

**“EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE
CHACHAFRUTO (*Erythrina edulis*), EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS DE
ENGORDE”**

**LINA JUDITH OVIEDO JOYA
MIGUEL ÁNGEL BASTO CÁRDENAS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCION REGIONAL Y EDUCACION A DISTANCIA
IPRED
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
BUCARAMANGA
2014**

**“EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE
CHACHAFRUTO (*Erythrina edulis*), EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS DE
ENGORDE”**

**LINA JUDITH OVIEDO JOYA
MIGUEL ÁNGEL BASTO CÁRDENAS**

Trabajo de grado para optar al título de Zootecnista.

**Director
IVÁN DARIO ROJAS
Zootecnista**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCION REGIONAL Y EDUCACION A DISTANCIA
IPRED
PROGRAMA DE ZOOTECCIA
BUCARAMANGA
2014**

DEDICATORIA

“No hay ningún viento favorable para el que no sabe a qué puerto se dirige”.

Arthur Schopenhauer

En primera instancia a **DIOS**, Padre todo Poderoso, por regalarme el don de la vida, por permitirme un logro más en el transcurrir de mi existencia; a mis padres: **CÉSAR Y MARTHA**, por ser esa mano amiga que sostiene, apoya, levanta y de ser necesario sacude, por los valores inculcados, por enseñarme el inmenso valor que tiene la vida y la trascendencia que tiene nuestros actos en ella; a mis abuelos: **ANA, ROSA (Q.E.P.D) y ARTURO** por ser siempre una enorme caja portadora de cariño, alcahuetería, sabios consejos, por todas las oraciones elevadas al cielo en mi nombre, para que pudiera alcanzar mis metas de la mejor manera posible, por ser fuente de sabiduría y compartirla conmigo; a **MIS HERMANOS**: quienes con su buen sentido del humor lograron arrancarme una sonrisa, justo en el instante en que lo necesitaba; a **MIS TÍOS**: por estar ahí para mí, siempre incondicionales; a **MIS PRIMOS y AMIGOS**, sinceros amigos, por ser una voz de aliento y por los buenos ratos vividos; a doña **FLOW**, por ser esa amiga alcahueta, consejera y por todo el apoyo recibido; a **MIKE** persona muy especial en mi vida, por su apoyo, voz de aliento, compañero de aventuras y travesías, por la enorme dedicación en la ejecución de este trabajo.

LINA JOTA.

Al dueño de la vida y gran hacedor del universo, por permitirme alcanzar un logro más; a mi madre: **FLOR ÁNGELA**, de manera especial, por todo el apoyo incondicional, por los sabios consejos, por animarme a continuar en los momentos en los que el camino se hacía difícil, por los valores de crianza que me fueron inculcados; a mi padre: **MIGUEL ÁNGEL**, por compartir su experiencia y sabiduría conmigo, en busca de formar una persona con valores y principios; a mis suegros **CÉSAR y MARTHA** por brindarme la posibilidad de un segundo hogar, por su mano extendida para brindarme apoyo y cariño de manera incondicional; a mi abuelo **JULIO**, mis hermanos tíos y primos, de igual manera, por su colaboración, apoyo, por la perseverancia para que alcanzara mis metas e ideales; a **LINA JOTA**, por ser mí base de apoyo, por pensar en el bien común, procurando siempre mi bienestar y el logro de mis proyectos.

MIKE

AGRADECIMIENTOS

Los autores del proyecto agradecen sinceramente a:

La UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, sede Málaga, sus directivos, administrativos y personal docente, por sus orientaciones y aportes durante la carrera.

IVÁN DARÍO ROJAS, Zootecnista. Director y asesor del proyecto por su amistad, motivación, interés, constancia y acertada orientación, para alcanzar el cumplimiento de nuestro objetivo investigativo, por los conocimientos compartidos en el transcurrir de la carrera, fundamentales en nuestra formación.

JOAQUÍN MORENO MORENO, M.V.Z. M. Sc, docente de la Universidad, por su disponibilidad, orientación, recomendaciones y conocimientos compartidos, durante la carrera de formación profesional y el desarrollo del proyecto.

YESID ROLANDO MILLÁN CÁRDENAS, Ing. Forestal y Zootecnista, por poner a disposición sus conocimientos para nuestra formación profesional.

A todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron a la ejecución y culminación del presente trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. PROBLEMA	17
2. JUSTIFICACION	19
3. OBJETIVOS	22
3.1 Objetivo general	22
3.2 Objetivo específicos	22
4. MARCO REFERENCIAL	23
4.1 MARCO DE ANTECEDENTES	23
4.2 MARCO TEÓRICO	31
4.2.1 Actividad económica de Málaga Santander	31
4.2.2 Avicultura en Colombia	33
4.2.3 Actividad avícola en Santander	36
4.2.4 Pollo de engorde	37
4.2.5 Materias primas empleadas	42
4.2.5.1 Chachafruto (<i>Erythrina edulis</i>)	42
4.2.5.2 Maíz y Soya en la nutrición de aves de corral	44
4.3 MARCO LEGAL	46
4.4 MARCO CONCEPTUAL	47
5. DISEÑO METODOLÓGICO	49
5.1 TIPO DE ESTUDIO	49
5.2 MANEJO DEL EXPERIMENTO	49
5.2.1 Consecución y manejo de las materias primas	49
5.2.2 Realización del balanceo de la ración.	52
5.2.3 Alistamiento del galpón	53
5.2.4 Consecución y recepción de los pollitos	54
5.2.5 Diseño experimental	54
5.2.6 Manejo de tratamientos	55
5.2.7 Pesaje de los animales	58
5.2.8 Duración del estudio	59
5.2.9 Localización	60

	Pág.
5.3 VARIABLES EVALUADAS	60
5.3.1 Consumo de alimento diario.	60
5.3.2 Ganancia de peso diaria.	61
5.3.3 Conversión alimenticia	61
5.3.4 Costos de producción y rentabilidad del sistema productivo	61
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	62
6.1 RESULTADOS CICTA, DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL CHACHAFRUTO (<i>Erythrina edulis</i>)	63
6.2 CONSUMO DE ALIMENTO	64
6.3 GANANCIA DE PESO DIARIA	70
6.4 CONVERSIÓN ALIMENTICIA	75
6.5 ANÁLISIS ECONÓMICO	78
6.5.1 Costos producción	78
6.5.2 Ingresos totales obtenidos	81
6.5.3 Utilidad neta	82
6.5.4 Rentabilidad	82
7. CONCLUSIONES	84
8. RECOMENDACIONES	86
BIBLIOGRAFIA	87
ANEXOS	90

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Colombia. Evolución de la producción de pollo (toneladas) y huevo (unidades). Variaciones porcentuales 1999-2004	34
Figura 2. Recolección de materia prima	50
Figura 3. Manejo materia prima	51
Figura 4. Muestras para análisis bromatológico	52
Figura 5. Alistamiento galpón	53
Figura 6. Recepción pollitos	54
Figura 7. Diseño experimental	55
Figura 8. Distribución unidades experimentales	56
Figura 9. Suministro dieta	56
Figura 10. Pesaje	58
Figura 11. Consumo promedio diario de alimento	67
Figura 12. Diferencia mínima significativa (DMS) de Tukey para consumo de alimento con diferentes niveles chachafruto (<i>Erythrina edulis</i>), en pollos de engorde en un periodo de 60 días	69
Figura 13. Ganancia de peso semanal	72
Figura 14. Diferencia mínima significativa (DMS) de Tukey para ganancia de peso con diferentes niveles chachafruto (<i>Erythrina edulis</i>), en pollos de engorde en un periodo de 60 días	74
Figura 15. Diferencia mínima significativa (DMS) de Tukey para conversión alimenticia con diferentes niveles chachafruto (<i>Erythrina edulis</i>), en pollos de engorde en un periodo de 60 días	77
Figura 16. Pigmentación obtenida en la canal cuyos tratamientos tuvieron diferentes niveles de inclusión de chachafruto (<i>Erythrina edulis</i>), comparado con el tratamiento testigo.	81

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Colombia: producción avícola, de pollos y huevos 1998 – 2004 (toneladas)	34
Cuadro 2. Requerimientos nutricionales del pollo de engorde machos de desempeño regular	41
Cuadro 3. Propiedades nutricionales del chachafruto	43
Cuadro 4. Composición del chachafruto en porcentaje (%) de Fibra en detergente neutro (FDN) y Fibra en detergente ácido (FDA)	43
Cuadro 5. Manejo del modelo experimental	55
Cuadro 6. Participación de materias primas por tratamiento, fase uno	57
Cuadro 7. Participación de materias primas por tratamiento, fase dos	57
Cuadro 8. Participación de materias primas por tratamiento, fase tres	58
Cuadro 9. Temperatura promedio manejada al interior del galpón semanalmente.	59
Cuadro 10. Resultado análisis bromatológicos del Chachafruto procesado mediante tres técnicas	63
Cuadro 11. Rendimiento del chachafruto	64
Cuadro 12. Consumo de alimento en gramos promedio/día/ave en un periodo de 60 días	65
Cuadro 13. Consumo promedio diario de alimento por ave, en un periodo de sesenta días	65
Cuadro 14. Análisis de varianza (ANOVA) para la variable consumo de alimento con diferentes niveles chachafruto (<i>Erythrina edulis</i>), en pollos de engorde en un periodo de 60 días	68
Cuadro 15. Peso promedio de pollos de engorde, alimentados con diferentes niveles inclusión de chachafruto (<i>Erythrina edulis</i>) obtenido en un periodo de 60 días	71
Cuadro 16. Peso final y rendimiento promedio en canal por ave, alimentadas con la dieta en un periodo de sesenta días	71
Cuadro 17. Análisis de varianza (ANOVA) para la variable ganancia de peso con diferentes niveles chachafruto (<i>Erythrina edulis</i>), en pollos de engorde en un periodo de 60 días	73
Cuadro 18. Conversión alimenticia de pollos de engorde, alimentados con diferentes niveles inclusión de chachafruto (<i>Erythrina edulis</i>) obtenido en un periodo de 60 días	75
Cuadro 19. Análisis de varianza (ANOVA) para la conversión alimenticia con diferentes niveles chachafruto (<i>Erythrina edulis</i>), en pollos de engorde en un periodo de 60 días	76

	Pág.
Cuadro 20. Costos de producción de pollo de engorde alimentado con diferentes niveles de chachafruto (<i>Erythrina edulis</i>) en un periodo de 60 días, por tratamiento	78
Cuadro 21. Porcentaje de representación del costo de alimentación en costos totales de producción en pollos engorde alimentados con (<i>Erythrina edulis</i>) en un periodo de 60 días	80
Cuadro 22: Costo de producción de un kilogramo de canal, mediante la inclusión en diferentes niveles, de chachafruto (<i>Erythrina edulis</i>) en la alimentación convencional de pollos de engorde	81
Cuadro 23. Ingresos totales obtenidos en la producción de pollos engorde alimentados con (<i>Erythrina edulis</i>) en un periodo de 60 días	82
Cuadro 24. Utilidad neta obtenida en la producción de pollos engorde alimentados con (<i>Erythrina Edulis</i>) en un periodo de 60 días	82
Cuadro 25. Rentabilidad obtenida en la producción de pollos engorde alimentados con (<i>Erythrina Edulis</i>) en un periodo de 60 días	82

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Análisis bromatológico	90
Anexo B. Consumo de alimento diario para pollo de engorde con alimentación restringida- Solla S.A	94
Anexo C. Balanceo de la ración empleando diferentes niveles de inclusión de chachafruto (<i>Erythrina edulis</i>), para la alimentación de pollos de engorde en un periodo de sesenta días	95
Anexo D. Manejo de la Temperatura ambiente dentro del galpón- Solla S.A	97
Anexo E. Determinación del costo de un kilogramo (1kg) de alimento con diferentes niveles de inclusión de chachafruto (<i>Erythrina edulis</i>)	98

RESUMEN

TITULO: “Evaluación de diferentes niveles de inclusión de chachafruto (*Erythrina edulis*), en la alimentación de pollos de engorde”*

AUTOR: LINA JUDITH OVIEDO JOYA
MIGUEL ANGEL BASTO CARDENAS**

PALABRAS CLAVES: Chachafruto (*Erythrina edulis*), tratamiento, consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia

CONTENIDO:

Se realizó el estudio con la finalidad de evaluar el efecto de incluir parcialmente triturado de chachafruto (*Erythrina edulis*), sobre la respuesta productiva en pollo de engorde en 60 días. El chachafruto fue recolectado, desconchado, deshidratado y triturado para ofrecerlo a las aves. Se utilizaron 48 pollos de raza Ross, machos, de un día de nacidos; se empleó un diseño estadístico de distribución completamente al azar, utilizando cuatro tratamientos, con tres repeticiones y cuatro animales por unidad experimental. Los tratamientos evaluados fueron, $T_0 = 0\%$, $T_1 = 18.89\%$, $T_2 = 32.05\%$ y $T_3 = 44.48\%$ promedio de inclusión de chachafruto. La investigación se desarrolló en tres fases inicio, levante y ceba, en las que se ofreció a los animales una dieta balanceada para cada fase, teniendo en cuenta los requerimientos de las aves y los resultados de los análisis bromatológicos. Las variables se analizaron mediante ANOVA y fueron, consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rentabilidad; los datos se confinaron en los respectivos registros.

Para consumo hubo diferencias significativas entre los tratamientos T_0 y T_1 con consumos promedios de 115.96gr y 106.59gr, respectivamente, para ganancia de peso se presentaron diferencias entre T_0 y T_3 con pesos promedios finales de 3260.4gr y 2711.9gr, respectivamente; siendo la ganancia diaria de peso promedio de 53.42gr y 44.24gr, respectivamente. La conversión alimenticia no se vio afectada obteniendo resultados análogos en los cuatro tratamientos; finalmente se deduce que el empleo de esta materia en la alimentación de pollos de engorde es positivo, obteniendo pesos similares a los reportados por la empresa de alimentos balanceados para la nutrición animal, Solla S.A. de Colombia. El análisis económico determinó rentable incluir parcialmente chachafruto, en la alimentación de pollos de engorde, disminuyendo costos de alimentación y generando un valor agregado sobre el precio de venta de la canal.

*Trabajo de grado

**Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Zootecnia. Director: IVAN DARIO ROJAS, Zootecnista.

SUMMARY

TITLE: "Assessment of different levels of inclusion of chachafruto (*Erythrina edulis*), in feeding broilers."*

AUTHORS: LINA JUDITH OVIEDO JOYA
MIGUEL ANGEL BASTO CARDENAS**

KEY WORDS: Chachafruto (*Erythrina edulis*), treatment, feed intake, weight gain, feed conversion.

CONTENT:

The study in order to assess the effect of including partially crushed chachafruto (*Erythrina edulis*), on the productive response in chicken fattening in 60 days. The chachafruto was picked, peeled, dried and crushed to offer it to the birds. We used 48 pollos de race Ross, males, a day of birth; a statistical design of distribution completely at random, was used using four treatments with three repetitions and four animals per experimental unit. The evaluated treatments were T1 = 18.89%, T2 = 32.05% and T3 = 44.48% average for the inclusion of chachafruto and T0 = 0%. The research was developed in three phases home, levante and fattening, which offered to animals a diet balanced for each phase, taking into account the requirements of the birds and bromatological analysis results. The variables were analyzed through ANOVA and were, consumption of food, weight gain, feed conversion and profitability; the data were confined in the respective registers.

For consumption differences between T0 and T1con treatments there was consumption averages of 115.96gr and 106.59gr, respectively, for weight gain were no differences entreT0 and T3 with weights final averages of 3260.4gr and 2711.9gr, respectively; being the daily weight gain average of 53.42gr and 44.24gr, respectively. Feed conversion was not affected with similar results in the four treatments; Finally suggests that the use of this material in feed of broilers is positive, obtaining weights similar to those reported by the company's feed for the animal nutrition, Solla S.A. of Colombia. The economic analysis determined cost-effective to include chachafruto, partially in broilers feed, reducing power costs and generating a value added on the selling price of the channel.

*Bachelor thesis

**Institute Regional Outreach and Distance Education. Animal Science Program. Director: ROJAS IVAN DARIO, Zootecnista.

INTRODUCCIÓN

Dentro de los costos totales de producción en la industria avícola, enfocada desde un punto de vista empresarial, el factor nutricional es la variable más importante, por lo que ésta debe ser lo más eficiente posible para obtener resultados económicos positivos.

Para que la relación costo beneficio sea positiva, se hace necesario administrar eficientemente los recursos disponibles, buscando potencializar la capacidad genética de las aves.

Existe en Colombia y en muchos otros países la modalidad de producción silvopastoril de carne de pollo, mediante la utilización de dietas alternativas y dietas convencionales, es decir, alimentos balanceados comerciales. En otros casos se utilizan solo dietas convencionales y en las últimas semanas de vida el productor opta por suministrar además del alimento balanceado, maíz amarillo partido en diversas proporciones de acuerdo a la edad o peso del ave. El rubro que más pesa en un esquema de costos de producción es básicamente el del alimento balanceado (piensos o concentrados) cerca del 85%. El productor se encuentra obligado a asumir alzas desmesuradas de este insumo y no lo puede hacer de igual forma en su producto final (carne o huevos).

Para contrarrestar los elevados costos de producción, representados en alimentos balanceados, existe la posibilidad de emplear materias primas de buen valor nutricional, económicas y de fácil consecución. Tal es el caso, del maíz amarillo (*Zea mays*), que aporta numerosos elementos nutritivos y materiales energéticos; además la soya deshidratada (*Glycine max*), que actualmente está considerada como la fuente proteica de mejor elección para la alimentación de cerdos y aves, por su alto contenido proteico, alta digestibilidad, buen balance de aminoácidos, calidad consistente y bajos costos comparada con otras fuentes proteicas. Por

otra parte, se puede aprovechar el chachafruto o balú (*Erythrina edulis*), una de las más versátiles especies de las Erythrina identificadas de la familia Fabacea, subfamilia papilionoidae; es una leguminosa multipropósito con un amplio espectro de usos, que van desde la alimentación humana y animal (dado su elevado valor nutricional) hasta la recuperación de suelos degradados (por su capacidad de fijar nitrógeno en el suelo), pasando por la formación de cercas vivas y las asociaciones con otras especies.

