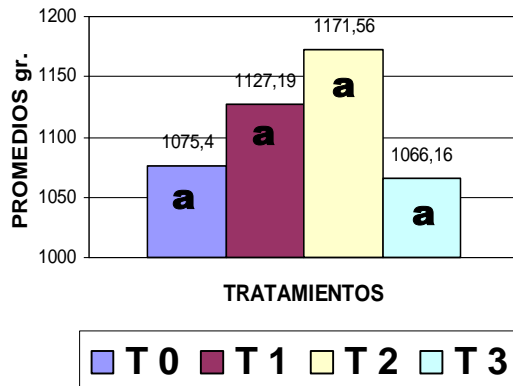
⁶⁷ PONTES Y CASTELLÓ Op. cit. 311 p.

⁶⁸ *Ibíd.*

⁶⁹ MUÑOZ Y NOGUERA Op. cit. 18 p.

⁷⁰ Referencia personal; Pollos Pluma Dorada 2004

Gráfica 4. Ganancia de peso etapa finalización



Las ganancias de peso fueron similares en esta etapa productiva, debido posiblemente a que los nutrientes aportados por las dietas se encontraron disponibles en similar cantidad, al ser los consumos de alimento para esta etapa estadísticamente iguales (gráfica 2).

En otros estudios, Muñoz y Noguera⁷¹ reportan ganancias de peso de 523.46, 537.75, 456.34 y 292.21 gr. con diferentes niveles de inclusión de quinua, estos resultados son visiblemente menores a los datos de la región y a los obtenidos en esta investigación; sin embargo ellos lo atribuyen a los bajos consumos de alimento dado los altos niveles de saponina en las dietas.

Los datos en una explotación avícola comercial para esta variable en la meseta de Popayán reportan ganancias de peso promedio de 950gr. /ave⁷²; comparando estos resultados con los obtenidos en la investigación se observan mejores resultados en esta última. Aunque en la etapa iniciación se obtuvieron ganancias de peso bajas, al final de la producción se alcanzó el peso requerido por el mercado; según lo descrito por Lesson, este efecto es conocido como crecimiento compensatorio. Teniendo en cuenta que a medida que el ave crece una mayor proporción de nutrientes es utilizada para mantenimiento, siendo cada vez menor la proporción para crecimiento, de esta manera, el efecto se presenta por que el

⁷¹ MUÑOZ Y NOGUERA Op. cit. 18 p.

⁷² Referencia personal; Pollos Pluma Dorada 2004.

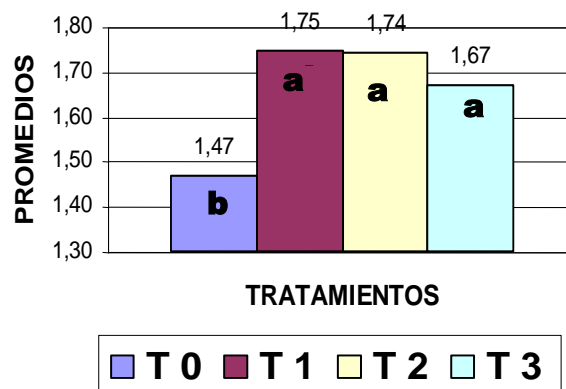
ave tendrá que mantener una menor masa corporal, de manera que requerirá menor cantidad de nutrientes para mantenimiento,⁷³ por lo tanto los nutrientes son utilizados para crecimiento.

4.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

4.3.1 Conversión alimenticia etapa iniciación

Los resultados obtenidos muestran que existe diferencia significativa ($P < 0.05$) entre el tratamiento control y las dietas con diferentes niveles de inclusión de quinua; al realizarse la prueba del Test de Duncan (Anexo 9) como muestra en la gráfica 5, se observa que los tratamientos T1, T2 y T3 estadísticamente son iguales y donde el tratamiento control tuvo la mejor conversión alimenticia (1.47).

Gráfica 5. Conversión alimenticia etapa iniciación



Teniendo en cuenta que la conversión alimenticia es la relación entre consumo y ganancia de peso, la mejor conversión se presentó en el T0, ya que se registró en esta etapa un bajo consumo de alimento por parte de las aves debido a su alto contenido energético, y por otro lado las ganancias de peso entre tratamientos fueron estadísticamente iguales.

⁷³ LESSON Steve. Op. cit. 223 p .

Las proteínas son el material de construcción de los músculos y los tejidos del cuerpo⁷⁴; como se mencionó anteriormente más importante que la proteína es su perfil de aminoácidos, de acuerdo con esto, la mejor conversión en el T0 con respecto a los tratamientos con quinua, se debe posiblemente a un adecuado balance de aminoácidos disponibles para las aves.

Estos resultados son mayores a los obtenidos por Muñoz y Noguera⁷⁵, quienes utilizaron quinua amarga lavada encontrando conversiones de 1.52, 1.29, 1.65 y 1.89 con diferentes niveles de inclusión de quinua para esta etapa.