En el siguiente trabajo de investigación se mostrarán los resultados obtenidos al incluir en la dieta convencional (alimento balanceado comercial) de pollo de engorde, como materia prima principal y en diferentes niveles, chachafruto (*Erythrina edulis*), suplementando con maíz amarillo (*Zea mays*) y soya deshidratada (*Glycine max*); con el propósito de generar nuevas alternativas alimentarias en la producción avícola para la obtención de buenos índices de producción, mejores ingresos y disminución de costos. Trabajando a la vez de la mano con la naturaleza a través de una producción orgánica y sana.

1. PROBLEMA

Los elevados costos de producción de pollo de engorde, en la provincia de García Rovira, Municipio de Málaga, en el departamento de Santander, generan la necesidad de desarrollar nuevas alternativas alimenticias que maximicen la productividad de los sistemas avícolas.

La explotación avícola se caracteriza por ser el tipo de actividad económica que se puede establecer como microempresa de subsistencia; se facilita en pequeños espacios y provee alimentos de buena calidad a la población. A pesar de que el avicultor se ve beneficiado con dicha labor, sus ingresos no son del todo significativos, ya que el costo de alimentación en pollos de engorde representa hasta el 85% de los costos totales de producción, actuando como un factor limitante.

Los costos de producción de pollo de engorde en Colombia son elevados, la alimentación se basa en el suministro de alimentos balanceados comerciales y granos de cereales que presentan un elevado valor económico. Los avicultores consideran que el alimento balanceado es un costo fijo muy difícil de reducir, lo que constituye un freno para el cambio tecnológico. En la Provincia de García Rovira, municipio de Málaga el costo de producción de pollo de engorde es igualmente elevado, en esta zona existen pocas explotaciones tecnificadas, la mayoría son de tipo familiar, basando su alimentación en el suministro de y residuos de cocina, de ahí que la mejora de su eficiencia sea uno de los aspectos más importantes en la cría y explotación del pollo de engorde.

Teniendo en cuenta lo mencionado, la propuesta tuvo por objetivo estudiar la viabilidad de incluir en una dieta convencional (alimento balanceado comercial) de pollo de engorde, en un sistema de producción convencional intensivo, para la obtención de animales de aproximadamente 2kg de peso en canal en 60 días,

materias primas no convencionales, el suministro en diferentes niveles de chachafruto (*Erythrina edulis*) como materia prima principal y maíz amarillo (*Zea mays*) y soya deshidratada (*Glycine max*), como suplemento, para cubrir los requerimientos nutricionales de dicha especie; pretendiéndose la disminución de costos causados por concepto de elevados precios de alimentos balanceados y por ende obtener incremento en la rentabilidad de este tipo de explotaciones.

2. JUSTIFICACIÓN

En Colombia la producción de pollo se ha desarrollado y difundido en gran nivel; cubriendo todos los climas y regiones, debido a su alta adaptabilidad, rentabilidad, aceptación en el mercado, y disposición para encontrar pollitos de buena calidad. El sector avícola ha venido evolucionando de manera favorable en los últimos años, lo que le ha permitido consolidarse dentro de la estructura actual de la economía colombiana y de manera particular en la estructura económica del departamento de Santander. A comienzos de los años sesenta, este negocio pasó de ser una actividad exclusivamente artesanal a una actividad con características industriales, de tal manera que en la actualidad absorbe cerca de 240.000 empleos, de los cuales el Departamento genera cerca de 40.800 empleos directos y 78.000 indirectos distribuidos dentro de la cadena productiva de este negocio. Dicho sector ofrece oportunidades de producción que contemplan varias alternativas: las aves, los huevos y las carnes frías como producto alterno; sus ventas desde Colombia se orientan hacia mercados ubicados en la región Andina, siendo éste país el principal productor y comercializador de estos productos¹.

Santander procesa alrededor de 75.000 toneladas de materias primas al mes, distribuidas porcentualmente así: 50% maíz, 25% soya y el restante en harinas, yuca, entre otros. La población avícola de pollo de engorde es de 19'942.419 unidades y el consumo per cápita es de 23.5 kilogramos. En el análisis con los productores surge la inquietud por el tema de las materias primas, pues la industria depende en su totalidad de productos importados. Para el sector pecuario se requieren 3'200.000 toneladas de materias primas, de las cuales el 75% es requerido por la industria avícola. Ante ese panorama, los avicultores

¹MOJICA PIMIENTO, Amilcar y PAREDES VEGA, Joaquín. Características del sector avícola colombiano y su reciente evolución en el Departamento de Santander [online]. Bucaramanga: Banco de la República Centro Regional de estudios económicos, 2005. 26p. [Consultado Febrero, 2013]. Disponible en: http://www.banrep.gov.co/documentos/publicaciones/regional/ESER/Bucaramanga/2005_agosto.pdf

consideran que pueden ser decisivas las políticas gubernamentales encaminadas a fortalecer el agro, especialmente en el caso concreto de este renglón de la economía². Según los entendidos, hay una amenaza capital por enfrentar, que está en el interior de la industria avícola nacional, que son los acuerdos comerciales. Existe todavía una industria atomizada: las empresas más grandes del país, solas, concentran el 15% de la producción nacional; el resto es un conjunto de empresas de producción mediana y pequeña, lo que hace que el negocio esté en manos de mucha gente; eso indica que para estar preparados para los efectos que pueden sobrevenir hay necesidad de consolidar alianzas o emprender estrategias conjuntas, como lo está previendo la entidad gremial, que ya trabaja en esa dirección.

Por otra parte, la creciente demanda de alimentos y la falta de suelos para la producción agrícola en el mundo, han obligado a los productores a adoptar técnicas agronómicas eficientes e integrales de tal forma que se permita el reciclaje y la utilización de la mayor cantidad posible de derivados, así como un uso eficiente de los recursos naturales, especialmente el suelo y el agua. De la misma manera, dadas las circunstancias de los sistemas de producción actuales, la dependencia de insumos externos y el uso indiscriminado de agroquímicos obligan a los mismos a buscar técnicas más amigables con el ambiente, con la salud humana y con buenos resultados de producción, tanto en volumen como en tiempo y costo.

A nivel local la producción de pollo de engorde se ha incrementado, sin embargo el precio de producción y de venta es más elevado, comparado con el obtenido en las producciones que se encuentran cerca de las grandes ciudades, factor debido principalmente al incremento del costo de transporte del alimento, situación que genera la búsqueda de alternativas viables para su solución o que en su defecto ayuden a disminuir costos para incrementar la productividad de las empresas, una

²Ibid.

de las cuales es la utilización de materias primas de fácil consecución en el medio y que posean buenas características nutricionales. Tal es el caso del chachafruto (*Erythrina edulis*), también llamado balú, habijuela, poroto, frisol, calú, zapote de cerro, frijol de monte, entre otros; es una arbustiva forrajera nativa de América, sus frutos promedian de 2.5 a 5cm de largo por 3 a 4 de ancho, los cotiledones son blancos; se ha calculado que ocho vainas completas pueden pesar 1kg. Contiene grasas, carbohidratos (51%), fibra, calcio (16 mg), fósforo (78 mg), hierro, vitamina C, tiamina, riboflavina, niacina, proteína (23%), almidones (39%), acompañado de maíz amarillo (*Zea mays*) y soya deshidratada (*Glycine max*), como suplemento; con valores proteicos de 10% y 41,7% respectivamente. El cultivo de chachafruto (*Erythrina edulis*), que es una arbustiva forrajera, se ha implementado en la Provincia de García Rovira, sin ser usada para fines de alimentación animal; en el municipio de Málaga en la actualidad no se está aprovechando, debido principalmente al desconocimiento de su bajo precio y su potencial, elevado contenido proteico y de aminoácidos, siendo estos últimos de gran importancia en la alimentación animal.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar los diferentes niveles de inclusión de chachafruto (*erythrina edulis*) como materia prima principal, maíz amarillo (*Zea mays*) y soya deshidratada (*Glycine max*) como suplemento, en la dieta convencional (alimento balanceado comercial) de pollos de engorde, desde la etapa de inicio hasta su finalización.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar el efecto del uso de la dieta implementada en términos de: consumo total de alimento, ganancia de peso diaria y conversión alimenticia.

Estimar costos de producción y rentabilidad del sistema productivo implementado, para evaluar económicamente el uso de la materia prima propuesta.

Generar nuevas alternativas en la alimentación de pollo de engorde.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO DE ANTECEDENTES

Es muy limitada la bibliografía existente con respecto a la temática, se encuentra a manera general la explotación de pollo de engorde empleando múltiples alternativas para mejorar la producción, los estudios encontrados son los siguientes:

- PAZ CAMPO, et. al (2007)³. En su estudio Evaluación de la sustitución de proteína de torta de soya, por harina de chachafruto *Erythrina edulis* en la alimentación de pollos de engorde; se evaluó el uso de la harina de chachafruto *Erythrina edulis*, utilizando 120 pollos de un día de nacidos de la línea Ross x Ross; a los cuales se le suministraron las siguientes dietas: T₀, dieta testigo, con 0% de sustitución de proteína de torta de soya por harina de chachafruto; T₁ dieta con 15% de sustitución de proteína de torta de soya por harina de chachafruto; T₂ dieta con 30% de sustitución de proteína de torta de soya por harina de chachafruto y T₃ dieta con 45% de sustitución de proteína de torta de soya por harina de chachafruto; aplicando un diseño experimental completamente al azar, con 4 tratamientos, 3 replicaciones y 10 animales por unidad experimental.

La harina de chachafruto, no provocó morbilidad ni mortalidad en los pollos; entre los tratamientos evaluados no se presentaron diferencias estadísticamente significativas, para la variable consumo de alimento. La harina de chachafruto, suministrada con otras materias primas, en dietas para pollos, permitió obtener

³PAZ CAMPO, Esneyder; ROCHA CHAVEZ, Ananias y TORRES PAZ, Olmes Arlex. Evaluación de la sustitución de proteína de torta de soya, por harina de chachafruto *Erythrina edulis* en la alimentación de pollos de engorde [online]. Tesis de grado Zootecnista. Popayán, UNAD: Escuela de Ciencias Agrícolas, pecuarias y del medio ambiente, Programa de Zootecnia, 2007. [Consultado febrero 2012]. Disponible en: <http://repository.unad.edu.co/bitstream/10594/923/5/2007-05-03P-0014.pdf>

ganancia de peso y conversión alimenticia adecuada y la disminución de suministro de alimentos de concentrados.

- Ignacio González Serrano, (1990)⁴ en su estudio “Utilización del matarratón (*Gliricidia sepium*) como complemento en el concentrado para pollo de engorde”; utilizó el matarratón (*Gliricidia sepium*) en la dieta, en la primera semana 5%, segunda 8%, tercera en adelante 10%, como complemento de concentrado para pollos de engorde. Al aplicar los tratamientos se obtuvo una disminución en costos de concentrados, pero los costos finales fueron aumentados al presentarse una enfermedad respiratoria crónica y el problema digestivo causado por la baja capacidad que tiene las bacterias digestivas de las aves en aprovechar la celulosa y destoxificar algunos forrajes que contienen sustancias tóxicas. Lo que causó una mortalidad del 8% en el grupo experimental y 5.2% en el grupo testigo. Al analizar los pesos obtenidos se observaron diferencias causadas por el bajo consumo de concentrado, provocado este desde el momento en que se inició el suministro de matarratón (*Gliricidia sepium*).

- Edgar Sady Rangel Ortiz y Edgar David Sandoval (1993)⁵, con la investigación: “Elaboración de concentrado y su evaluación en pollo de engorde”, se evaluó el concentrado elaborado, sus aspectos sanitarios, nutricionales y económicos. Las materias primas empleadas fueron: hígado (de desecho), maíz con gorgojo y alfalfa, las cuales indicaron excelentes contenidos de proteína, energía, aminoácidos, minerales, grasa, entre otros. Además se adicionaron melaza, sal, pre-mezclas vitamínicas y minerales, coccidiostatos y antioxidantes.

⁴GONZÁLEZ SERRANO, Ignacio. Utilización del matarratón (*Gliricidia sepium*) como complemento en el concentrado para pollo de engorde. Tesis de grado Zootecnista. Málaga: Fundación Universitaria de García Rovira, Norte y Gutiérrez, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa de Zootecnia, 1990

⁵RANGEL ORTIZ, Edgar Sady y SANDOVAL, Edgar David. Elaboración de concentrado y su evaluación en pollo de engorde. Tesis de grado Zootecnista. Málaga: Fundación Universitaria de García Rovira, Norte y Gutiérrez, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa de Zootecnia, 1993.

Los tratamientos empleados fueron:

T₁: Concentrado comercial 100%

T₂: Concentrado comercial 75% + Concentrado elaborado 25%

T₃: Concentrado comercial 50% + Concentrado elaborado 50%

T₄: Concentrado elaborado 100%

Al comparar los costos de producción de la dieta testigo, con los del ensayo; se concluyó que la dieta ensayo con concentrado elaborado dio mejores resultados en cuanto a ganancia de peso y a un menor costo.

- Henry Barajas Murillo (1995)⁶; mediante la “Evaluación de diferentes niveles de harina de yuca mezclada con fuentes proteicas para pollo de engorde”, evaluó la utilización de la harina de yuca (0, 50, 80 y 100%) en combinación con diferentes fuentes proteicas y maíz, para alimenta pollos de engorde. Los tratamientos aplicados fueron los siguientes:

T₀: 100% Maíz amarillo + fuente proteica (torta de soya, torta de algodón y harina de pescado).

T₁: 100% Maíz amarillo + 80% harina de yuca + fuente proteica (torta de soya, torta de algodón y harina de pescado).

T₂: 50% Maíz amarillo + 50% harina de yuca + fuente proteica (torta de soya, torta de algodón y harina de pescado).

T₁: 100% harina de yuca + fuente proteica (torta de soya, torta de algodón y harina de pescado).

El experimento tuvo una duración de 42 días, las variables a evaluar fueron: ganancia de peso, conversión alimenticia y consumo del alimento. Los resultados

⁶BARAJAS MURILLO, Henry. Evaluación de diferentes niveles de harina de yuca mezclada con fuentes proteicas para pollo de engorde. Tesis de grado Zootecnista. Málaga: Fundación Universitaria de García Rovira, Norte y Gutiérrez, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa de Zootecnia, 1995

para ganancia de peso mostraron que el T₁, logra la mayor ganancia, seguido por el tratamiento T₂, T₀ y por último T₃. Para la variable consumo del alimento, se obtuvo que T₁ muestra mayor consumo, seguido por T₂, T₀ y finalmente T₃. Por último, para la conversión alimenticia mostró estos resultados, primero T₁, seguido por T₂, T₀ y T₃. Económicamente el tratamiento que mayor ganancia arrojó fue el tratamiento T₁ y el de menor fue el T₀. Los resultados demostraron que bajo condiciones experimentales, la harina de yuca puede ser satisfactoriamente usada en dietas para pollo de engorde suministrándose en combinación con fuentes proteicas.

- Eddy Janneth Ávila Parra y Daniel Santos Cárdenas (1995)⁷, en su trabajo de grado “Evaluación de la inclusión de nacedero (*Trichantera gigantea*) en la alimentación de pollo de engorde”, se realizó en dos etapas experimentales así: la primera desde la poda de referencia del nacedero (*Trichantera gigantea*) hasta la obtención de la harina, la cual se usó en distintos niveles de inclusión (2,4 y 6%) en la dieta de pollo de engorde. La segunda etapa se basó en una prueba biológica realizada a pollos de engorde en condiciones de clima frío. El objeto del ensayo fue determinar el efecto de la inclusión de harina de nacedero (*Trichantera gigantea*) en diferentes niveles y la capacidad pigmentante del mismo; en dietas suministradas a voluntad en pollo de engorde. Se evaluó, consumo alimenticio, ganancia de peso y conversión alimenticia. Los datos recolectados durante 42 días del ensayo, permitieron concluir que la harina de nacedero (*Trichantera gigantea*) tiene gran capacidad pigmentante y que el mejor nivel de inclusión reportado fue del 4%, siendo el mismo el más rentable.

- La investigación “Evaluación de una dieta a base de hígado, Azolla s.p, maíz y aceite avícola en la alimentación de pollo de engorde”, desarrollada por Héctor

⁷ÁVILA PARRA, Eddy Janneth y SANTOS CÁRDENAS, Daniel. Evaluación de la inclusión de nacedero (*Trichantera gigantea*) en la alimentación de pollo de engorde. Tesis de grado Zootecnista. Málaga: Fundación Universitaria de García Rovira, Norte y Gutiérrez, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa de Zootecnia, 1995.

Julio Higuera Ramos (1999)⁸, los tratamientos empleados en este trabajo de experimental fueron:

T₁: Concentrado comercial 100%.

T₂: Dieta elaborada (hígado, Azolla s.p, maíz y aceite avícola) 100%.

T₃: T₁ 25% + T₂ 75%

T₄: T₁ 50% + T₂ 50%

T₅: T₁ 75% + T₂ 25%

El comportamiento productivo de los animales no fue afectado por la inclusión de las materias primas usadas y las dietas ofrecidas, por el contrario los resultados fueron favorables en cada una de las variables evaluadas (consumo alimenticio, ganancia, conversión alimenticia, rendimiento en canal y análisis económico). Los resultados económicos fueron favorables particularmente en los tratamientos T₄, T₃ y T₂, comparados con T₁. La mortalidad estuvo en 3.88%, por debajo de los rangos permitidos en la explotación avícola de pollo de engorde que oscila entre 5-10% como máximo.

- Feliciano Toloza Hernández y Helio García Rangel (2006)⁹, en su estudio "Utilización del contenido ruminal y pollinaza como alternativa alimenticia en pollo de engorde, en la Finca agroecológica el roble municipio de Concepción", se pretendió ofrecer una alternativa alimenticia de bajo costo, usando materias primas con altos contenidos proteicos con ruminaza y pollinaza, junto con otros ingredientes como maíz, torta de soya, salvado de trigo, melaza y sal mineral. La duración del experimento fue de 42 días, los resultados obtenidos recomiendan

⁸HIGUERA RAMOS, Héctor Julio. Evaluación de una dieta a base de hígado, Azolla s.p, maíz y aceite avícola en la alimentación de pollo de engorde. Tesis de grado Zootecnista. Málaga: Universidad Industrial de Santander, Programa de Zootecnia, 1999.

⁹TOLOZA HERNÁNDEZ, Feliciano y GARCÍA RANGEL, Helio. Utilización del contenido ruminal y pollinaza como alternativa alimenticia en pollo de engorde, en la Finca agroecológica el roble municipio de Concepción. Tesis de grado Zootecnista. Málaga: Universidad Industrial de Santander, Programa de Zootecnia, 2006.

trabajar con los tratamientos T₂ y T₃; para su estudio se aplicaron los siguientes tratamientos:

T₀: Testigo, concentrado comercial (Italcol) 100%

T₁: Concentrado comercial 50% + Concentrado elaborado 50%

T₂: Concentrado comercial 25% + Concentrado elaborado 75%

T₃: Concentrado elaborado 100%

- MORAN ROBLES (2009)¹⁰ evalúa el Uso de tres niveles de harina de ramio (*Boehmeria nivea*) como Fuente de Proteína Vegetal no Tradicional, en las Fases de Crecimiento y Acabado de Pollos de carne, considerando la experimentación como una producción normal de pollos. El Ramio (*Boehmeria nivea*), por medio de muchos estudios e investigaciones industriales y agrícolas realizados a nivel internacional, ha demostrado que posee muchos beneficios y utilidades como fuente de proteína para aves de corral; la cría de aves de corral en especial de los pollos de engorde es una de las más populares y uno de los principales problemas en lo que a costos de producción se refiere es su alimentación debido a los elevados precios de los ingredientes. Por esto se buscan y desarrollan distintas formas de abaratar estos costos y obtener productos de buena procedencia y apetecibles a nuestros animales. Una de esas formas podría ser la producción de nuestras propias fuentes de proteína a través del cultivo de plantas que hayan dado buenos resultados en otros países y de fácil introducción y propagación en nuestro clima y que representen una pequeña inversión para nuestros productores. El ensayo duró 42 días y se evaluaron 4 dictas, con el 0%, 5%, 10% y 15% de harina de ramio. Se utilizaron 250 pollitos bebé Ross de 1 día en 4

¹⁰MORAN ROBLES, Jorge Alfredo. Evaluación del Efecto de la Harina de Ramio en la Alimentación Avícola [online]. Tesis de grado Ingeniero Agropecuario. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral Guayaquil; Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, 2009. [Consultado mayo 2014]. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6488/1/Evaluaci%C3%B3n%20del%20Efecto%20de%20la%20Harina%20de%20Ramio%20en%20la%20Alimentaci%C3%B3n%20Av%C3%A4Dcola.PDF>

tratamientos de 5 repeticiones cada uno. El alimento fue similar al utilizado comercialmente, esto es, el ramio inicial hasta los 28 días de edad y el acabado hasta los 42 días. El resultado final fue mejor, estadísticamente significativo con el 5% de harina de ramio (tratamiento 2), tanto en peso con 1965.22 gramos, como en conversión alimenticia 2.37. Producto del mayor consumo de alimento, 4671.1 gramos.

- CASAMACHIN F, Mary Luz y ORTIZ, Diego (2007) ¹¹. Llevaron a cabo un ensayo con el objetivo de evaluar tres niveles de inclusión de morera (*Morus alba*) en alimentación para pollos de engorde en cuanto a su comportamiento productivo, a través de la ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad y relación costo beneficio de las dietas implementadas utilizando la metodología de presupuestos parciales. Para ello se empleó un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos, cinco repeticiones por tratamiento y cada repetición con 5 pollos machos de la línea Ross. Los tratamientos fueron los siguientes: T₀: 100% de concentrado comercial, T₁: dieta no convencional con 5% de inclusión de harina de morera, T₂: dieta no convencional con 10% de inclusión de harina de morera y T₃: dieta no convencional con 15% de inclusión de harina de morera. Con los datos experimentales obtenidos se efectuó un análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de duncan. Los resultados demuestran que no existieron diferencias estadísticas entre el tratamiento 0 y 1 para la variable ganancia de peso, contrario a la conversión alimenticia, donde todos los tratamientos fueron diferentes, siendo el tratamiento 0 el mejor. En cuanto a costos, resulta ventajosa la adición de un 5% de harina de hojas de morera, ya que la relación costo beneficio muestra datos positivos.

¹¹CASAMACHIN F, Mary Luz y ORTIZ, Diego (2007). Evaluación de tres niveles de inclusión de morera (*Morus alba*) en alimento para pollos de engorde [online]. Tesis de grado. Popayán: Universidad del Cauca, Programa Agrozootecnia. [Consultado mayo 2014]. Disponible en: <http://www.unicauca.edu.co/biotecnologia/ediciones/vol5/7.pdf>

- TROMPIZ, Jacqueline et. al. (2007)¹² realizaron un ensayo con la finalidad de evaluar el efecto de raciones con harina de follaje de yuca sobre el comportamiento productivo en pollos de engorde; se utilizaron 640 pollos bebes de la línea Cobb distribuidas al azar en 32 corrales, con ocho repeticiones por tratamiento y 20 por corral. Se evaluaron los siguientes tratamientos por un período de 42 días: T₁ = 0% de HFY, T₂ = 2,5% de HFY, T₃ = 5% de HFY, y T₄ = 7,5% de HFY. Los parámetros productivos estudiados fueron: ganancia de peso (GP), consumo de alimento (CONA), conversión alimenticia (CA), mortalidad (M) e índice económico (IER). El diseño estadístico empleado fue totalmente al azar, analizando los datos con procedimiento de varianza por cuadrados mínimos. Las aves que consumieron las raciones correspondientes a T1 y T2 presentaron un comportamiento similar para GP (2,099kg y 2,090kg) y CA (1,69 y 1,70), pero arrojaron diferencias significativas (P<0,05) con respecto a T3 y T4 para la variable GP (2,033kg y 2,048kg) y CA (1,74 y 1,74), respectivamente. Sin embargo CONA no arrojó diferencias significativas entre los tratamientos. Los resultados sugieren que es posible incorporar HFY hasta niveles de 7,5% sin afectar en gran medida los parámetros productivos y permitiendo un ahorro en el costo total de la alimentación siendo estos similares al estándar de la producción de pollos de engorde en Venezuela.

- QUINTERO, LUCAS y ÁLZATE (2012)¹³, presentan un estudio sobre las propiedades químicas, térmicas y estructurales de las harinas y almidones de chachafruto. Se realizó un análisis proximal tanto a la harina como al almidón de chachafruto (*Erythrina edulis Triana Ex Micheli*) determinando parámetros como

¹²TROMPIZ, Jacqueline et al. Efecto de raciones con harina de follaje de yuca sobre el comportamiento productivo en pollos de engorde. Rev. Cient. (Maracaibo) [online]. 2007, vol.17, n.2 [citado 2014-05-13], pp. 143-149. Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592007000200007&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0798-2259.

¹³QUINTERO CASTAÑO, Víctor Dumar; LUCAS AGUIRRE, Juan Carlos y ÁLZATE CARVAJAL, Erika Natalia. Determinación de las propiedades térmicas y composicionales de la harina y almidón de chachafruto [online]. Armenia: INGENIUM Revista de la Facultad de Ingeniería • Año 14 • n.º 28, Julio - Diciembre de 2013. [Consultado mayo 2014]. Disponible en: <https://usbbog.edu.co/revistas-datos/journals/4/articles/528/submission/original/528-1640-1-SM.pdf>

humedad, minerales, proteína, grasas, fibra y porcentaje de almidón. Las propiedades térmicas se determinaron con las técnicas de calorimetría diferencial de barrido, análisis termogravimétrico y análisis por viscoamilografía rápida y las estructurales se determinaron por difracción de rayos X y por microscopia electrónica de barrido. El análisis proximal para la harina presentó: humedad 12,33%, cenizas 1,55%, proteína 18,5%, extracto etéreo 2,50%. Para el almidón: humedad 12,60%, cenizas 0,90%, extracto etéreo 1,82% y proteína 0,8%. Los gránulos de almidón presentaron formas esféricas y ovoides. El TGA para la harina de descomposición presentó una temperatura de pérdida de humedad de 119,99°C, la temperatura máxima de descomposición se presentó en los 272,5°C y finalmente el proceso termina en 581°C. Para el almidón se presentó la descomposición del agua a 200,94°C, la temperatura máxima de descomposición presentó un pico en 300°C y el proceso finalizó en 584,72°C. al realizar el análisis por DSC para la harina se encontró que las temperaturas características para el proceso de gelatinización son TO = 62,06°C, TP = 70,98°C, TF = 78,62°C y para el almidón se obtuvo que TO = 56,65°C, TP = 70,06%, TF = 85,12°C.

4.2 MARCO TEÓRICO

4.2.1 Actividad Económica de Málaga Santander¹⁴. La explotación agrícola, pecuaria y minera representa al sector primario de la producción del municipio de Málaga. Dentro de los cultivos transitorios o temporales tenemos el caso del frijol como monocultivo, el frijol asociado con maíz, tomate de mesa, papa, tabaco rubio y arveja son los que se producen principalmente, aunque hay áreas pequeñas y no representativas dedicadas a la cebada, trigo y hortalizas. Dentro de los cultivos permanentes y semi permanentes encontramos el plátano, los frutales los cuales no se les ha dado la verdadera importancia productiva, con proyectos de

¹⁴DIAZ FLÓREZ, Luis Antonio. Plan de desarrollo Málaga 2012 – 2015: Málaga de todos y para todos [online]. Málaga: Administración Municipal, 2012. 267p. [consultado febrero 2013]. Disponible en: <http://malaga-santander.gov.co/apc-aa-files/64663833353338643530316634393535/plan-de-desarrollo-mayo-ltimo.pdf>

fruticultura los cuales sean una alternativa real en el campo económico y ambiental y la caña. El tabaco rubio para el campesino de las veredas de la parte baja del municipio, se convirtió en el sustento económico en un alto porcentaje, descuidando de esta manera los otros cultivos que son más rentables y menos perjudiciales para la tierra y el medio ambiente, llevando al campesino a la dependencia de un solo producto y por tal motivo al empobrecimiento. El sector de la avicultura que está en crecimiento es trabajado de forma familiar; la producción de huevos se destina al abastecimiento familiar, y si queda algún excedente este es rápidamente comprado por el comercio.

El municipio de Málaga en el sector pecuario cuenta con el renglón bovino especializado en leche que ocupa una extensión considerable del municipio en pastos, y una población de cabezas de 7800 aproximadamente, muy significativa. La población dedicada a este sector en su mayoría son medianos y pequeños ganaderos. En la actualidad se ha incrementado el volumen de producción lechera en razón al fortalecimiento y mejoramiento genético de las razas normando, Holstein, Ayrshire, pardo suizo, Simental, Gyr lechero, principalmente entre otras, la producción lechera se está comercializando en la ciudad de Bucaramanga con la empresa lácteos Rovirenses la cual le vende a Fresca Leche. Los porcinos tienen especial importancia en las fincas del municipio de Málaga, por su fácil manejo y vía para “reciclar” desperdicios orgánicos provenientes de las mismas fincas; siendo una fuente de ingreso fácil y rentable para el campesino. Las razas predominantes son los cruces con Landrace, York Shire y Pietrain. En general el sector pecuario contribuye con una producción elevada, donde los mayores aportes los hacen los bovinos, seguidos por las aves, porcinos y otras especies. En todo el municipio el ganado vacuno produce en promedio 7500 Litros de leche/día.

4.2.2 Avicultura en Colombia¹⁵. El sector de la avicultura en Colombia, se inicia entre las décadas de los veinte y los cuarenta, en donde se importaron varios ejemplares para reproducción, aunque el punto de partida fue el año 1950. La industria se fortaleció hacia el año 1983, cuando se creó la Federación Nacional de Avicultores de Colombia –FENAVI-, como una organización gremial.

Según el trabajo sobre Economía Regional del Centro de Estudios Económicos de Cartagena, el sector avícola nacional se inició como industria en la década de 1960, componiéndose de las industrias incubadoras, de pollo, del huevo y de concentrados. El estudio en mención resalta, que la producción avícola ha evolucionado más que la bovina, gracias al mayor desempeño y repunte tecnológico y a una mejor utilización de la economía de escala, intensificando la actividad a través de una mayor capacidad de albergue en los galpones, la reducción en el tiempo de levante y engorde y a que no está sujeto a períodos extensos de desarrollo, como otros animales. El consumo de pollo se intensificó desde la década de los setenta, debido al abaratamiento de la carne de aves y al cambio en los hábitos de los consumidores.

Según cifras de FENAVI, la producción avícola colombiana aumentó de manera significativa en los últimos veinte años, pero especialmente en los últimos diez, registrando en 1970 una producción de 79.154 toneladas, llegando a su punto más alto en 2004, con 1.158.003 toneladas, con un crecimiento promedio anual a lo largo de la década de los noventa, de 6.4% (cuadro 1 y figura 1).

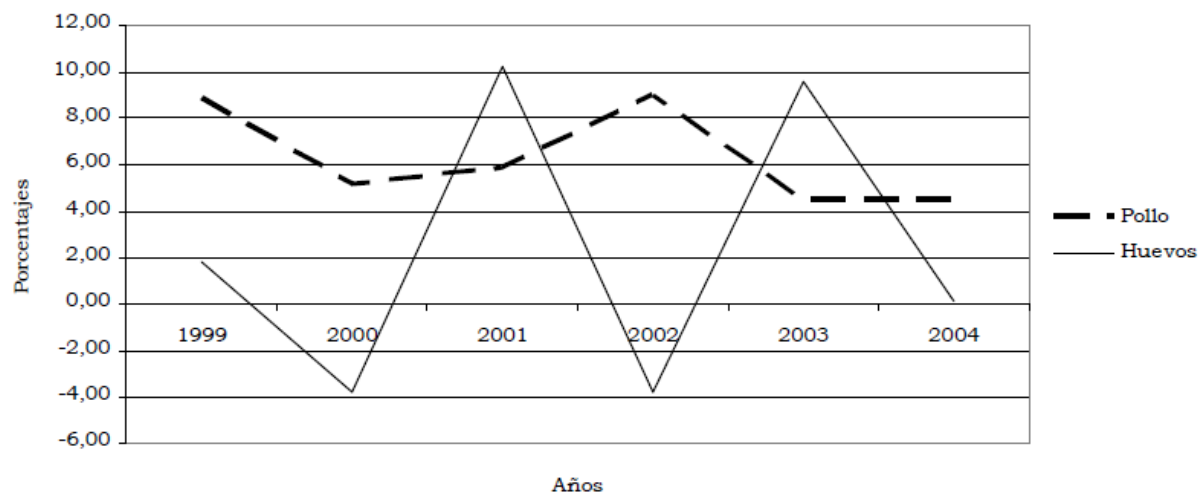
¹⁵MOJICA PIMIENTO, Amilcar y PAREDES VEGA, Joaquín. Op. Cit.

Cuadro 1. Colombia: producción avícola, de pollos y huevos 1998 – 2004 (toneladas)

Detalle	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Producción huevos (miles unidades)							
Total general (Ton.)	886.209,7	936.976,9	949.143,3	1.021.458,9	1.058.664,6	1.127.036,0	1.158.003,3
Crecimiento		5,73	1,30	7,62	3,64	6,46	2,75
Producción de pollo (ton)	491.705,4	535.335,6	562.743,8	595.586,4	649.037,2	678.069,1	708.595,5
Crecimiento		8,87	5,12	5,84	8,97	4,47	4,50
Producción huevos (miles unidades)							
Total general	6.575.070	6.694.022	6.439.991	7.097.874	6.827.123	7.482.782	7.490.131
Crecimiento %		1,81	-3,79	10,22	-3,81	9,60	0,10

Fuente: FENAVI - FONAV

Figura 1. Colombia. Evolución de la producción de pollo (toneladas) y huevo (unidades). Variaciones porcentuales 1999-2004



Fuente: FENAVI – FONAV

La apertura económica permitió un mayor crecimiento del sector avícola, cuyos aumentos en producción y consumo fueron posibles gracias al menor precio de las materias primas, a saber: maíz, soya y torta de soya. La reducción y estabilización en los precios fue consecuencia de la liquidación del IDEMA y la creación de la franja de precios; de hecho, el sector avícola absorbió el 70% de la cosecha nacional de maíz, soya y sorgo de los años noventa.

Entre 1990 y 2003, el sector avícola importó más de diez millones de toneladas de maíz amarillo y más de seis millones de toneladas de frijol, soya y torta de soya. Se estima que con el Tratado de Libre Comercio -TLC- se podrá obtener materias primas a precios menores, partiendo de la base que el alimento balanceado es componente mayoritario dentro de la estructura de la cadena de valor avícola y el que más utiliza materias primas.

Estudios realizados por FENAVI, muestran que el valor de la producción avícola supera los US\$1.400 millones, posicionándose esta industria desde el año 1999, en el segundo lugar, después de las ganaderías de carne y leche y sorpresivamente desplazando al café al tercer lugar en resultados. De igual manera, se debe mencionar que esta industria absorbe más de 240 mil empleos, a través de la cadena alimenticia, que va desde la incubación, la producción, la agricultura de las materias primas, los alimentos balanceados, la industria farmacéutica veterinaria, la fabricación de equipos e implementos, el frío, la salsamentaria, los restaurantes y el transporte; esta industria se desarrolla en más de 300 municipios colombianos.

Afirma FENAVI, que entre 1990 y 2003 el consumo per cápita de pollo en Colombia, aumentó de 8 a 15.2 kilogramos. Es tan importante por estas razones el sector avícola, que de su existencia y buenos resultados dependen las producciones de las materias primas.

4.2.3 Actividad avícola en Santander¹⁶. Como tal, la industria avícola en Santander tiene 40 años, contados desde que comenzó en serio y en serie la organización de las formas técnicas para producir pollo y huevo.