En cuanto a la meseta de Popayán se han reportado datos para conversión alimenticia en esta etapa productiva de 1.42 en promedio⁷⁶, siendo el valor de conversión del T0 (1.47) en este ensayo el más cercano a este; ya que como se mencionó anteriormente los concentrados comerciales son balanceados de acuerdo a los requerimientos en aminoácidos de las aves. Los resultados estadísticamente iguales obtenidos entre tratamientos con quinua en esta investigación son mayores a los reportados para la meseta de Popayán; ya que el balance de las raciones se efectuó en términos de proteína cruda y no de aminoácidos, específicamente en lo relacionado a aminoácidos limitantes; como se muestra en el balance alimenticio para pollos de engorde (tabla 4) el aporte de metionina+cistina por parte de las dietas con contenidos de quinua es inferior a los requerimientos de las aves (tabla 1), de esta manera como lo explican Pontes y Castelló (1995), se produce lo que se conoce como ley del mínimo, en el sentido de que la limitación primera que aparece en el aporte de cualquiera de los aminoácidos esenciales determina el nivel nutricional de la ración. El crecimiento y desarrollo de las aves queda disminuido cuando el contenido de un aminoácido limitante es inferior al que marcan los requerimientos. El nivel de dicha limitación dependerá del grado de incumplimiento de los requerimientos, independientemente de cual sea el aminoácido que la determina.⁷⁷

4.3.2 Conversión alimenticia etapa finalización

Respecto a la conversión alimenticia, en esta fase no se encontró diferencia estadística entre tratamientos ($P > 0.05$) (gráfica 6, Anexo 10).

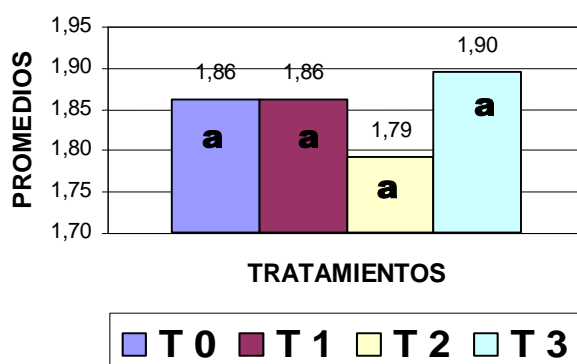
⁷⁴ Aves de corral (Manual para educación agropecuaria) editorial Trillas. México 2004, 61 p.

⁷⁵ MUÑOZ Y NOGUERA Op. cit. 26 p.

⁷⁶ Referencia personal; Pollos Pluma Dorada 2004.

⁷⁷ PONTES Y CASTELLÓ Op. cit. 32 p.

**Grafica 6. Conversión alimenticia
etapa finalización**



Estos resultados se atribuyen a la similar proporción de consumo de alimento que presentaron las aves en todos los tratamientos en esta etapa productiva y al incremento de peso también similar en cada uno de ellos.

Por otra parte, la similitud entre tratamientos para esta variable se atribuye posiblemente a un balance proteína - energía similar entre tratamientos, de acuerdo con lo expuesto por González (2001), la relación entre el contenido energético y el proteico del alimento, es de gran importancia, por que determina el índice de conversión alimentaria, de tal manera que al aumentar el porcentaje de proteína y el contenido de energía de la fórmula se mejora la conversión; o sea se requiere menor cantidad de alimento por cada unidad de peso aumentado.⁷⁸

Los resultados acumulados para esta variable a la sexta semana, reportados por Muñoz y Noguera⁷⁹, muestran datos similares a los obtenidos en esta investigación; donde la conversión fue 1.78, 1.69, 1.86 y 2.29; con 0, 10, 20 y 30% de inclusión de quinua, aun cuando los niveles de inclusión fueron un poco mayores y el tipo de quinua utilizado diferente ya que evaluaron quinua amarga y por tanto obtuvieron problemas relacionados con factores antinutricionales como la saponina, que afecta su consumo de alimento.

⁷⁸ GONZALEZ A. Gustavo, Fundamentos de nutrición animal aplicada; Universidad de Antioquia; Medellín 2001. 290 p.

⁷⁹ MUÑOZ Y NOGUERA Op. cit. 26 p.

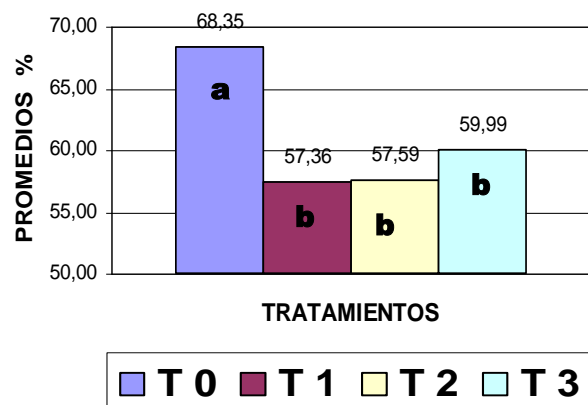
Finalmente al comparar el resultado promedio de esta investigación (1.85) con el dato promedio para clima medio (1.88)⁸⁰, se observa su semejanza, mostrando un aporte y disponibilidad de nutrientes similares entre tratamientos y un desarrollo de las aves adecuado para la región.