Las condiciones geográficas, la topografía y el clima constituían factores adversos que presentaban una perspectiva pesimista, para contrarrestarlos comenzaron a verse construcciones alargadas, con tejas de asbesto cemento, dando la impresión de ser un factor productivo en desarrollo, fruto de la visión y el tesón de ciertos quijotes que decidieron arriesgar capital, tiempo, paciencia y constancia en espera de resultados prometedores.

Sin duda, para considerar, está el hecho de que la avicultura, en general en Colombia, pero con mucho énfasis en Santander, "es una industria que tiene un contenido muy familiar" y su desarrollo ha sido creciente por el influjo de familias enteras dedicadas a esta actividad. Así se percibe en las juntas y en los comités de la Federación Nacional de Avicultores FENAVI. La evolución del sector ha sido muy grande y muy rápida en Santander. "Se pudo haber avanzado como en otras regiones, de una manera gradual, pero en esta subregión se avanzó a pasos agigantados; por ello, 30 o 35 años después, se puede decir que aquí están las empresas avícolas más grandes del país, con mayor tecnología de punta, con mejor valor agregado tanto en huevo como en pollo".

Hoy existen en Santander 52 empresas agrupadas en una organización gremial. Si se hiciera una radiografía del sector avícola nacional se vería que la subregión sobresale no sólo por su gran participación en producción, sino por el liderazgo en innovación y en realizaciones, todo fruto de la unión que se ha fortalecido como política primaria para la materialización de los proyectos y políticas.

¹⁶GUTIÉRREZ URREA, Guillermo León et. al. Estrategia Competitiva y Sostenible de la Industria Avícola en Santander [online]. Bucaramanga: Cámara de comercio, 2010. 124p. [Consultado Febrero 2013] Disponible en: http://pac.caf.com/upload/pdfs/Libro_Proyecto_Avicola.pdf

4.2.4 Pollo de engorde¹⁷. El alimento es un componente muy importante del costo total de producción del pollo de engorde. Con el objeto de respaldar un rendimiento óptimo, es necesario formular las raciones para proporcionar a estos animales el balance correcto de energía, proteína y aminoácidos, minerales, vitaminas y ácidos grasos esenciales.

Aporte de Nutrientes

Energía: Los pollos de engorde requieren energía para el crecimiento de sus tejidos, para su mantenimiento y su actividad. Los niveles de energía en la dieta se expresan en Megajoules (MJ/Kg) o kilocalorías (Kcal/Kg) de Energía Metabolizable (EM), la cual representa la energía disponible para el pollo.

Proteína: Las proteínas de la ración, como las que se encuentran en los cereales y las harinas de soya, son compuestos complejos que el proceso digestivo degrada para generar aminoácidos, los cuales se absorben y ensamblan para constituir las proteínas corporales utilizadas en la construcción de tejidos como músculos, nervios, piel y plumas.

El pollo de engorde Ross tiene una gran capacidad de respuesta a los niveles de aminoácidos digestibles en la dieta en términos de su crecimiento, eficiencia alimenticia y rentabilidad, cuando las raciones están balanceadas correctamente, de acuerdo con las recomendaciones.

Se ha demostrado que el hecho de aumentar los niveles de aminoácidos digestibles mejora la rentabilidad al incrementar el desempeño de las aves y su rendimiento una vez procesadas. Esto es particularmente importante cuando el pollo se produce para venderse destazado o deshuesado.

¹⁷PRODUCTORA NACIONAL AVICOLA S.A. Manual de manejo del pollo de engorde ross [online]. Buga, Valle: PRONAVICOLA, 2009, 17p. [Consultado Febrero 2013]. Disponible en: <http://www.pronavicola.com/contenido/manual-cobb-ross>

Macrominerales: El suministro de los niveles correctos de los principales minerales en el balance correcto es importante para los pollos de engorde de alto rendimiento.

Minerales Traza y Vitaminas: Los minerales traza y las vitaminas son necesarios para todas las funciones metabólicas. La suplementación apropiada de vitaminas y minerales traza depende de los ingredientes que se utilicen, de la elaboración del alimento y de las circunstancias locales.

Enzimas: En la actualidad se utilizan enzimas rutinariamente en las dietas avícolas para mejorar la digestibilidad de los ingredientes. En general, las enzimas disponibles comercialmente actúan sobre carbohidratos, proteínas y minerales ligados a las plantas.

Puntos Clave

- Utilizar los niveles recomendados de aminoácidos digestibles para obtener el rendimiento óptimo del pollo de engorde.
- Asegurar el uso de fuentes de proteína de alta calidad.
- Proporcionar los niveles correctos de los principales minerales y en el balance apropiado.
- La suplementación de la dieta con vitaminas y minerales depende de los ingredientes alimenticios que se utilicen, de las prácticas de fabricación de la ración y de las circunstancias locales.

Raciones de Iniciación: El objetivo del período de crianza (de 0 a 10 días de edad) es establecer un buen apetito y un máximo crecimiento temprano, con el

objeto de llegar al objetivo de peso corporal del pollo Ross a los 7 días. Se recomienda administrar el alimento iniciador durante 10 días.

Está bien establecido el beneficio de elevar al máximo el consumo de nutrientes durante la primera etapa del crecimiento del pollo y su desempeño subsiguiente. El uso de la densidad recomendada de nutrientes asegurará un óptimo crecimiento durante este período tan crítico en la vida de las aves.

Raciones de Crecimiento: El alimento de crecimiento generalmente se administra durante 14 a 16 días, después del iniciador. La transición entre ambas raciones implica un cambio en la textura de migajas o minipelets a pelets. Dependiendo del tamaño del pelet producido, tal vez sea necesario que la primera entrega de la ración de crecimiento venga en forma de migajas o minipelets.

Durante este tiempo, el pollo sigue creciendo de manera dinámica, por lo que necesita el respaldo de un buen consumo de nutrientes. Para obtener resultados óptimos de consumo de alimento, crecimiento y conversión alimenticia, es crítico proporcionar a las aves la densidad correcta de nutrientes, particularmente energía y aminoácidos.

Raciones de Finalización: El finalizador representa el mayor volumen y el mayor costo de la alimentación de pollo, por lo que es importante diseñar estas dietas para elevar al máximo el retorno financiero con respecto al tipo de productos que se desee obtener.

Los alimentos de finalización se deben administrar de los 25 días de edad hasta el procesamiento. En el caso de las aves que se sacrifiquen después de los 42 ó 43 días, pueden necesitar especificaciones diferentes para un segundo alimento finalizador, de los 42 días en adelante.

El uso de uno o más alimentos finalizadores depende de:

- El peso deseado al sacrificio
- La duración del período de producción
- El diseño del programa de alimentación

Los períodos de retiro de los fármacos (N. del T.: tiempo que debe transcurrir desde que se interrumpe la administración de un medicamento hasta el sacrificio de las aves destinadas al consumo humano) definirá si es necesario utilizar un alimento finalizador de retiro, el cual se deberá proporcionar durante el tiempo suficiente antes del procesamiento de las aves, para eliminar el riesgo de que existan residuos de estos productos en la carne. Será necesario respetar los períodos estatutarios de retiro de los medicamentos que se estén utilizando y que se especifican en las fichas de datos de cada producto. No se recomienda reducir de manera extrema el suministro diario de nutrientes durante el período de retiro.

Requerimientos nutricionales del pollo de engorde. Como media, las necesidades energéticas y proteicas diarias de los pollos son algo más de 1 MJ EM y 15g PB a las 3 semanas, y casi 2.0 MJ EM y 20g PB al final del cebo. La relación óptima proteína/energía de los piensos de cebo de pollos es de 15-20g PB/MJ EM al principio del cebo y 10-15g PB/MJ EM al final. El nivel de alimentación de los pollos en cebo es superior a 3.0 a las 3 semanas de edad, y alrededor de 2.5 al final del cebo (cuadro 2).

Cuadro 2. Requerimientos nutricionales del pollo de engorde machos de desempeño regular

	Und.	Edad días				
		1-7	8-21	22-33	34-42	43-46
Energía metabolizable	Kcal/kg	2.925	2.980	3.050	3.100	3.150
Proteína	%	21.85	20.65	19.10	17.74	16.97
Calcio	%	0.931	0.878	0.810	0.751	0.717
Fósforo disponible	%	0.466	0.439	0.405	0.374	0.357
Potasio	%	0.587	0.584	0.580	0.575	0.575
Sodio	%	0.221	0.213	0.201	0.191	0.186
Cloro	%	0.198	0.189	0.177	0.167	0.161
Ácido linoléico	%	1.072	1.051	1.022	0.955	0.984
Aminoácido digestible						
Lisina	%	1.302	1.113	1.049	0.992	0.929
Metionina	%	0.508	0.434	0.420	0.397	0.372
Metionina + cistina	%	0.924	0.790	0.755	0.714	0.669
Triptófano	%	0.208	0.178	0.178	0.169	0.158
Treonina	%	0.846	0.723	0.682	0.645	0.604
Arginina	%	1.367	1.169	1.101	1.042	0.975
Valina	%	0.977	0.835	0.808	0.764	0.715
Isoleucina	%	0.846	0.723	0.703	0.665	0.622
Leucina	%	1.406	1.202	1.143	1.081	1.013
Histidina	%	0.469	0.401	0.378	0.357	0.334
Fenilalanina	%	0.820	0.701	0.661	0.625	0.585
Fentalanina + tirosina	%	1.497	1.280	1.206	1.141	1.068
Aminoácido total						
Lisina	%	1.436	1.227	1.157	1.094	1.024
Metionina	%	0.560	0.479	0.463	0.438	0.410
Metionina + cistina	%	1.019	0.871	0.833	0.788	0.737
Triptófano	%	0.230	0.196	0.197	0.186	0.174
Treonina	%	0.976	0.834	0.787	0.744	0.696
Arginina	%	1.464	1.252	1.180	1.116	1.044
Glicina + Senna	%	2.153	1.841	1.620	1.532	1.382
Valina	%	1.091	0.933	0.902	0.823	0.799
Isoleucina	%	0.947	0.810	0.787	0.744	0.696
Continuación cuadro 2						
Leucina	%	1.550	1.325	1.261	1.192	1.116
Histidina	%	0.517	0.442	0.417	0.394	0.369
Fenilalanina	%	0.904	0.773	0.729	0.689	0.645
Fentalanina + tirosina	%	1.636	1.399	1.319	1.247	1.167

Fuente: ROSTAGNO, Horacio Santiago (2011) Tablas brasileñas para aves y cerdos

4.2.5 Materias primas empleadas.

4.2.5.1 Chachafruto¹⁸. El Chachafruto es una arbustiva forrajera propia de los países andinos; fue traído a Colombia por los Inganos (pueblo indígena) quienes entraron por el Putumayo y se establecieron en el Valle del Sibundoy.

Características Botánicas. El chachafruto o balú (*Erythrina edulis*), es una leguminosa, con vainas que encierran unos frijoles gigantes, que pueden llegar a ser del tamaño de una papa. El chachafruto es un gran alimento, rico en proteína y minerales. Desafortunadamente, rara vez lo estiman merecedor de un rincón en los supermercados. Es una de las más versátiles especies de las Erythrina, es una leguminosa multipropósito con un amplio espectro de usos, que van desde la alimentación humana (la semilla) y animal (semilla y forraje) hasta la recuperación de suelos degradados (dada su capacidad de fijar nitrógeno en el suelo), pasando por la formación de cercas vivas y las asociaciones con otras especies (en muchas regiones del país se le usa para dar sombra a los cafetales). Es propia de zonas templadas y de clima frío moderado y, la altitud óptima para su adecuado desarrollo debe oscilar entre los 1.600 y los 2.000m.s.n.m.

Propiedades Nutricionales

¹⁸AMADO ESCOBAR, David Fernando. Estudio de factibilidad para el montaje de la cadena productiva agroindustrial de productos ancestrales, como parte del programa de productividad regional del departamento del Cauca [online]. Bogotá D.C.: Escuela de Administración de Negocios-EAN Facultad de Posgrados Especialización en Gobierno y Gerencia Pública, Febrero 20 2012. 71p. [Consultado Febrero 2013]. Disponible en: <http://repository.ean.edu.co/bitstream/10882/1024/6/AmadoDavid2012.pdf>

Cuadro 3. Propiedades nutricionales del chachafruto

Contenido en 100 gr de parte comestible		
Componente	Unidad	Chachafruto (semilla tierna)
Calorías	No.	66
Agua	gr.	80,5
Proteínas	gr.	4,0
Grasa	gr.	0,1
Carbohidratos	gr.	13,3
Fibra	gr.	1,0
Cenizas	gr.	1,1
Calcio	mg.	16
Fósforo	mg.	78
Hierro	Mg	1,2
Vitamina A	I.U.	0
Tiamina	mg.	0,1
Riboflavina	mg.	0,1
Niacina	mg.	0,9
Ácido ascórbico	mg.	15,0

Fuente: ICBF. Tabla de composición de alimentos colombianos

Cuadro 4. Composición del chachafruto en porcentaje (%) de Fibra en detergente neutro (FDN) y Fibra en detergente ácido (FDA)

Fibra en Detergente Neutro (FDN)	49,64
Fibra en Detergente Ácido (FDA)	32,18

Fuente: Estudio, Caracterización nutricional y de la cinética de degradación ruminal de algunos de los recursos forrajeros con potencial para la suplementación de rumiantes en el trópico alto de Colombia

Los beneficios del chachafruto (*Erythrina edulis*)¹⁹. Esta arbustiva forrajera es una planta multipropósito de la cual se obtienen varios beneficios, como quiere que son útiles sus hojas, la cáscara del fruto y sus semillas. En sus raíces, los árboles de chachafruto forman unos abultamientos a manera de bolitas (llamados nódulos), dentro de los cuales viven unas bacterias que al estar asociadas con la

¹⁹ACERO DUARTE, Luis Enrique. Guía para el cultivo y aprovechamiento del chachafruto o balu *Erythrina edulis* [online]. Bogotá: Convenio Andrés Bello, 57p. [Consultado Febrero 2013] Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/74623874/chachafruto-arbol-milagroso>

planta, hacen aprovechable el nitrógeno del aire, mejorando así el suelo donde está sembrado este árbol. Es considerado como madre de agua ya que protege muy bien las orillas de quebradas y nacederos.

Limitantes del chachafruto en la alimentación. Hemaglutininas, lectinas, inhibidores trópticos, inhibidores de amilasas, ácido fítico o fitatos, factor de flatulencia, glicósidos cianogénicos, alcaloides, taninos, saponinas. Tradicionalmente en todas las culturas se han encontrado procedimientos sencillos, caseros y artesanales, que permiten desactivar estos factores negativos o anti-nutricionales para obtener como resultado final un producto totalmente sano para la nutrición humana y animal. Estos métodos van desde el simple remojo durante 10 horas antes de la cocción, desechar el agua donde se remoja, desechar la primera agua de cocción, hervir varias horas, cocinar al vapor, hasta métodos tradicionales un poco más elaborados como lo son los de fermentación, utilizando ciertos microorganismos particulares.

4.2.5.2 Maíz y soya en la nutrición de aves de corral²⁰. Los programas de alimentación animal deben dirigirse a conseguir en las explotaciones un mejoramiento continuo de los animales, suministrándoles los nutrientes necesarios en cantidad y calidad que permitan un buen nivel de desempeño productivo; así mismo como la salud y bienestar del lote. En la industria avícola colombiana, se crían predominantemente pollos de engorde y gallinas ponedoras comerciales y reproductoras en explotaciones intensivas en las cuales los animales consumen de forma exclusiva alimentos balanceados completos. Los alimentos completos balanceados buscan mantener la actividad metabólica de los animales y permitir que cumplan con su finalidad productiva, es por esto que se componen de una mezcla de materias primas que aportan diferentes componentes. Así pues, los

²⁰DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA DANE. Boletín mensual Insumos y Factores asociados a la Producción Agropecuaria [online]. Enero de 2013. [Consultado Julio 2014]. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_enero_2013.pdf

cereales, especialmente el **maíz y sorgo**, proporcionan energía, mientras que la **soya** se integra por su aporte de proteínas y aminoácidos.

La dieta para los pollos de engorde debe ser elaborada con ingredientes de alta calidad y tener un buen balance de nutrientes dada la corta duración del ciclo completo. De acuerdo con esto, se emplean dos dietas diferenciadas según la etapa productiva del animal.

La dieta de las aves está compuesta por diferentes ingredientes que les proporcionan los nutrientes necesarios; a continuación se describen brevemente aquellos usados con mayor frecuencia en la fabricación de los piensos para avicultura:

Maíz (*Zea mays*): Es el cereal más utilizado para la elaboración de alimentos completos balanceados para aves, por ser una buena fuente de energía disponible debido su alto contenido de almidón y grasa. También se destaca por su palatabilidad y bajo contenido de factores antinutricionales, lo que garantiza una buena aceptación y consumo de parte de los animales. Su contenido de proteína es bajo (10%), así como su concentración de minerales.

Soya (*Glycine max*): Es la fuente más común de proteína (41.7%) vegetal utilizada para alimentación de aves de corral, contiene un buen balance de aminoácidos esenciales, además de una buena cantidad de energía metabolizable. El grano sin cocinar contiene factores antinutricionales que con el calor del procesamiento industrial son destruidos, por lo cual se considera que no presenta limitaciones de uso.

4.3 MARCO LEGAL

REPÚBLICA DE COLOMBIA. Ley 9 DE 1979, por la cual se dictan medidas sanitarias de protección de la calidad de aguas, estas normas se aplicarán tanto las públicas como las privadas. Para el control sanitario de los usos del agua se tendrán en cuenta las siguientes opciones, sin que su enunciación indique orden de prioridad.

- a) consumo humano
- b) doméstico
- c) preservación de la flora y fauna
- d) agrícola y pecuario
- e) recreativo
- f) industrial
- g) transporte

CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 1255 DE 2008. por la cual se declara de interés social nacional y como prioridad sanitaria la creación de un programa que preserve el estado sanitario de país libre de Influenza Aviar, así como el control y erradicación de la enfermedad del Newcastle en el territorio nacional y se dictan otras medidas encaminadas a fortalecer el desarrollo del sector avícola nacional.