4.4 EFICIENCIA ALIMENTICIA

4.4.1 Eficiencia alimenticia etapa iniciación

En eficiencia alimenticia se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$) entre tratamientos en la fase evaluada, según lo reportado por el Test de Duncan, como se aprecia en la gráfica 7 (Anexo 11); la eficiencia alimenticia fue mejor en el T0 (68.35) y los tratamientos con quinua fueron estadísticamente iguales.

Gráfica 7. Eficiencia alimenticia etapa iniciación



⁸⁰ Referencia personal; Pollos Pluma Dorada 2004.

En relación al comportamiento productivo de las aves en cuanto a consumo, ganancia de peso y conversión alimenticia, se observa que las aves del Tratamiento 0 muestran un valor más aceptable, pues aprovecharon mejor el alimento, ya que requirieron consumir una menor cantidad por Kg. de peso logrado respecto a los Tratamientos 1, 2 y 3; esto se debe al alto nivel de energía presente en este tratamiento afectando de esta manera el consumo de alimento, por otro lado el perfil de aminoácidos que presentó este tratamiento fue el mas adecuado y se expresó en la variable conversión alimenticia.

En cuanto a los tratamientos con quinua no se presentaron diferencias estadísticas debido a los consumos similares de alimento y ganancias de peso similares entre ellos.

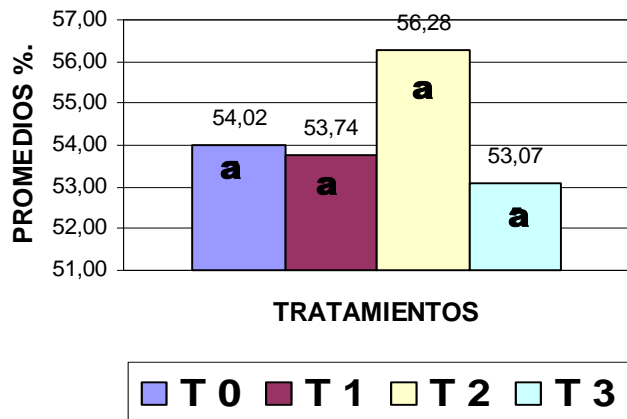
Para la meseta de Popayán se tienen datos de eficiencia alimenticia de 70.42%⁸¹ en esta etapa productiva, resultados similares se obtuvieron con el tratamiento control, ya que los concentrados comerciales se balancean de acuerdo al perfil de aminoácidos requerido por las aves, obteniendo de esta manera rendimientos adecuados.

4.4.2 Eficiencia alimenticia etapa finalización

Para esta variable, en la etapa de finalización, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$), (gráfica 8, Anexo 12).

⁸¹ Referencia personal; Pollos Pluma Dorada 2004.

Grafica 8. Eficiencia alimenticia etapa finalización



La eficiencia alimenticia en la etapa de finalización mostró un comportamiento estadísticamente igual entre los tratamientos al momento de convertir el alimento suministrado en carne, ya que se presentó un consumo estadísticamente igual para obtener un Kg. de peso corporal.

Teniendo en cuenta que a medida que el ave crece, una mayor proporción de nutrientes es utilizada para mantenimiento, siendo cada vez menor la proporción usada para crecimiento; la mejora en la eficiencia alimenticia en esta etapa se puede explicar debido a la manifestación del efecto de crecimiento compensatorio, basándose en lo afirmado por Lesson: si el crecimiento del ave puede reducirse tempranamente y si a continuación se presenta un crecimiento compensatorio (de manera que se logre obtener el mismo peso del mercado para la edad), deberán entonces disminuirse los requerimientos de mantenimiento, lo cual implica un aumento en la eficiencia alimenticia.⁸²

Especificando lo anterior, los requerimientos de mantenimiento fueron menores ya que por su bajo peso (gráfica 3) el ave tiene que mantener una menor masa corporal, de manera que requerirá menor cantidad de nutrientes para tal fin.

⁸² LESSON, Steve, Op. cit. 221 p.