REPÚBLICA DE COLOMBIA. Decreto 2278 DE 1982, Derogado por el art. 98, Decreto Nacional 1500 de 2007, por el cual se reglamenta parcialmente el Título V de la Ley 09 de 1979 en cuanto al sacrificio de animales de abasto público o para consumo humano y el procesamiento, transporte y comercialización de su carne

REPUBLICA DE COLOMBIA. Decreto 3075 – 1997, por la cual se reglamenta parcialmente el título V de la Ley 9ª de 1979, en cuanto a las condiciones sanitarias de las ventas de alimentos en la vía pública.

MINISTERIO DE LA PROTECCION SOCIAL. Decreto 1500 de 2007, por el cual se establece el reglamento técnico a través del cual se crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos Comestibles y Derivados Cárnicos Destinados para el Consumo Humano y los requisitos sanitarios y de inocuidad que se deben cumplir en su producción primaria, beneficio, desposte, desprese, procesamiento, almacenamiento, transporte, comercialización, expendio, importación o exportación

ICA. Resolución 01937 julio 22 de 2003, por la cual se establecen medidas sanitarias para la prevención y el control de la enfermedad de Newcastle en el territorio nacional

ICA. Resolución 374 febrero 27 de 2004, por la cual se toman medidas de carácter sanitario para prevenir la introducción a Colombia de la Influenza Aviar

ICA. Resolución 1102 09 junio 2004, por la cual se toman medidas para prevenir el ingreso de enfermedades aviares

4.4 MARCO CONCEPTUAL

Alimentación: Serie de normas o procedimientos para proporcionar a los animales una nutrición adecuada.

Agroindustria: Es la relación entre la investigación y el desarrollo tecnológico del campo y la industria, es una actividad económica que reúne la producción agrícola, pecuaria, pesquera, forestal, ya sea para fines alimentarios y/o servicios. Involucra el acondicionamiento, la transformación y comercialización de los productos de estos sectores.

Avicultura: Es la rama de la ganadería que trata de la cría, explotación y reproducción de las aves domésticas con fines económicos, científicos o recreativos.

Conversión alimenticia: Hace referencia a la unidad de alimento requerida para obtener la misma unidad de producto.

Costo de producción: Es el valor en términos monetarios que se incurre para llevar a cabo, la producción de bienes agrícolas en la fase post cosecha y venta.

Nutrición: Ciencia que estudia los procesos físicos y químicos que sufre el alimento durante su paso por el tubo digestivo, la absorción de los nutrientes y la posterior utilización de estos en la célula a través de procesos metabólicos.

Producción: Se entiende como la adición de valor a un bien, producto o servicio para transformarlo en algo que sea más útil.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 TIPO DE ESTUDIO

El estudio realizado corresponde a una investigación de tipo experimental, éste tuvo por objetivo la disminución de costos y mejoramiento de la rentabilidad en explotaciones avícolas, manejadas bajo un sistema intensivo o en confinamiento, para la obtención de animales de aproximadamente 2 kg de peso en canal, alimentados convencionalmente (alimento balanceado comercial); en un periodo de 60 días.

Para tal fin se implementaron nuevas alternativas alimenticias, incluyendo en diferentes niveles chachafruto (*Erythrina edulis*) como materia prima y suplementando con maíz amarillo (*Zea mays*) y soya deshidratada (*Glycine max*).

5.2 MANEJO DEL EXPERIMENTO

El proyecto investigativo se desarrolló de la siguiente manera:

5.2.1 Consecución y manejo de las materias primas

Cosecha o recolección Chachafruto (*Erythrina edulis*)²¹. En general ocurren dos cosechas anuales, cuando en las fincas hay más de 30 árboles siempre y en cualquier época del año se encontrarán algunos frutos para cosechar. En todo caso son tres meses de cosecha en cada periodo. La recolección se llevó al cabo en el Municipio de Málaga/Santander. Se recolectó el fruto, al encontrarse este en estado maduro, para lo cual se tuvo en cuenta un tamaño aproximado de la vaina de 30-50cms de largo por 3 ó 4cms de diámetro, de las cuales se consiguieron un

²¹DIAZ, FELIX E. Pequeño manual del chachafruto [online]. [Consultado julio 2014]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/80043726/6251853-Pequeño-Manual-Del-Chachafruto>

promedio de 8-10 frijoles gigantes/vaina, de 2 a 7cm de largo, 1,5 a 3cm de ancho y 3cm de grueso. Sólo se deben cosechar frutos maduros, al cosechar frutos verdes o pintones disminuye la producción constante durante el año. El chachafruto da su primera cosecha a los 25 meses de edad y se han observado árboles de más de 40 años en plena producción (figura 2).

Figura 2. Recolección de materia prima



Un árbol adulto produce 170 kilogramos de fruto en un año, de los cuales 92 kilogramos son semillas y 78 kilogramos son cáscara. En un kilómetro de cerca viva con 500 árboles plantados cada 2 metros; a libre crecimiento se producen 85 toneladas de frutos al año. Los frutos se recogieron directamente del árbol, con la ayuda de varas y ganchos, evitando hacerlo del suelo, dado que estas vainas y semillas son atacadas por gusanos y hongos. Se puede conservar la semilla dentro de la vaina por 6 días y por 12 días en la nevera.

Manejo o procesado. Se separó el fruto de la vaina, este se fraccionó en partes pequeñas. Para comprobar el mejor método de deshidratación y para determinar si existían variaciones significativas en contenido proteico de las semillas, se emplearon tres técnicas. Deshidratación a la sombra a una temperatura promedio de 18°C, deshidratación en horno a una temperatura promedio de 60°C y secado a la exposición solar a una temperatura promedio de 25°C. En todos los casos se realizaron volteos periódicos para evitar la aparición de hongos en la materia prima y facilitar el proceso, una vez deshidratado el fruto se molió (figura 3).

Figura 3. Manejo materia prima



Análisis Bromatológico. Una vez deshidratadas las muestras, se enviaron al respectivo laboratorio (figura 4), para realización del correspondiente análisis bromatológico, para determinar su contenido nutricional en términos de grasa, proteína bruta y fibra cruda.

Figura 4. Muestras para análisis bromatológico



Fuente: Autores proyecto

Maíz amarillo (*Zea mays*) y soya deshidratada (*Glycine max*): Se adquirieron los granos en establecimientos comerciales del municipio de Málaga, posteriormente se molieron.

5.2.2 Realización del balanceo de la ración. La capacidad productiva de los animales, cualquiera que sea su especie o categoría, se manifiesta de forma plena, sólo cuando hay un correcto manejo de la alimentación. El punto de partida para lograr este objetivo es el racionamiento y balanceo de los alimentos de acuerdo a las necesidades concretas de cada especie animal. La dieta para pollos de engorde debe ser elaborada con ingredientes de alta calidad y tener un buen balance de nutrientes dada la corta duración del ciclo completo.

De acuerdo con esto, se realizó el respectivo balance de la ración a suministrar a los animales, empleando el método Cuadrado de Pearson. Para conocer los aportes de nutrientes de las materias primas a emplear se tomaron como base los datos arrojados por el análisis bromatológico (anexo A) que se le practicó al chachafruto (*Erythrina edulis*) deshidratado mediante la exposición solar, siendo esta la técnica que se manejó para deshidratar la materia prima empleada en el experimento. Para el Maíz amarillo (*Zea mays*) y la soya deshidratada (*Glycine*

max), se consultaron referentes bibliográficos, así como los requerimientos nutricionales de las aves, en las diferentes etapas de producción.

5.2.3 Alistamiento del galpón. El proyecto se desarrolló en un galpón con las siguientes dimensiones: longitud 4m, ancho: 2m y altura: 1.80m. Se realizó el alistamiento del galpón para la recepción de los animales, ubicando las cortinas, aplicando los respectivos protocolos de higiene y limpieza, al galpón así como a los utensilios y equipos empleados; ubicando la cama (rusque), a la cual una vez extendida se le aplicó un desinfectante comercial, se ubicaron los bebederos, comederos y las lámparas. Se dividió en compartimentos para alojar las aves según el diseño experimental, dichos compartimentos se identificaron de acuerdo al mismo (figura 5).

Figura 5. Alistamiento galpón



5.2.4 Consecución y recepción de los pollitos. Una vez obtenido el alimento balanceado, se adquirieron en la Incubadora Pollos Búcaros, de la ciudad de Bucaramanga-Santander los pollitos de la raza Ross machos, de un día de nacidos. Se realizó el respectivo protocolo de recepción de los animales, encendiendo con anterioridad las fuentes de calor, esto con el fin de mantener una temperatura promedio de 31°C al interior del galpón. A la llegada de los animales se suministró únicamente agua, agregando un promedio de 2% de azúcar y se realizó el primer pesaje, en ayunas (figura 6).

Figura 6. Recepción pollitos



5.2.5 Diseño experimental. Para la aplicación del modelo experimental, se manejaron tres fases (cuadro 5) así: Fase 1 o de inicio (desde el día 1 hasta el día 30), Fase 2 o de levante (desde el día 31 hasta el día 50) y Fase 3 o de ceba (desde el día 51 hasta el día 60). Se utilizaron 48 pollos de la raza Ross machos,

de un día de nacidos, con un peso inicial promedio de 55.1gr, Se manejaron los siguientes tratamientos:

Cuadro 5. Manejo del modelo experimental

Alimento	T0			T1			T2			T3		
	Fase			Fase			Fase			Fase		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	Inclusión (%)			Inclusión (%)			Inclusión (%)			Inclusión (%)		
Concentrado	100	100	100	65.19	66.15	67.13	44.75	45.86	46.9	25.83	26.7	27.54
Dieta (Chachafruto (<i>Erythrina edulis</i>) + soya + maíz.	-	-	-	34.77	33.85	32.87	55.24	54.05	53.1	74.17	73.3	74.46

El modelo experimental empleado en la investigación fue el diseño estadístico de distribución completamente al azar (figura 7), utilizando cuatro (4) tratamientos con tres (3) repeticiones y cuatro (4) animales por unidad experimental.

Figura 7. Diseño experimental

R I	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
R II	T ₃	T ₂	T ₁	T ₀
R III	T ₂	T ₃	T ₀	T ₁

5.2.6 Manejo de tratamientos. Se dividieron los animales al azar según el diseño experimental (figura 8). Los tratamientos se aplicaron suministrando el alimento según el balanceo de la dieta (figura 9) y se ofreció en tres (3) raciones diarias, 6:30am, 12:00m y 6:30p.m.

De acuerdo a las sugerencias dadas por la empresa Solla S.A (anexo B), en su manual práctico de avicultura, en las que expone en las tablas de consumo de alimento diario para pollo de engorde con alimentación restringida (clima frío-altitud de 1600 a 2290m.s.n.m) se determinó la cantidad de alimento a suministrar a los animales.

Figura 8. Distribución unidades experimentales



Figura 9. Suministro dieta



El ciclo productivo fue manejado en tres (3) fases.

Fase uno o de inicio: tuvo una duración de treinta (30) días, los animales recibieron la dieta ajustada según sus requerimientos para esta fase. Tomados los análisis bromatológicos y referentes bibliográficos y haciendo el balanceo de la

dieta (anexo C), se determinó que era necesaria la adición de materias primas energética y proteica las cuales fueron suplidas por maíz amarillo (*Zea mays*) y soya deshidratada (*Glycine max*) (cuadro 6).

Cuadro 6. Participación de materias primas por tratamiento, fase uno

Materia Prima	Cantidad (%)			
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
Concentrado	100	65.19	44.75	25.83
Chachafruto	-	18.6	31.32	43.05
Maíz	-	9.3	13.42	17.22
Soya	-	6.87	10.5	13.9
Total	100	100	100	100

Fase dos o de levante: tuvo una duración de veinte (20) días, se aplicaron los tratamientos teniendo en cuenta los requerimientos de los animales para esta fase. Tomados los análisis bromatológicos y referentes bibliográficos y haciendo el balanceo de la dieta (anexo C), se determinó que era necesaria la adición de materias primas energética y proteica las cuales fueron suplidas por maíz amarillo (*Zea mays*) y soya deshidratada (*Glycine max*) (cuadro 7).

Cuadro 7. Participación de materias primas por tratamiento, fase dos

Materia Prima	Cantidad (%)			
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
Concentrado	100	66.15	45.85	26.7
Chachafruto	-	18.9	32	44.5
Maíz	-	9.45	13.75	17.8
Soya	-	5.5	8.3	11
Total	100	100	100	100

Fase tres o de ceba: tuvo una duración de diez (10) días; se aplicaron los tratamientos teniendo en cuenta los requerimientos de los animales, para esta fase. Tomados los análisis bromatológicos y referentes bibliográficos y haciendo

el balanceo de la dieta (anexo C), se determinó que era necesaria la adición de materias primas energética y proteica las cuales fueron suplidas por maíz amarillo (*Zea mays*) y soya deshidratada (*Glycine max*) (cuadro 8).

Cuadro 8. Participación de materias primas por tratamiento, fase tres

Materia Prima	Cantidad (%)			
	To	T1	T2	T3
Concentrado	100	67.13	46.9	27.54
Chachafruto	-	19.18	32.83	45.9
Maíz	-	9.59	14.07	18.36
Soya	-	4.1	6.2	8.2
Total	100	100	100	100

5.2.7 Pesaje de los animales. Los animales fueron pesados en ayunas con un intervalo de 7 días, para un total de diez (10) pesajes (figura 10). Resaltando que para el último pesaje solo transcurrieron seis días.

Figura 10. Pesaje



Notas: Para manejar una temperatura adecuada al interior del galpón se tomó como referencia la sugerencia dada por la empresa Solla S.A (anexo D), en su

manual práctico de avicultura, en las que expone la tabla para el manejo de la temperatura ambiente dentro del galpón.

Para determinar la temperatura interna del galpón se empleó un termómetro digital, esta fue controlada mediante el manejo de cortinas. La temperatura promedio manejada al interior del galpón semanalmente fue la siguiente (cuadro 9).

Tomando como base los resultados del experimento se realizó un análisis económico con el cual se determinó la forma más conveniente de producción para las circunstancias y características de la explotación.

Se aplicó el ANOVA para determinar similitudes o diferencias entre dietas; logrando determinar cuál de los tratamientos fue mejor, se procedió a aplicar la prueba de diferencia mínima significativa (DMS); para la evaluación de costos se aplicó la tasa de retorno marginal a cada uno de los tratamientos.

Cuadro 9. Temperatura promedio manejada al interior del galpón semanalmente

Semana	Promedio de Temperatura °C
1	31
2	27
3	26
4	22
5 en adelante	Temperatura ambiente

Los datos de consumo, peso, mortalidad, entre otros, se apuntaron en los respectivos registros.

5.2.8 Duración del estudio. El proyecto tuvo una duración de 150 días, en los que se llevó a cabo la consecución, procesamiento y análisis bromatológico de la

materia prima Chachafruto (*Erythrina edulis*), la aplicación de tratamientos y análisis de los resultados obtenidos. La fase experimental tuvo duración de 60 días, comenzando el 31 de Agosto de 2013 y culminando el 29 de Octubre del mismo año

5.2.9 Localización. El presente proyecto investigativo se desarrolló en el área urbana del municipio de Málaga, departamento de Santander. El municipio se enmarca altitudinalmente entre los 1.600 y 3.400m.s.n.m, lo que determina que la temperatura en el sector oscile entre 19,5 y 8,5°C, la precipitación anual tiene un promedio de 1.400mm, se registra una fluctuación media mensual entre el 63,0 y 74,0% de humedad relativa con un valor promedio del 68,0%. Los valores diarios medios de brillo solar u horas de sol, presentados en Málaga oscilan las 7 horas²².

5.3 VARIABLES EVALUADAS

5.3.1 Consumo de alimento diario. Se realizó con el fin de ajustar la cantidad de alimento diaria a suministrar y evaluar el consumo de la dieta proporcionada. Se efectuó el pesaje del alimento suministrado durante el día (tres raciones) y el pesaje del alimento rechazado, el pesaje del alimento rechazado se hizo en horas de la mañana, antes del primer suministro de alimento. Para la determinación de esta variable se halló la diferencia entre la cantidad de alimento suministrado y la cantidad de alimento no consumido por las aves.

El alimento no consumido por los animales se recogió y se almacenó evitando de esta manera suministrarlo nuevamente para no variar las cantidades de materias primas incluidas. En todos los casos los animales dispusieron de agua a voluntad.

²²ADMINISTRACIÓN MUNICIPIO DE MÁLAGA (2003). Diagnóstico Ambiental del Clima Málaga, Santander - CDIM [online]. Málaga: Esquema de Ordenamiento Territorial Municipal, E.O.T. [Consultado Julio 2014] Disponible en: [http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/eot-malaga-santander-2003-diagnóstico%20ambiental-clima-\(24%20pág%20-%20116%20kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/eot-malaga-santander-2003-diagnóstico%20ambiental-clima-(24%20pág%20-%20116%20kb).pdf)

5.3.2 Ganancia de peso. Para su determinación se pesaron en ayunas los animales, con intervalos de siete (7) días, para un total de diez (10) pesajes. Esto permitió evaluar el progreso de los animales durante el tiempo de la fase experimental, para esto se empleó en un comienzo una balanza gramera manual y posteriormente gramera digital.

5.3.3 Conversión alimenticia. La conversión fue determinada, teniendo en cuenta la información de las variables anteriores, consumo de alimento y ganancia de peso; se determinó el total de kilogramos de alimento consumido por los animales, para ganar un kilogramo de peso vivo.

5.3.4 Costos de producción y rentabilidad del sistema productivo. Una vez culminado el proyecto investigativo, se evaluaron costos de producción mediante la aplicación de la tasa de retorno marginal o rentabilidad marginal de cada tratamiento, obtenidos al implementar la dieta con la materia prima no convencional Chachafruto (*Erythrina edulis*), comparados con los obtenidos al alimentar con concentrado comercial (grupo testigo); al igual que los ingresos alcanzados como producto de la venta de las canales y menudencias. Se determinó el costo de un kilogramo de la dieta a implementar, frente al valor de un kilogramo de concentrado comercial.

De la misma manera se determinó el valor de producción de un kilogramo de canal, mediante la inclusión de chachafruto en diferentes niveles, en la alimentación convencional de pollos de engorde.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los animales, como todos los seres vivos, deben tomar del medio exterior las sustancias necesarias para mantener sus estructuras y realizar sus funciones, dado esto, la alimentación y nutrición son factores importantes e imprescindibles en los diferentes tipos de explotaciones pecuarias para alcanzar los objetivos productivos, con los que se pueden obtener buenos resultados tanto en crecimiento, mantenimiento, producción y rendimiento de los animales.

Se ha considerado que la alimentación constituye hasta el 85% de los costos totales dentro de las explotaciones, por lo que se asume que si se toman decisiones equivocadas sobre la inversión en la alimentación como, compra de insumos o materia prima de bajo costo y de mala calidad, se obtendrán resultados negativos tanto en producción como en utilidades. Si por el contrario se generan nuevas alternativas alimentarias, empleando materias primas de elevado contenido nutricional y bajo costo, los resultados podrán ser positivos.

Esta investigación tuvo por objetivo, estudiar la viabilidad de incluir en una dieta convencional (alimento balanceado comercial) de pollo de engorde, en un sistema de producción convencional intensivo, para la obtención de animales de aproximadamente 2kg de peso en canal en 60 días, materias primas no convencionales, el suministro en diferentes niveles de chachafruto (*Erythrina edulis*) como materia prima principal y maíz amarillo (*Zea mays*) y soya deshidratada (*Glycine max*), como suplemento, para cubrir los requerimientos nutricionales de dicha especie; buscando elevar los índices productivos, minimizar costos de producción e incrementar la rentabilidad de dichas explotaciones.

6.1 RESULTADOS CICTA, DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL CHACHAFRUTO (*Erythrina edulis*)

Para obtener el valor nutricional de chachafruto (*Erythrina edulis*) procesado, se enviaron tres muestras al Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos CICTA, de la Universidad Industrial de Santander, reportando los siguientes valores para proteína bruta y fibra cruda (cuadro 10).

Cuadro 10. Resultado análisis bromatológicos del Chachafruto procesado mediante tres técnicas

Técnica de deshidratación	Tiempo de deshidratación (horas)	Proteína Bruta (%)	Fibra Cruda (%)
Sombra T° promedio de 18°C	72	16.41	3.75
Horno T° promedio de 60°C	9	15.50	4.06
Exposición solar T° promedio de 25°C	17	16.66	4.06

Al comparar los resultados de los análisis bromatológicos se observó que los valores obtenidos son menores a los reportados por ICBF (cuadro 3).

Así mismo en la investigación de Quintero, Lucas y Alzate (2012), se muestran datos de proteína del 18.5%, obtenidos al procesar semilla de chachafruto (*Erythrina edulis*) para obtener harina, separando las semillas de la vaina y cortándolas en rodajas, secadas en estufa a una temperatura de 45°C, por un período de 48 horas. Procedimiento similar al aplicado a una de las muestras de chachafruto (*Erythrina edulis*) del presente trabajo, logrando niveles similares de proteína bruta (15.50%).

De igual manera se evaluó el rendimiento del chachafruto tomando tres muestras (cuadro 11), consiguiendo:

Cuadro 11. Rendimiento del chachafruto

Muestra	Peso total (gr)	Peso vaina		Peso semilla en base húmeda		Peso semilla en base seca (gr)	Rendimiento semilla base seca (%)
		(gr)	(%)	(gr)	(%)		
1	8505	3415	40.2	5090	59.8	1470	28.8
2	4210	1720	40.86	2490	59.14	670	26.9
3	7445	3245	43.6	4200	56.4	1008	24

Los datos de rendimiento refieren niveles similares a los reportados en la investigación de Quintero, Lucas y Alzate (2012), en la que se reportan valores de 50.65% y 48.96%, para vaina y semilla respectivamente.

6.2 CONSUMO DE ALIMENTO

Esta variable fue medida diariamente, determinando la diferencia entre el suministro diario de alimento y el alimento rechazado por las aves (antes del primer suministro de la ración). Los datos para cada repetición y tratamiento fueron escritos en los respectivos registros.

En el cuadro 12 se detalla el comportamiento de la variable consumo de alimento, influenciada por la inclusión de chachafruto (*Erythrina edulis*) en diferentes niveles en raciones para pollos de engorde y el grado de aceptación del mismo. El consumo fue similar para los tratamientos manejados con la dieta, lo cual hace pensar que su inclusión no influye en el mismo. El consumo total de alimento para los diferentes tratamientos en la fase de ceba alcanzó una media de 110.02 gramos, con un coeficiente de variación de 3.11, siendo este un valor bajo, lo cual expresa mayor homogeneidad en los valores de la variable.

Cuadro 12. Consumo de alimento en gramos promedio/día/ave en un periodo de 60 días

T/To	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
To	115.96	115.96	115.96	347.88	115.96
T1	111.21	108.64	99.93	319.78	106.59
T2	106.22	105.63	111	322.85	107.61
T3	110.64	111.31	107.87	329.82	109.94
Total				1320.33	110.02

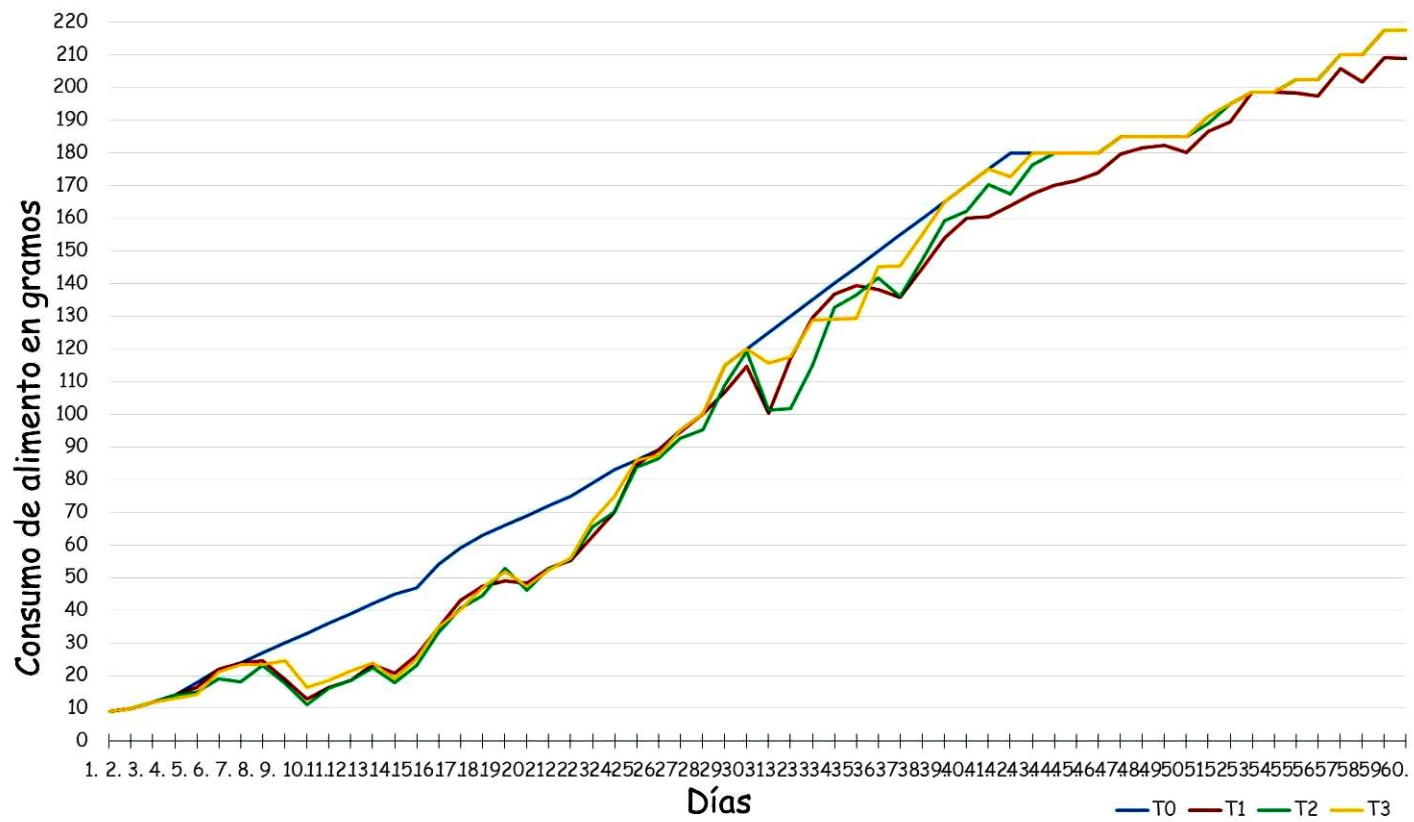
Cuadro 13. Consumo promedio diario de alimento por ave, en un periodo de sesenta días

Días	Tratamiento			
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
1	9	9	9	9
2	10	10	10	10
3	12	12	12	12
4	14	14	14	13.2
5	18	16.4	15	14.3
6	22	22	19.2	21.2
7	24	24	18.2	23.5
8	27	24.5	23.2	23.5
9	30	18.75	17.7	24.5
10	33	12.9	11.3	16.5
11	36	16.4	16.2	18.7
12	39	18.6	18.7	21.6
13	42	23.5	22.5	23.8
14	45	20.7	17.8	19.2
15	47	26.2	23.2	25.4
16	54	34.6	33.3	35
17	59	43.1	40.6	40.2
18	63	47.4	44.4	47
19	66	49	52.8	51.9
20	69	48.3	46.2	47.3
21	72	52.9	53	52.4
22	75	55.2	55.6	55.9
23	79	62.8	65.6	67.5
24	83	70.1	70.1	75

Cuadro 13. Continuación

Días	Tratamiento			
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
25	86	84.6	83.7	86
26	89	89	86.4	87.4
27	95	94.5	92.6	95
28	100	100	95.2	100
29	115	106.7	109	115
30	120	114.8	119.2	120
31	125	100.4	101.3	115.6
32	130	117	101.8	117.7
33	135	129.5	115	128.9
34	140	136.7	132.6	129.2
35	145	139.5	136.6	129.4
36	150	138.1	141.9	145.2
37	155	135.7	136.1	145.5
38	160	144.8	147.6	155.2
39	165	153.9	159.4	165
40	170	159.9	162.2	170
41	175	160.5	170.2	175
42	180	163.8	167.4	172.6
43	180	167.5	176.2	180
44	180	170	180	180
45	180	171.5	180	180
46	180	174	180	180
47	185	179.7	185	185
48	185	181.5	185	185
49	185	182.2	185	185
50	185	180.1	185	185
51	191.2	186.6	188.9	191.2
52	195	189.6	195	195
53	198.7	198.7	198.7	198.7
54	198.7	198.7	198.7	198.7
55	202.5	198.3	202.5	202.5
56	202.5	197.5	202.5	202.5
57	210	205.8	210	210
58	210	201.6	210	210
59	217.5	209.2	217.5	217.5
60	217.5	208.8	217.5	217.5

Figura 11. Consumo promedio diario de alimento por ave, en un periodo de sesenta días



Los valores para consumo obtenidos durante la fase experimental son similares a los reportados por La empresa Solla S.A en sus tablas de consumo de alimento diario para pollo de engorde con alimentación restringida (clima frío-altitud de 1600 a 2290m.s.n.m).

Análisis de varianza. El análisis de varianza se determinó empleando el software estadístico **InfoStat-Statistical Software**, versión 2008.

En el cuadro 14 se exponen los resultados obtenidos al efectuar el análisis de varianza, obteniendo una frecuencia calculada de 4.50 a la que corresponde un valor-p de 0.0395, este valor-p es menor que el nivel de significación de 0,05, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existen diferencias significativas entre las medias de la variable consumo de alimento. Teniendo en cuenta los resultados, se procedió a realizar la prueba de Tukey para diferencia mínima significativa (DMS).

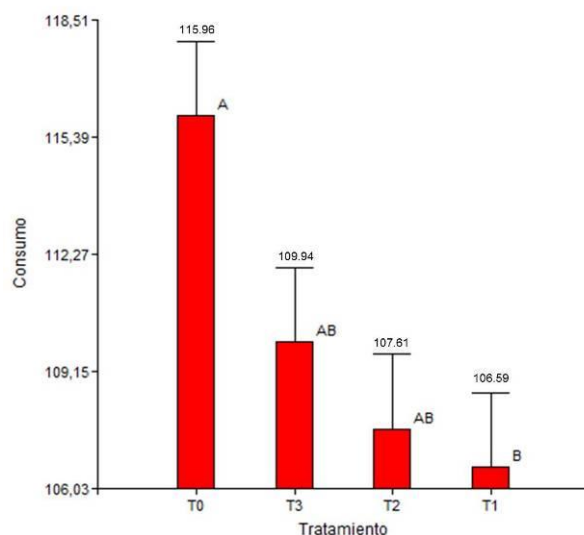
Cuadro 14. Análisis de varianza (ANOVA) para la variable consumo de alimento con diferentes niveles de inclusión de la dieta, en pollos de engorde en un periodo de 60 días

Fuente de variación	gL	SC	CM	F. Calculada	P	CV
T/Tos	3	158.42	52.81	4.50	0.0395	3.11
Error	8	93.90	11.74			
Total	11	252.32	-			

Al analizar la figura 13 de la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) de Tukey se encontró que no existen diferencias significativas entre los tratamientos T0, T2 y T3. Las aves que consumieron las dietas correspondientes a estos tratamientos, con niveles promedios de inclusión de chachafruto (*Erythrina edulis*) de 0%, 32.05% y 44.48%, respectivamente; presentaron un comportamiento similar, con valores promedios de consumo de 115,96gr, 107,61gr y 109,94gr

respectivamente. De igual manera no se presentaron DMS entre los tratamientos 1 (18.89% inclusión de chachafruto, 106.59gr de alimento consumido), 2 (32.05% chachafruto, 107.61gr alimento consumido) y 3 (44.48% chachafruto, 109.94gr alimento consumido)

Figura 12. Diferencia mínima significativa (DMS) de Tukey para consumo de alimento con diferentes niveles de inclusión de la dieta, en pollos de engorde en un periodo de 60 días



Medias con letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$)

Por otra parte se observa que existe diferencia mínima significativa entre los tratamientos T₀ (100% concentrado comercial) y T₁ (18.89% inclusión de chachafruto) con consumos promedios de 115.96 gr y 106.59 gr, respectivamente, lo que se atribuye al grado de aceptación de la materia prima empleada y teniendo en cuenta que el nivel de inclusión de chachafruto (*Erythrina edulis*) en T₁ fue mínimo, disponiendo las aves de mayor cantidad de concentrado comercial lo que supone que los animales presentaron un nivel de aceptación mínimo de la materia prima, escogiendo o prefiriendo la soya, el maíz y el concentrado comercial, este último en mayor cantidad, por lo que hubiera sido una mejor opción realizar la molienda del concentrado para destruir el pellet y obtener de esta manera la

misma presentación de las materias primas empleadas o en su defecto realizar el pelletizado de las materias primas.

Jorge Alfredo Morán Robles, en el año 2009 en su estudio “Evaluación del Efecto de la Harina de Ramio en la Alimentación Avícola”, reporta datos de consumo de alimento obtenidos en un periodo de 42 días, para 250 pollitos, al aplicar cuatro tratamientos (0%, 5%, 10% y 15%) de inclusión de harina de ramio, obteniendo un consumo de alimento promedio final $T_1 = 4614.9\text{gr}$, $T_2 = 4671.1\text{gr}$, $T_3 = 4578.1\text{gr}$ y $T_4 = 4522.4\text{gr}$, alcanzando un consumo promedio diario por ave de 109.2gr. Se manifestó un comportamiento similar al obtenido en esta investigación, el cual fue de 110.02gr.

6.3 GANANCIA DE PESO DIARIA

Para el análisis de esta variable se realizaron pesajes con intervalos de siete días para un total de diez, las aves se encontraron en condición de ayuno; los datos obtenidos se colocaron registros dispuestos para tal fin.

Los niveles de inclusión parcial de triturado de Chachafruto (*Erythrina edulis*), evaluados en raciones para pollos de engorde machos, tuvieron influencia sobre la variable ganancia de peso (figura13), en esta los resultados fueron inversos a los obtenidos en la variable consumo de alimento.

El peso promedio inicial de los pollitos machos, de la raza ross, fue de 55.1 gramos, alcanzando un peso promedio final de 2927.91 gramos, con una ganancia promedio de 47.875gr/día (cuadro 15).

De la misma manera se determinó el rendimiento de las canales obtenidas, logrando rendimientos sobre el 71% para aquellos tratamientos en los que se

incluyó el chachafruto, similares a la dieta testigo en las que se presentó un rendimiento promedio de 71.9% (cuadro 16).