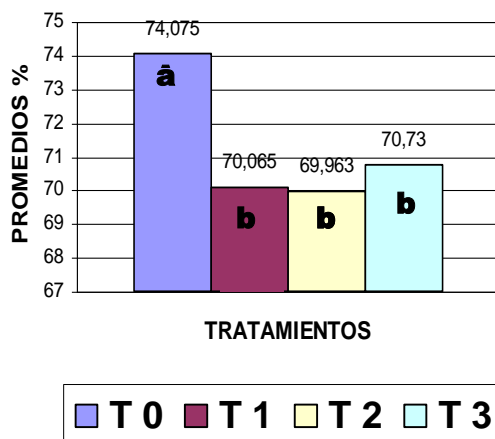
La reducción en los requerimientos de mantenimiento, alcanzando el peso corporal deseado, implica que una mayor cantidad de alimento está siendo destinada para crecimiento, lo cual mejora la eficiencia alimenticia.⁸³

En una explotación avícola ubicada en la meseta de Popayán se obtuvieron datos de eficiencia alimenticia de 53.19%⁸⁴ el cual es similar a los obtenidos en esta investigación, demostrando que no existe duda que el pollo de engorde puede lograr un desempeño adecuado con dietas de iniciación bajas en proteína y que posiblemente presentará posteriormente un crecimiento compensatorio.⁸⁵

4.5 RENDIMIENTO EN CANAL

El rendimiento en canal de los tratamientos presentó diferencias significativas ($P < 0.05$); al realizarse la prueba del Test de Duncan, como se puede ver en la gráfica 9 (anexo 13), el mejor rendimiento en canal lo presentaron las aves del tratamiento 0 con 74.075%, siendo T1, T2 y T3 estadísticamente iguales.

Gráfica 9. Rendimiento en canal



⁸³ LESSON Steve. Op. cit. 223 p.

⁸⁴ Referencia personal; Pollos Pluma Dorada 2004.

⁸⁵ LESSON Steve. Op cit. 224 p.

El mejor rendimiento en canal lo presentaron las aves del T0 con respecto a las aves de los tratamientos con quinua, debido posiblemente al desbalance energía – proteína reportada por los análisis bromatológicos (anexo 1), donde el contenido de energía del concentrado es mayor en el tratamiento control, ya que si el ave consume un exceso de energía con relación a la proteína, acumulará mas grasa y se observa la respuesta clásica de aumento en el porcentaje de grasa de la canal y por tanto mayor rendimiento en la misma.⁸⁶

Los menores rendimientos en canal de los tratamientos T1, T2 y T3 con respecto al T0, se debe posiblemente a que la ración de los últimos tuvo un mayor contenido de fibra (anexo 1), dando lugar al cabo de un tiempo a un mayor desarrollo del aparato digestivo⁸⁷ y por lo tanto un menor rendimiento en canal.

4.6 MORTALIDAD

La mortalidad total durante la fase experimental fue de 18 aves equivalente a 14.06%; donde en el T0 se presentó la mayor mortalidad con 10.94 % (14 aves), y T1, T2 y T3 con 1,56%, 0% y 1,56% (2, 0 y 2 aves) respectivamente.

Basándose en un diagnóstico presuntivo el mayor porcentaje de mortalidad en el T0 se atribuye posiblemente a la presencia del síndrome ascítico, y el porcentaje restante (3.12%) a muertes dentro del rango normal de mortalidad en una explotación avícola.

Cabe resaltar que esta presunción se expone, por la coincidencia de los signos vistos en esta investigación (acumulación de fluido amarillento en la cavidad abdominal, agrandamiento de corazón e hígado, plumas erizadas) y que en ningún momento se efectuaron pruebas diagnósticas de laboratorio que confirmaran este argumento.

Existen muchas causas de ascitis, pero en pollo de engorde moderno la más frecuente es la hipertrofia y falla ventricular derecha, la cual ocurre como resultado del elevado requerimiento de oxígeno en el ave. Debido a su relación con la demanda de oxígeno, la incidencia de ascitis se ve afectada por factores tales

⁸⁶ Manejo y nutrición en aves de corral. Volvamos al campo. Editorial grupo Latino Ltda. 2003. 218 p.

⁸⁷ PONTES Y CASTELLÓ, Op. cit. 57 p.

como el ritmo de crecimiento, la altitud (hipoxia) y la temperatura ambiental. Las aves mantenidas a altitudes elevadas son generalmente expuestas a temperaturas bajas durante la noche, lo cual tiene un efecto sinérgico sobre la incidencia de hipertensión pulmonar y síndrome ascítico; características que se presentan en el sitio de evaluación y por lo tanto las unidades experimentales estaban expuestas a la manifestación de este síndrome; registrándose una mayor incidencia de esta en el tratamiento control; ya que la manifestación de ascitis es mayor cuando se utilizan dietas altas en energía, especialmente cuando están peletizadas⁸⁸; como es el caso del tratamiento control (Anexo 1).

La ascitis se caracteriza por la acumulación de fluido en la cavidad toraco-abdominal; este fluido proviene del plasma sanguíneo que se escapa a través de la cápsula del hígado y se acumula en los espacios hepato-peritoneales ventrales ocasionando distensión abdominal⁸⁹, a menudo las aves afectadas son mas pequeñas de lo normal e indiferentes, con las plumas erizadas y rehúsan moverse; las lesiones macroscópicas comprenden agrandamiento de las cavidades cardíacas derechas y cambios variables del hígado⁹⁰, estas características se observaron en las aves afectadas al realizar una disección post mortem.