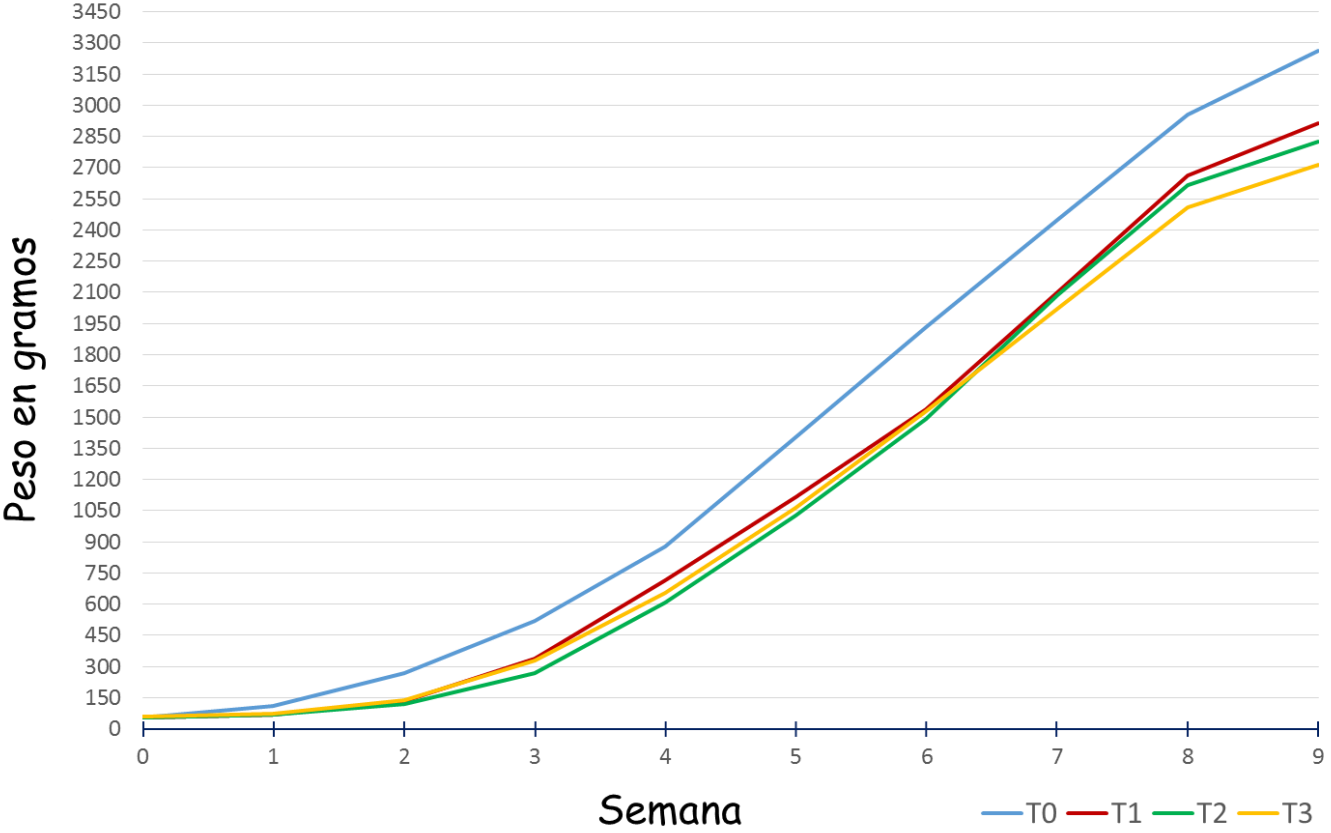
Cuadro 15. Peso promedio de pollos de engorde, alimentados con diferentes niveles inclusión de la dieta, obtenido en un periodo de 60 días

T/To	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
To	55.9	50.61	53.74	160.25	53.42
T1	50.11	48.92	43.78	142.81	47.60
T2	47.97	44.30	46.46	138.73	46.24
T3	40.3	46.94	45.48	132.72	44.24
TOTAL				574.51	47.875

Cuadro 16. Peso final y rendimiento promedio en canal por ave, alimentadas con la dieta en un periodo de sesenta días

Tratamiento	Peso inicial / Ave (gr)	Peso final / Ave (gr)	Peso canal /Ave (gr)	Rendimiento en canal (%)
T ₀	55.1	3260.4	2347.2	71.9%
T ₁	55.6	2912.06	2087.6	71.6%
T ₂	52.43	2827.3	2039.7	72.1%
T ₃	57.23	2711.9	1976.2	72.8%

Figura 13. Ganancia de peso semanal



Análisis de varianza. El análisis de varianza se determinó empleando el software estadístico **InfoStat-Statistical Software**, versión 2008.

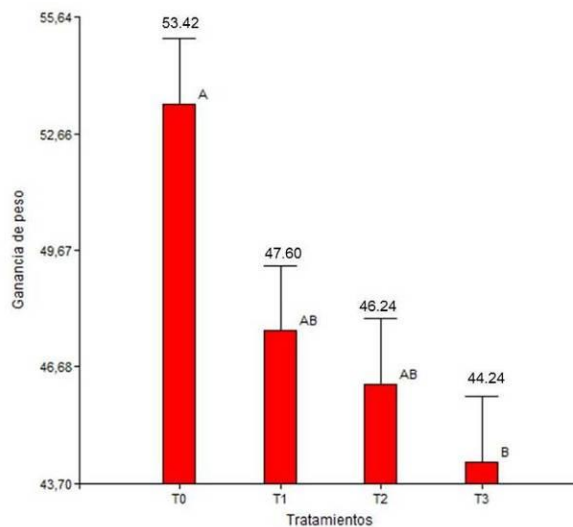
En el cuadro 17, se exponen los resultados obtenidos al efectuar el análisis de varianza, obteniendo una frecuencia calculada de 5.49 a la que corresponde un valor-p de 0.0241, este valor-p es menor que el nivel de significación de 0,05, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existen diferencias significativas entre las medias de la variable ganancia de peso. Teniendo en cuenta los resultados, se procedió a realizar la prueba de Tukey para diferencia mínima significativa (DMS).

Cuadro 17. Análisis de varianza (ANOVA) para la variable ganancia de peso con diferentes niveles de inclusión de la dieta, en pollos de engorde en un periodo de 60 días

Fuente de variación	gL	SC	CM	F. Calculada	P	CV
T/Tos	3	139.983	46.661	5.49	0.0241	6.09
Error	8	67.94	8.492			
Total	11	207.923	-			

Al determinar la diferencia mínima significativa (DMS) de Tukey se pudo establecer que las aves a las que se les suministraron las dietas correspondientes a los tratamientos T₁, T₂ y T₃ no presentaron diferencia mínima significativa (DMS), arrojando valores promedios de 2912.06gr P.V, 2827.3gr P.V y 2711.9gr P.V respectivamente, con una ganancia de peso diaria promedio de 47.6gr, 46.24gr y 44.24gr, respectivamente. Igualmente no se presentó DMS entre los tratamientos T₀ 3260.4gr P.V, T₁ 2912.06gr P.V y T₂ 2827.3gr P.V con ganancias de peso diaria de 53.42gr, 47.60gr ,46.24gr respectivamente (figura 14).

Figura 14. Diferencia mínima significativa (DMS) de Tukey para ganancia de peso con diferentes niveles de inclusión de la dieta, en pollos de engorde en un periodo de 60 días



Medias con letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$)

La diferencia se presentó entre los tratamientos T_0 y T_3 , transcurrido el periodo del experimento arrojaron pesos promedios de 3260.4gr y 2711.9gr, respectivamente; siendo la ganancia diaria de peso promedio de 53.42gr y 44.24gr, respectivamente. Al comparar el alimento promedio consumido de las aves de dichos tratamientos $T_0 = 115.96$ gr y $T_3 = 109.94$, se concluye que una vez más influye el tamaño de la partícula de la materia prima suministrada, ya que al ser muy pequeña el animal requiere de mayor energía para levantar la misma del comedero y consumirla, disminuyendo así la ganancia de peso.

Por otra parte cabe mencionar que los pollos son muy susceptibles a la calidad del alimento ofrecido, esto debido a que su metabolismo se ha modificado con base al mejoramiento genético para un rápido crecimiento (NRC, 1994); además cuando su dieta incluye sustratos voluminosos, se afecta el consumo de nutrientes y se requiere dar un período de adaptación para aumentar su capacidad fermentativa, con lo que se incrementa la disponibilidad de nutrientes y su absorción a nivel intestinal (Maynard *et al.*, 1981; Duke 1997; Hernández *et al.*, 2006); sin embargo,

esta absorción se ve limitada debido a las características anatómicas y fisiológicas del tracto digestivo de las aves²³.

Mateo Fabian Itzá Ortiz, Pedro Enrique Lara y Lara, Miguel Ángel Magaña Magaña y José Roberto Sanginés García en su estudio “Evaluación de la harina de hoja de morera (*Morus alba*) en la alimentación de pollos de engorda” en el año 2010, y Jacqueline Trompiz, Ángel Gómez y otros en su investigación “Efecto de raciones con harina de follaje de yuca sobre el comportamiento productivo en pollos de engorde”, reportan datos de ganancia de peso diaria similares a los obtenidos en esta investigación.

6.4 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Esta variable se determinó teniendo en cuenta el alimento consumido y la ganancia de peso, indica la relación entre la cantidad de alimento en kilogramo o en libra, que se necesita para producir un kilogramo o libra de carne.

El valor de la conversión alimenticia fue en promedio de 2.26 (cuadro 18).

Cuadro 18. Conversión alimenticia en pollos de engorde, alimentados con diferentes niveles de inclusión de la dieta, obtenida en un periodo de 60 días

T/To	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
To	2.04	2.25	2.12	6.41	2.14
T1	2.18	2.18	2.23	6.59	2.20
T2	2.17	2.34	2.34	6.85	2.28
T3	2.68	2.32	2.32	7.32	2.44
Total				27.17	2.26

²³CASAMACHIN F, Mary Luz y ORTIZ, Diego (2007). Op. Cit.

Análisis de varianza. El análisis de varianza se determinó empleando el software estadístico **InfoStat-Statistical Software**, versión 2008.

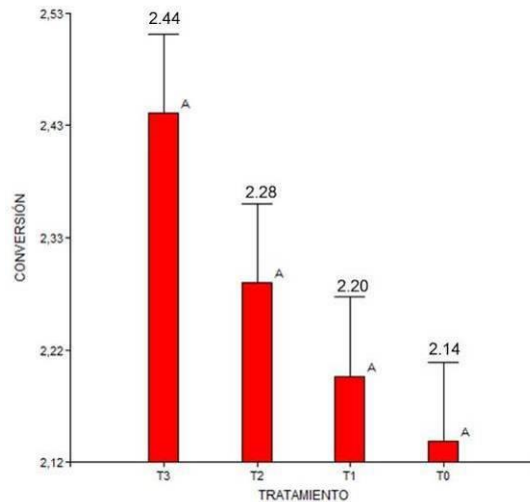
En el cuadro 19 se exponen los resultados obtenidos al efectuar el análisis de varianza, obteniendo una frecuencia calculada de 3.21 a la que corresponde un valor-p de 0.0831, este valor-p es mayor que el nivel de significación de 0,05, por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se concluye que no existen diferencias significativas entre las medias de la variable conversión alimenticia. Lo que significa que los niveles de inclusión parcial de triturado de chachafruto (*Erythrina edulis*), manejados en la alimentación de pollos de engorde, no interviene sobre esta variable.

Cuadro 19. Análisis de varianza (ANOVA) para la conversión alimenticia con diferentes niveles de inclusión de la dieta, en pollos de engorde en un periodo de 60 días

Fuente de variacion	gL	SC	CM	F. Calculada	P	CV
T/Tos	3	0.16	0.05	3.21	0.0831	5.68
Error	8	0.13	0.02			
Total	11	0.29	-			

La prueba de DMS confirma lo mencionado anteriormente (figura 15)

Figura 15. Diferencia mínima significativa (DMS) de Tukey para conversión alimenticia con diferentes niveles de inclusión de la dieta, en pollos de engorde en un periodo de 60 días



Medias con letra común no son significativamente diferentes ($P>0.05$)

La empresa Solla S.A en su manual práctico de avicultura reporta conversiones alimenticias para pollos de engorde, de 2.05 a 2.15 en periodos de 49 días, alimentando las aves con concentrado comercial.

PAZ CAMPO, et. al (2007) En su estudio “Evaluación de la sustitución de proteína de torta de soya, por harina de chachafruto (*Erythrina edulis*) en la alimentación de pollos de engorde” en 45 días, reporta conversiones alimenticias promedio de 2.6. Los autores mencionados anteriormente reportan resultados de conversión alimenticia similares a los obtenidos en la presente investigación.

6.5 ANÁLISIS ECONÓMICO

6.5.1 Costos de producción. Para la evaluación económica se tuvieron en cuenta los ítems expresados a continuación. En el cuadro 20 se observa que el costo de producción de un ave estuvo influenciado por el nivel de inclusión de las materias primas y de concentrado comercial, así mismo por el consumo de las dietas, siendo el chachafruto (*Erythrina edulis*) la materia prima más económica que se incluyó.

Se observó que el tratamiento testigo presentó el mayor costo de producción, mientras que el tratamiento 3, con mayor porcentaje de inclusión de chachafruto presentó el menor costo de producción.

Cuadro 20. Costos de producción de pollo de engorde alimentado con diferentes niveles de inclusión de la dieta, en un periodo de 60 días, por tratamiento

Tratamiento	Componente	Cantidad	Vr. unit. (\$)	Vr. total (\$)
T ₀	Mano de obra:			
	- Aseo y desinfección.	15 minutos	41.6	625
	- Alistamiento de equipos y utensilios.	5 minutos	41.6	208
		20 minutos	41.6	833
	- Pesaje.	450 minutos	41.6	18750
	- Alimentación.	165 minutos	41.6	6875
	- Sacrificio.	2 meses	3500	7000
	Agua y luz	2 meses	1500	3000
	Arrendamiento	12 animales	1200	14400
	Aves	-	-	4000
	Medicamentos	83.6 Kg	1325	110770
	Alimento	-	-	1500
	Otros			
Total				167961

Continuación Cuadro 20.

Tratamiento	Componente	Cantidad	Vr. unit. (\$)	Vr. total (\$)
T ₁	Mano de obra:			
	- Aseo y desinfección.	15 minutos	41.6	625
	- Alistamiento de equipos y utensilios.	5 minutos	41.6	208
		20 minutos	41.6	833
	- Pesaje.	450 minutos	41.6	18750
	- Alimentación.	165 minutos	41.6	6875
	- Sacrificio.	2 meses	3500	7000
	Agua y luz	2 meses	1500	3000
	Arrendamiento	12 animales	1200	14400
	Aves	-	-	4000
	Medicamentos	76.858 Kg	1250	96074
	Alimento	-	-	1500
	Otros			
Total				153265
T ₂	Mano de obra:			
	- Aseo y desinfección.	15 minutos	41.6	625
	- Alistamiento de equipos y utensilios.	5 minutos	41.6	208
		20 minutos	41.6	833
	- Pesaje.	450 minutos	41.6	18750
	- Alimentación.	165 minutos	41.6	6875
	- Sacrificio.	2 meses	3500	7000
	Agua y luz	2 meses	1500	3000
	Arrendamiento	12 animales	1200	14400
	Aves	-	-	4000
	Medicamentos	77.596 Kg	1189	92292
	Alimento	-	-	1500
	Otros			
Total				149483
T ₃	Mano de obra:			
	- Aseo y desinfección.	15 minutos	41.6	625
	- Alistamiento de equipos y utensilios.	5 minutos	41.6	208
		20 minutos	41.6	833
	- Pesaje.	450 minutos	41.6	18750
	- Alimentación.	165 minutos	41.6	6875
	- Sacrificio.	2 meses	3500	7000
	Agua y luz	2 meses	1500	3000
	Arrendamiento	12 animales	1200	14400
	Aves	-	-	4000
	Medicamentos	79.268 Kg	1134	89916
	Alimento	-	-	1500
	Otros			
Total				147107

Los costos de alimentación se determinaron teniendo en cuenta el valor del kilogramo de cada materia prima empleada y de concentrado comercial, así mismo se tuvo en cuenta el nivel de inclusión de las mismas en cada tratamiento y para cada fase (anexo E).

Tomando como base los costos de alimentación y los costos totales de producción, se halló el porcentaje de representación del costo de alimento en los costos totales de producción, como se muestra en el cuadro 21.

Se observó que el porcentaje máximo obtenido fue para el tratamiento testigo T₀, 65.9% y el porcentaje mínimo fue de 61.1% para el tratamiento con mayor inclusión de chachafruto (*Erythrina edulis*), T₃.

Cuadro 21. Porcentaje de representación del costo de alimentación en costos totales de producción en pollos engorde alimentados con la dieta, en un periodo de 60 días

Tratamiento	(%)
T ₀	65.9
T ₁	62.6
T ₂	61.7
T ₃	61.1

Determinación del costo de producción de un kilogramo de canal, mediante la inclusión en diferentes niveles, de chachafruto (*Erythrina edulis*) en la alimentación convencional de pollos de engorde: Se determinó teniendo en cuenta el costo de producción por un ave y el peso obtenido en canal (cuadro 22).

Cuadro 22. Costo de producción de un kilogramo de canal, mediante la inclusión en diferentes niveles, de chachafruto (*Erythrina edulis*) en la alimentación convencional de pollos de engorde

Tratamiento	Costo de producción de un kg de canal
T ₀	5963.1
T ₁	6118
T ₂	6107.2
T ₃	6203.2

6.5.2 Ingresos totales obtenidos. Para determinar esta variable se tuvo en cuenta el peso obtenido en canal y el costo de un kilogramo de la misma en el mercado. Dando un valor agregado por concepto de las menudencias, así mismo se dio un valor agregado a las canales obtenidas de los tratamientos 1,2 y 3, adjudicando a las mismas la característica conocida comúnmente en el medio, como semi-criollo, ya que además de emplear para su alimentación concentrado comercial se emplearon materias primas orgánicas, en especial el chachafruto que no se sometió a procedimientos químicos, por otra parte se pudo observar a simple vista que las materias primas empleadas generan pigmentación en la canal (figura 16 y cuadro 23).

Figura 16. Pigmentación obtenida en la canal cuyos tratamientos tuvieron diferentes niveles de inclusión de chachafruto (*Erythrina edulis*), comparado con el tratamiento testigo.



Cuadro 23. Ingresos totales obtenidos en la producción de pollos engorde alimentados con la dieta, en un periodo de 60 días

Tratamiento	Peso canal (Kg)	Valor de menudencia (\$)	Valor de venta kg (\$)	Ingresos totales (\$)
T ₀	28.164	6000	7000	203150
T ₁	25.051	6000	9600	246500
T ₂	24.477	6000	9600	241000
T ₃	23.714	6000	9600	233700

6.5.3 Utilidad neta. Para determinar la utilidad neta se halló la diferencia entre el ingreso total y el costo total de producción cuadro 24.

Cuadro 24. Utilidad neta obtenida en la producción de pollos engorde alimentados con la dieta, en un periodo de 60 días

Tratamiento	Utilidad neta (\$)
T ₀	35189
T ₁	93235
T ₂	91517
T ₃	86593

6.5.4 Rentabilidad. Para su determinación se empleó el valor obtenido de utilidad neta dividido en el costo total de producción, luego se multiplicó por 100. Los resultados se muestran en el cuadro 25.