Según lo descrito por Lesson hoy en día la ascitis es más comúnmente observada en machos de estirpes de crecimiento rápido alimentados con dietas altas en densidad de nutrientes, especialmente cuando son mantenidos a altitudes elevadas, es común observar mortalidades del 20 al 30% en estos.⁹¹

4.7 ANÁLISIS ECONÓMICO.

4.7.1 Costos variables

Los costos variables de las dietas son el resultado del precio del kilogramo de la dieta (experimental; comercial) por el consumo de alimento en cada etapa del proceso de investigación (Tabla 8).

⁸⁸ LESSON. Steve, Op cit. 249 p.

⁸⁹ Ibid.

⁹⁰ B.W Calnek. Enfermedades de las aves, 955 p.

⁹¹ LESSON. Steve, Op. cit. 248 p.

Tabla 8. Costos variables

ITEM	VR UNITARIO. \$/ Kg.	CONSUMO Kg.	TOTAL POR TRATAMIENTO \$
ALIMENTO INICIACIÓN			
Tratamiento 0	1050	33,21	34.869,98
Tratamiento 1	815,78	49,7223	40.562,21
Tratamiento 2	841,60	46,93	39.497,72
Tratamiento 3	867,40	47,72	41.394,24
ALIMENTO FINALIZACIÓN			
Tratamiento 0	950	37,50	35.627,85
Tratamiento 1	840,875	67,14	56.458,03
Tratamiento 2	866,7	62,45	54.128,88
Tratamiento 3	892,5	60,33	53.846,31

Tabla 9. Interpretación en porcentaje

TRATAMIENTOS	TOTAL COSTO	PORCENTAJE	AUMENTO DE COSTO DE ALIMENTACIÓN
Tratamiento 0	70.497,83	100%	0%
Tratamiento 1	97.020,24	138%	38%
Tratamiento 2	93.626,60	133%	33%
Tratamiento 3	95.240,55	135%	35%

La interpretación en porcentaje permite identificar las diferencias entre el tratamiento control y los demás tratamientos en cuanto a costos de alimentación, estos valores se obtienen tomando el costo del tratamiento control como el 100% , en base a éste se obtiene el porcentaje de costo de alimentación de los tratamientos con quinua.

Teniendo en cuenta el porcentaje de costo de alimentación, se obtiene el valor que indica una reducción o aumento del costo de alimentación de los demás tratamientos con respecto al tratamiento control.

El costo de alimentación con un 5% de inclusión de quinua es un 38% mayor que el del tratamiento control y con la inclusión de 15% y 25% de quinua se observó un aumento del 33% y 35% respectivamente con relación al tratamiento control.

El porcentaje de aumento de costos que se observa en los tratamientos con quinua respecto al tratamiento control, se puede explicar por el menor consumo de alimento en T0 con respecto a estos tratamientos debido principalmente al elevado porcentaje de mortalidad que presentó el T0.

4.7.2 Beneficio bruto de campo

El beneficio bruto de campo para cada tratamiento es el resultado del total de carne en canal (kg.) producida durante el ensayo por el precio promedio del kilogramo de carne en el mercado (Tabla 10).

Tabla 10. Beneficio bruto de campo

TRATAMIENTO	CARNE PRODUCIDA Kg.	PRECIO/ Kg \$	BENEFICIO BRUTO DE CAMPO \$	PORCENTAJE	DIFERENCIA
Tratamiento 0	27,77	4600	127.742,00	100%	0%
Tratamiento 1	48,01375	4600	220.863,25	173%	73%
Tratamiento 2	46,04825	4600	211.821,95	166%	66%
Tratamiento 3	45,4265	4600	208.961,90	164%	64%

Se observan diferencias entre las dietas experimentales respecto a la dieta control obteniendo beneficios económicos superiores al 50% con la introducción de 5%, 15% y 25% de quinua en la alimentación de pollos en relación al concentrado comercial.

4.7.3 Beneficio neto de campo o balance final

El beneficio neto de campo para cada tratamiento es el resultado de la diferencia del beneficio bruto de campo y los costos variables, para determinar la rentabilidad de las dietas evaluadas (Tabla 11).

Tabla 11. Beneficio neto o balance final

TRATAMIENTO	BENEFICIO BRUTO DE CAMPO \$	COSTOS VARIABLES \$	BENEFICIO NETO DE CAMPO \$	PORCENTAJE
Tratamiento 0	127.742,00	70.497,83	57.244,18	100%
Tratamiento 1	220.863,25	97.020,24	123.843,01	216%
Tratamiento 2	211.821,95	93.626,60	118.195,35	206%
Tratamiento 3	208.961,90	95.240,55	113.721,35	199%

Se observó que las dietas con diferentes niveles de inclusión de quinua son más rentables en cuanto a su utilización en comparación con el tratamiento control.

El tratamiento con 5% de inclusión de quinua representa el mayor beneficio siendo un 116% superior al tratamiento control, seguido por los tratamientos con 15% y 25% de inclusión de quinua con un 106% y 99% respectivamente; mostrando que al incluir quinua hasta un 25% en la alimentación de pollo de engorde se pueden obtener rendimientos productivos superiores a los obtenidos con un concentrado comercial a un mas bajo costo.

5. CONCLUSIONES

La utilización de la quinua como una materia prima no convencional en la elaboración de concentrados para pollo de engorde, puede constituirse en un aporte significativo a la nutrición y rentabilidad de la explotación en donde el costo del alimento es el factor determinante en los costos de producción avícola; especialmente en zonas de clima frío y medio donde se adapta mejor este cultivo.

La introducción de la quinua dulce (sin desaponificar), en la alimentación de pollo de engorde puede reemplazar en forma adecuada a otras fuentes de proteína como la torta de soya hasta un nivel de inclusión de 25%, sin afectar el crecimiento normal del animal, resultados similares a los reportados por Muñoz y Noguera 1980.

Desde el punto de vista económico la quinua puede tener un gran efecto en el beneficio neto total cuando se utiliza como reemplazo de otras fuentes de energía y proteína hasta el 25% de la ración.

La inclusión de quinua en la alimentación de pollo de engorde en niveles de inclusión de 5%, 15% y 25% presentan un beneficio de 116%, 106% y 99% respectivamente frente al concentrado comercial; siendo la ración con un nivel de 5% de quinua el tratamiento que presenta la mejor rentabilidad económica, sin afectar parámetros productivos como conversión y eficiencia alimenticia en la etapa de finalización y ganancia de peso en las dos etapas.

Las aves alimentadas con raciones que contenían diferentes niveles de inclusión de quinua tuvieron un comportamiento similar en cuanto a consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia y rendimiento en canal en las dos etapas evaluadas.

El empleo del grano de quinua variedades dulces en la formulación de raciones alimenticias para pollos de engorde, pese a los bajos niveles de saponina presentes en el grano, no afecta su consumo y por lo tanto no es necesario someterlo a procesos de desaponificación.

La mortalidad presentada en las dietas con inclusión de quinua se encuentra dentro de los rangos normales de mortalidad dentro de una explotación avícola, mientras que la mortalidad presentada en el T0 fue alta representando un 10.94% del total.

6. RECOMENDACIONES

La quinua representa una posibilidad de uso mediante la inclusión de niveles de 5%,15% y 25%, en la alimentación de pollos de engorde, por lo tanto, se recomienda su aprovechamiento especialmente en climas frío y medio y en momentos donde se presenten excesos de producción o un difícil acceso a las materias primas convencionales.

Realizar estudios acerca de la composición nutricional de los residuos de cosecha de la quinua con el fin de determinar su posible utilización en la alimentación de otras especies de animales.

Utilizar dietas en harina en lugar de dietas peletizadas, para disminuir el riesgo de mortalidad de aves en el galpón ocasionada por la incidencia del síndrome ascítico bajo estas condiciones climáticas.

Evaluar el comportamiento productivo de la quinua en otras líneas genéticas avícolas.

BIBLIOGRAFÍA.

AGROINCAMS. MARTINEZ GOMEZ, Marta Lucía. Quinua y Amaranto (Manual técnico). Popayán Cauca Colombia: tipografía Cruz. 2002. 3 p.

Aves de corral (Manual para educación agropecuaria) editorial Trillas. México 2004, 61 p.

AVICULTORES, FENAVI / federación nacional de avicultores de Colombia. N° 130 (julio 2006) Bogotá: FENAVI, 2007.10 p. ISSN 021-1358.

AVICULTORES, FENAVI / federación nacional de avicultores de Colombia. N° 136 (enero 2007) Bogotá: FENAVI, 2007. 5, 6, 9, 13, 14 p. Edición especial ISSN 021-1358.

B.W Calnek. Enfermedades de las aves, el Manual moderno, segunda edición. Mexico DF Santa Fe de Bogotá D.C. Pág. 955

CANO VILLATE Adalgiza I. Producción Avícola; Universidad Nacional Abierta y a Distancia Santa Fe de Bogotá D.C. 1998. 94 p.

CASAMACHIN, Mary. ORTIZ, Diego, evaluación de tres niveles de inclusión de morera (*Morus alba*) en alimento para pollos de engorde. Popayán 2007. 20 p. Tesis de Pregrado. Universidad del Cauca.

GONZALEZ A. Gustavo, Fundamentos de nutrición animal aplicada; Universidad de Antioquia; Medellín 2001. 290 p.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Carta Topográfica escala 1:10000. Popayán. Agosto 2006.

JACOBSEN E, MUJICA A, y PORTILLO Z, Primer Taller Internacional en Quinoa (*Chenopodium quinoa*) Recursos Genéticos y Sistemas de Producción. Memorias. Lima- Peru: CIP 2001. 397 p.

LESSON steve, Nutrición Aviar Comercial, editorial le print club Express Ltda. Colombia 2000. 218, 221, 223, 224, 247, 248, 249. p.

LOPEZ. Fredy, suplementación con morera (*Morus alba*) para vacas Holstein en lactancia. Popayán. 2002. 67 p. Tesis de maestría. Universidad Nacional. Sede Palmira.

MÓDULO CULTIVO DE QUINUA; Universidad del Cauca Facultad de Ciencias Agropecuarias Programa Agrozootecnia POPAYÁN 2006.

MUÑOZ. Efraín y NOGUERA Jorge. Efecto de la utilización de cinco niveles de quinua (*Chenopodium quinoa* willd) en la alimentación de pollos de engorde. Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de zootecnista. Universidad de Nariño. 1980 18, 26, 33. p.

NUTRICIÓN ANIMAL, asignatura del programa Agrozootecnia, Universidad Del Cauca, cuarto semestre.

PLAZA OLAYA. Henry. Gran manual de avicultura sanidad avícola 2005. 122 p.

PONTES PONTES Miguel y CASTELLO LLOBED José A. Alimentación de las aves, Real Escuela de Avicultura, Barcelona 1995. 32, 55, 56, 57, 329-330. p.

VELEZ S. Ricardo, ROMERO Socorro Estudio químico de la Quinoa y factibilidades geográficas para su producción en el departamento del Cauca, Popayán Cauca 1994. Trabajo de grado (licenciado en ciencias de la educación con especialidad en biología con énfasis en química agrícola) Universidad Del Cauca Facultad De Ciencias Exactas Naturales y De La Educación Departamento de Biología. 45, 58, 75, 141. p.

VOLVAMOS AL CAMPO, Manejo y nutrición de Aves de Corral. Grupo latino Ltda. Colombia 2003. 217 y 218 p.

ALCALDÍA municipal de Popayán [online] disponible en Internet <http://www.popayan.gov.co/>

Manual de manejo del pollo de engorde ross 1, 14, p. [online] disponible en internet: [www. Aviagen.com](http://www.Aviagen.com)

QUINUA (*Chenopodium quinoa*) [online], disponible en internet: <http://www.ciedperu.org/productos/quinoa.htm>

QUINUA, (*Chenopodium quinoa*), [online], disponible en Internet: <http://www.agualtiplano.net/biodiversidad/cultivos/quinoa.htm>

SALAMANCA. Andrés Abreu, Universidad nacional abierta y a distancia facultad de ciencias agrarias programa zootecnia [online]. Disponible en Internet: http://www.unad.edu.co/guias/prac_camp_i.pdf.

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Anuario Estadístico del Sector Agropecuario. Medellín - Antioquia – [online]. Colombia 2006. Disponible en Internet: [//www.agro.unalmed.edu.co/anuario/costos_aves_engorde.htm](http://www.agro.unalmed.edu.co/anuario/costos_aves_engorde.htm)

SOLÍZ-GUERRERO, J.B. D. JASSO DE RODRIGUEZ, R. RODRÍGUEZ-GARCÍA, J.L. ANGULO-SÁNCHEZ, and G. MÉNDEZ-PADILLA. 2002. Quinoa saponins: Concentration and composition analysis. p. 110–114. In: J. Janick and A. Whipkey (eds.), Trends in new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA. [online] disponible en internet: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/ncnu02/v5-110.html>

TEETER, Robert. WIER NUSZ, Chet. Manual de nutriçao para frangos de corte. COBB. 2003 35p {online} disponible en Internet: www.cobb-vantress.com

http://www.agrocadenas.gov.co/documentos/agroindustria/agroindustria_alimentos_balanceados.pdf

<http://www.ceba.com>

<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/1/impr131.htm>

<http://www.engormix.com>

<http://www.etsia.upm.es/fedna/>

[http://www.fenavi.org/documentos/agosto 2006](http://www.fenavi.org/documentos/agosto_2006)

<http://pronatta/proyectos/pdf/public/971523202tes.pdf>. Marzo 2006

Referencia personal; Pollos Pluma Dorada 2004.

ANEXOS

ANEXO 1: Ficha de ingreso, producción, peso corporal, consumo de alimento, mortalidad, y alimento sobrante.

Ficha de ingreso de los animales.

Nombre Administrador:	Línea:	Incubadora:
Granja:	Fecha Finalización:	
Ciudad:	Nº pollos vendidos	
Fecha iniciación:	Peso total de lote	Kgs.
Nº Inicial pollitos	Consumo total de lote	Kgs.
Peso Inicial promedio por pollo gr.	Período de engorde días	

Ficha de mortalidad.

Sem.	MORTALIDAD							TOTAL SEMANA		ACUMULADO		SALDO AVES
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Mortalidad	%	Mortalidad	%	
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												

Ficha de consumo de alimento.

SEMANAS	BULTOS CONSUMIDOS POR DIA							TOTAL SEMANA BULTOS	CONSUMO SEMANAL AVE (Grs.)	TOTAL ACUMULADO BULTOS	ACUMULADO AVE (Grs.)	Conversión
1												
2												
3												
4												

SEMANAS	BULTOS CONSUMIDOS POR DIA							TOTAL SEMANA BULTOS	CONSUMO SEMANAL AVE (Grs.)	TOTAL ACUMULADO BULTOS	ACUMULADO AVE (Grs.)	Conversión
5												
6												
7												

ANEXO 2: Análisis bromatológico proximal

ETAPA DE INICIACIÓN: gr. / 100gr de muestra

PARÁMETRO	T0	T1	T2	T3
Humedad	11.75	12.25	12.43	12.52
Materia seca	88.25	87.75	87.57	87.48
Cenizas	5.08	5.96	6.98	6.43
Grasa	1.98	2.09	2.98	3.21
Proteína	13.06	17.09	16.75	19.26
Fibra	1.59	1.32	1.49	1.35
Carbohidratos totales	68.12	62.61	60.86	58.58
Energía Metabolizable Mcal/Kg.	4,04	3,71	3,83	3,8

ETAPA DE FINALIZACIÓN: gr. / 100gr de muestra

PARÁMETRO	T0	T1	T2	T3
Humedad	11.72	12.40	12.49	12.57
Materia seca	88.28	87.60	87.51	87.43
Cenizas	7.37	5.94	6.79	6.44
Grasa	3.71	4.03	4.94	4.88
Proteína	14.53	13.54	15.72	15.75
Fibra	1.38	1.42	6.22	0.63
Carbohidratos totales	62.67	64.01	60.06	60.36
Energía Metabolizable Mcal/Kg.	4,11	4,47	3,59	4,51

ANEXO 3: Consumo ave /acumulado/semana

SEMANAS	TRAT 0	TRAT 1	TRAT 2	TRAT 3
1	132,86	136,32	135,46	136,78
2	347,99	428,82	425,54	427,04
3	685,05	878,82	865,19	867,43
4	1265,35	1553,82	1543,40	1547,93
5	2120,74	2494,92	2487,95	2468,73
6	3259,34	3652,01	3624,37	3553,76
TOTAL Gr.	7811,34	9144,71	9081,92	9001,67

ANEXO 4: Ganancias de peso por etapas.

TRATAMIENTOS	ETAPAS	
	INICIACIÓN	FINALIZACIÓN
T0	816,63	1075,40
T1	839,84	1127,19
T2	840,50	1171,56
T3	881,64	1066,16

ANEXO 5: Análisis de varianza, consumo de alimento etapa iniciación.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabulado
Tratamiento	3	240533.5256	80177.8419	16.91	0.0001
Error	12	56900.8111	4741.7343		
Total	15	297434.3368			

Coefficiente de variación = 4.660194

R cuadrado = 0.808695

ANEXO 6: Análisis de varianza, consumo de alimento etapa finalización.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabulado
Tratamiento	3	33036.50045	11012.16682	2.16	0.1455
Error	12	61109.28275	5092.44023		
Total	15	94145.78320			

Coefficiente de variación = 3.489987

R cuadrado = 0.350908

ANEXO 7: Análisis de varianza, ganancia de peso etapa iniciación.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabulado
Tratamiento	3	8774.20342	2924.73447	1.27	0.3300
Error	12	27719.09902	2309.92492		
Total	15	36493.30244			

Coefficiente de variación = 5.690117

R cuadrado = 0.240433

ANEXO 8: Análisis de varianza, ganancia de peso etapa finalización.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabulado
Tratamiento	3	28818.2414	9606.0805	1.02	0.4182
Error	12	113048.5039	9420.7087		
Total	15	141866.7453			

Coefficiente de variación = 8.743569

R cuadrado = 0.203136

ANEXO 9: Análisis de varianza, conversión alimenticia etapa iniciación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabulado
Tratamiento	3	0.20255000	0.06751667	9.25	0.0019
Error	12	0.08755000	0.00729583		
Total	15	0.29010000			

Coefficiente de variación = 5.153282

R cuadrado = 0.698208

ANEXO 10: Análisis de varianza, conversión alimenticia etapa finalización.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabulado
Tratamiento	3	0,022	0,007	0,349	0,790
Error	12	0,255	0,021		
Total	15	0,277			

Coefficiente de variación = 3.927388

R cuadrado = 0.400431

ANEXO 11: Análisis de varianza, eficiencia alimenticia etapa iniciación.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabulado
Tratamiento	3	319.2297500	106.4099167	9.79	0.0015
Error	12	130.3943500	10.8661958		
Total	15	449.6241000			

Coefficiente de variación = 5.419691

R cuadrado = 0.709993

ANEXO 12: Análisis de varianza, eficiencia alimenticia etapa finalización.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabulado
Tratamiento	3	23,208	7,736	0,403	0,754
Error	12	230,522	19,210		
Total	15	253,730			

Coefficiente de variación = 4.155733

R cuadrado = 0.369434

ANEXO 13: Análisis de varianza, rendimiento en canal.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabulado
Tratamiento	3	45.2235687	15.0745229	3.04	0.0703
Error	12	59.4344750	4.9528729		
Total	15	104.6580437			

Coefficiente de variación = 3.125353

R cuadrado = 0.432108