Cuadro 25. Rentabilidad obtenida en la producción de pollos engorde alimentados con la dieta, en un periodo de 60 días

Tratamiento	Rentabilidad (%)
T ₀	20.9
T ₁	60.8
T ₂	61.2
T ₃	58.8

Observando las rentabilidades obtenidas de los diferentes tratamientos se puede establecer que al producir pollo de engorde en un periodo de 60 días empleando en su alimentación únicamente concentrado comercial (T_0), dicha rentabilidad será mínima, comparada con la obtenida al suplementar las dietas con materias primas de gran valor proteico, económicas y de fácil consecución en el medio, como se hizo en los tratamientos 1, 2 y 3. Ya que además de minimizar los costos totales de producción generan un aspecto llamativo y agradable en la canal, generándose un valor agregado para la misma, lo que incrementa los ingresos en la producción.

8. CONCLUSIONES

El consumo de alimento es un factor importante que determina la cantidad de nutrientes que el ave obtiene de la dieta. El valor nutricional de la misma influye sobre el nivel de producción de carne en pollos de engorde, por lo que se hace necesario analizar este factor y brindar al animal el tipo de alimentación adecuada y de buena calidad nutricional para cada fase de crecimiento.

La inclusión de chachafruto (*Erythrina Edulis*) para la formulación de raciones para pollo de engorde, es una alternativa de bajo costo, que presenta un buen nivel de aceptación por parte de las aves.

Al evaluar el efecto de suministrar raciones con inclusión de Chachafruto (*Erythrina Edulis*) en diferentes niveles, sobre el comportamiento productivo en pollos de engorde se determinó que los niveles de incorporación estudiados presentaron efecto significativo sobre las variables ganancia de peso y consumo alimenticio.

Los pollos alimentados con el nivel más alto de inclusión de chachafruto ($T_3 = 44.48\%$) presentaron el mayor consumo de alimento 109.94gr y la menor ganancia de peso 44.24gr, lo que se atribuye principalmente al nivel de digestibilidad de la materia prima, la cual es cercana al 60%, esto quiere decir que al existir un valor bajo de digestibilidad las aves deben consumir más alimento para cubrir sus necesidades de mantenimiento y producción.

Los tratamientos evaluados mostraron respuesta favorable a la inclusión de chachafruto, obteniendo buenas ganancias de peso y conversiones alimenticias. Lo que se comprobó al compararlas con la dieta testigo en la que se empleó únicamente concentrado comercial.

Teniendo en cuenta el análisis económico se puede deducir que al incluir chachafruto se obtiene un buen margen de rentabilidad.

Es posible minimizar costos de alimentación en las producciones avícolas, mediante la inclusión de materias primas no convencionales de elevado valor proteico.

Al alimentar las aves con inclusión parcial de chachafruto en su dieta diaria se obtuvo un grado de pigmentación en la canal lo que permitió dar un valor agregado a la misma, esto se tradujo en la obtención de una mayor ganancia o rentabilidad.

9. RECOMENDACIONES

Para obtener un mayor grado de aceptabilidad, por parte de las aves, sobre la inclusión parcial de materias primas no convencionales en sus dietas, se recomienda triturar el alimento concentrado o en su defecto realizar un pelletizado de las materias primas para obtener el mismo tamaño de partículas, lo que evitará la escogencia de las mismas.

Se recomienda la inclusión máxima de chachafruto de 32.05%, tal como se manejó en el tratamiento 2 de esta investigación; habiendo obtenido resultados favorables en cuanto a consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rentabilidad.

Con respecto a la técnica de deshidratación del chachafruto (*Erythrina Edulis*) se recomienda emplear la de deshidratación solar, siendo menos dispendiosa, requiriendo menos tiempo y evitando elevados niveles de desnaturalización de la proteína.

En la actualidad se emplean enzimas rutinariamente en las dietas avícolas, para mejorar la digestibilidad de los ingredientes empleados, técnica que se podría implementar para mejorar la digestibilidad de la materia prima principal (chachafruto (*Erythrina Edulis*)) empleadas en el presente estudio

BIBLIOGRAFÍA

ACERO DUARTE, Luis Enrique. Guía para el cultivo y aprovechamiento del chachafruto o balu *Erythrina edulis* [online]. Bogotá: Convenio Andrés Bello, 57p. [Consultado Febrero 2013] Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/74623874/chachafruto-arbol-milagroso>

ADMINISTRACIÓN MUNICIPIO DE MÁLAGA (2003). Diagnóstico Ambiental del Clima Málaga, Santander - CDIM [online]. Málaga: Esquema de Ordenamiento Territorial Municipal, E.O.T. [Consultado Julio 2014] Disponible en: [http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/eot-malaga-santander-2003-diagnóstico%20ambiental-clima-\(24%20pág%20-%20116%20kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/eot-malaga-santander-2003-diagnóstico%20ambiental-clima-(24%20pág%20-%20116%20kb).pdf)

AMADO ESCOBAR, David Fernando. Estudio de factibilidad para el montaje de la cadena productiva agroindustrial de productos ancestrales, como parte del programa de productividad regional del departamento del Cauca [online]. Bogotá D.C.: Escuela de Administración de Negocios-EAN Facultad de Posgrados Especialización en Gobierno y Gerencia Pública, Febrero 20 2012. 71p. [Consultado Febrero 2013]. Disponible en: <http://repository.ean.edu.co/bitstream/10882/1024/6/AmadoDavid2012.pdf>

ÁVILA PARRA, Eddy Janneth y SANTOS CÁRDENAS, Daniel. Evaluación de la inclusión de nacedero (*Trichantera gigantea*) en la alimentación de pollo de engorde. Tesis de grado Zootecnista. Málaga: Fundación Universitaria de García Rovira, Norte y Gutiérrez, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa de Zootecnia, 1995.

BARAJAS MURILLO, Henry. Evaluación de diferentes niveles de harina de yuca mezclada con fuentes proteicas para pollo de engorde. Tesis de grado Zootecnista. Málaga: Fundación Universitaria de García Rovira, Norte y Gutiérrez, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa de Zootecnia, 1995

CASAMACHIN F, Mary Luz y ORTIZ, Diego (2007). Evaluación de tres niveles de inclusión de morera (*Morus alba*) en alimento para pollos de engorde [online]. Tesis de grado. Popayán: Universidad del Cauca, Programa Agrozootecnia. [Consultado mayo 2014]. Disponible en: <http://www.unicauca.edu.co/biotecnologia/ediciones/vol5/7.pdf>

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA DANE (2013). Boletín mensual Insumos y Factores asociados a la Producción Agropecuaria [online]. Bogotá: DANE. [Consultado Julio 2014]. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_enero_2013.pdf

DIAZ, FELIX E. Pequeño manual del chachafruto [online]. [Consultado julio 2014]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/80043726/6251853-Pequeño-Manual-Del-Chachafruto>

DIAZ FLÓREZ, Luis Antonio. Plan de desarrollo Málaga 2012 – 2015: Málaga de todos y para todos [online]. Málaga: Administración Municipal, 2012. 267p. [consultado febrero 2013]. Disponible en: http://malaga-santander.gov.co/apc-aa-files/64663833353338643530316634_393535/plan-de-desarrollo-mayo-ltimo.pdf

GONZÁLEZ SERRANO, Ignacio. Utilización del matarratón (*Gliricidia sepium*) como complemento en el concentrado para pollo de engorde. Tesis de grado Zootecnista. Málaga: Fundación Universitaria de García Rovira, Norte y Gutiérrez, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa de Zootecnia, 1990

GUTIÉRREZ URREA, Guillermo León et. al. Estrategia Competitiva y Sostenible de la Industria Avícola en Santander [online]. Bucaramanga: Cámara de comercio, 2010. 124p. [Consultado Febrero 2013] Disponible en: http://pac.caf.com/upload/pdfs/Libro_Proyecto_Avicola.pdf

HIGUERA RAMOS, Héctor Julio. Evaluación de una dieta a base de hígado, Azolla s.p, maíz y aceite avícola en la alimentación de pollo de engorde. Tesis de grado Zootecnista. Málaga: Universidad Industrial de Santander, Programa de Zootecnia, 1999.

MOJICA PIMIENTO, Amilcar y PAREDES VEGA, Joaquín. Características del sector avícola colombiano y su reciente evolución en el Departamento de Santander [online]. Bucaramanga: Banco de la República Centro Regional de estudios económicos, 2005. 26p. [Consultado Febrero, 2013]. Disponible en: http://www.banrep.gov.co/documentos/publicaciones/regional/ESER/Bucaramanga/2005_agosto.pdf

MORAN ROBLES, Jorge Alfredo. Evaluación del Efecto de la Harina de Ramio en la Alimentación Avícola [online]. Tesis de grado Ingeniero Agropecuario. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral Guayaquil; Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, 2009. [Consultado mayo 2014]. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6488/1/Evaluaci%C3%B3n%20del%20Efecto%20de%20la%20Harina%20de%20Ramio%20en%20la%20Alimentaci%C3%B3n%20Av%C3%ADcola.PDF>

PAZ CAMPO, Esneyder; ROCHA CHAVEZ, Ananias y TORRES PAZ, Olmes Arlex. Evaluación de la sustitución de proteína de torta de soya, por harina de chachafruto *Erythrina edulis* en la alimentación de pollos de engorde [online]. Tesis de grado Zootecnista. Popayán, UNAD: Escuela de Ciencias Agrícolas, pecuarias y del medio ambiente, Programa de Zootecnia, 2007. [Consultado

febrero 2012]. Disponible en: <http://repository.unad.edu.co/bitstream/10594/923/5/2007-05-03P-0014.pdf>

PRODUCTORA NACIONAL AVICOLA S.A. Manual de manejo del pollo de engorde ross [online]. Buga, Valle: PRONAVICOLA, 2009, 17p. [Consultado febrero 2013]. Disponible en: <http://www.pronavicola.com/contenido/manual-cobb-ross>

RANGEL ORTIZ, Edgar Sady y SANDOVAL, Edgar David. Elaboración de concentrado y su evaluación en pollo de engorde. Tesis de grado Zootecnista. Málaga: Fundación Universitaria de García Rovira, Norte y Gutiérrez, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa de Zootecnia, 1993.

QUINTERO CASTAÑO, Víctor Dumar; LUCAS AGUIRRE, Juan Carlos y ÁLZATE CARVAJAL, Erika Natalia. Determinación de las propiedades térmicas y composicionales de la harina y almidón de chachafruto [online]. Armenia: INGENIUM Revista de la Facultad de Ingeniería • Año 14 • n.º 28, Julio - Diciembre de 2013. [Consultado mayo 2014]. Disponible en: <https://usbog.edu.co/revistas-datos/journals/4/articles/528/submission/original/528-1640-1-SM.pdf>

TOLOZA HERNÁNDEZ, Feliciano y GARCÍA RANGEL, Helio. Utilización del contenido ruminal y pollinaza como alternativa alimenticia en pollo de engorde, en la Finca agroecológica el roble municipio de Concepción. Tesis de grado Zootecnista. Málaga: Universidad Industrial de Santander, Programa de Zootecnia, 2006.

TROMPIZ, Jacqueline et al. Efecto de raciones con harina de follaje de yuca sobre el comportamiento productivo en pollos de engorde. Rev. Cient. (Maracaibo) [online]. 2007, vol.17, n.2 [citado 2014-05-13], pp. 143-149. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592007000200007&lng=es&nrm=iso. ISSN 0798-2259.

ANEXOS

Anexo A. Análisis bromatológico



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
CICTA- Laboratorio de Alimentos

Piedecuesta, Septiembre 03 de 2013

Ingeniera:
LINA OVIEDO

Respetada Lina:

Adjunto me permito remitirle los resultados de las muestras mencionadas a continuación enviada para su análisis:

M345-13 Harina de chachafruto deshidratada a la sombra

M346-13 Harina de Chachafruto deshidratada al sol

M347-13 Harina de Chachafruto deshidratada en Horno

Le solicito tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los reportes de resultados debidamente firmados constituyen el único documento válido.
 - El laboratorio conserva copia del informe de resultados por un periodo de diez años; si usted requiere una copia durante este periodo, puede solicitarlo por escrito.
 - Si tiene observaciones sobre los resultados o el servicio, cordialmente le solicitamos se sirva informarnos por escrito a través del correo electrónico cicta@uis.edu.co o del fax 6550804, en un plazo de quince días calendario después de haber sido recibido el reporte de resultados. **"Es política del Laboratorio de Alimentos valorar positivamente las quejas de los clientes y utilizarlas como herramienta para fortalecer los procesos de mejoramiento. Para ello, ha dispuesto de canales adecuados de comunicación a través de los cuales el cliente puede expresar su queja. Nuestro personal está formado para atender y resolver las quejas de manera eficiente, garantizando confidencialidad durante el proceso, sin perjudicar la imparcialidad. El Laboratorio de Alimentos realiza el seguimiento de la queja y la percepción final del cliente para su satisfacción y para el mejoramiento del sistema"**
- Adjunto le envío una encuesta para que evalúen nuestro servicio, le agradecemos de antemano la atención que nos presten para su ejecución.


Cualquier inquietud no duden en contactarnos, con gusto los atenderemos.

Cordialmente,

Janeth Aidé Perea Villamil
Química, MSc, Doctora en Química.
Director(a) Técnico
CICTA- Laboratorio de Alimentos

Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos
Km 2, Vía al Refugio, Sede UIS - Guatiguará, Piedecuesta, Santander
Teléfono: 6 55 08 04
cicta@uis.edu.co



	LABORATORIO DE ALIMENTOS -CICTA-	INFORME DE ENSAYO	FOITIE.01
			Versión: 01
			Página 1 de 3

INFORME DE ENSAYO

Número: 332-13

FECHA: Septiembre 2 de 2013
NOMBRE/EMPRESA: Lina Oviedo
DIRECCIÓN: Calle 14 # 11-41 Málaga
TELÉFONO: 3118819590

CÓDIGO DE LA MUESTRA: M347-13
PRODUCTO: Harina de Chachafruto Deshidratada en Hojito

FECHA DE RECEPCIÓN: Agosto 8 de 2013
REALIZACIÓN DEL ANÁLISIS: Agosto 28 a Agosto 30 de 2013

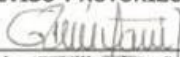
DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS:

1. La proteína fue analizada por el método de Kjeldahl que consiste en la determinación de nitrógeno total y posterior conversión a proteína siguiendo la metodología descrita en la norma internacional AOAC 920.87 18th Edición ("Protein (Total) in Flour").
2. La determinación de grasa se realizó por extracción con solvente en equipo Soxhlet siguiendo la norma internacional AOAC 920.85 18th Edición ("Fat (Crude) or Ether Extract in Flour").
3. La fibra cruda se llevó a cabo siguiendo la norma internacional AOAC 930.20 18th Edición mediante una hidrólisis básica y ácida a la muestra y posteriormente pesando el residuo restante a las dos hidrólisis.

TABLA 1. RESULTADOS ANÁLISIS FISCOQUÍMICO M347-13

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO DE ANÁLISIS
Grasa	%	0,67	AOAC 920.85 18th Edición - Extracción por Soxhlet
Proteína	%	15,50	AOAC 920.87 18th Edición - Kjeldahl
Fibra cruda	%	4,06	AOAC 930.20 - Gravimétrico


REVISÓ Y AUTORIZÓ


Arley R. Villamizar J.
Químico PQ2839
 (E) Director Técnico

NOTA: ESTE INFORME DE RESULTADOS CORRESPONDE ÚNICAMENTE A LA MUESTRA ANALIZADA, NO PUEDE SER NI PARCIAL NI TOTALMENTE REPRODUCIDO SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO

Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos
 Km 2, Vía al Refugio, Sede UIS - Guatiguará, Piedecuesta, Santander
 Telefax: 6 55 08 04
cicta@uis.edu.co



	LABORATORIO DE ALIMENTOS -CICTA-	INFORME DE ENSAYO	FOITIE.01
			Versión: 01
			Página 1 de 3

INFORME DE ENSAYO

Número: 331-13

FECHA: Septiembre 2 de 2013
NOMBRE/EMPRESA: Lina Oviedo
DIRECCIÓN: Calle 14 # 11-41 Málaga
TELÉFONO: 3118819590

CÓDIGO DE LA MUESTRA: M346-13
PRODUCTO: Harina de Chachafruto Deshidratada al Sol
FECHA DE RECEPCIÓN: Agosto 8 de 2013
REALIZACIÓN DEL ANÁLISIS: Agosto 28 a Agosto 30 de 2013

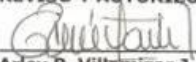
DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS:

1. La proteína fue analizada por el método de Kjeldahl que consiste en la determinación de nitrógeno total y posterior conversión a proteína siguiendo la metodología descrita en la norma internacional AOAC 920.87 18th Edición ("Protein (Total) in Flour").
2. La determinación de grasa se realizó por extracción con solvente en equipo Soxhlet siguiendo la norma Internacional AOAC 920.85 18th Edición ("Fat (Crude) or Ether Extract in Flour").
3. La fibra cruda se llevó a cabo siguiendo la norma internacional AOAC 930.20 18th Edición mediante una hidrólisis básica y ácida a la muestra y posteriormente pesando el residuo restante a las dos hidrólisis.

TABLA 1. RESULTADOS ANÁLISIS FISCOQUÍMICO M346-13

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO DE ANÁLISIS
Grasa	%	0,34	AOAC 920.85 18th Edición - Extracción por Soxhlet
Proteína	%	16,66	AOAC 920.87 18th Edición - Kjeldahl
Fibra cruda	%	4,06	AOAC 930.20 - Gravimétrico


REVISÓ Y AUTORIZÓ


Arley R. Viltamizar J.
Químico PQ2839
(E) Director Técnico

NOTA: ESTE INFORME DE RESULTADOS CORRESPONDE ÚNICAMENTE A LA MUESTRA ANALIZADA, NO PUEDE SER NI PARCIAL NI TOTALMENTE REPRODUCIDO SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO.

Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos
Km 2, Vía al Refugio, Sede UIS - Guatimar, Piedecuesta, Santander
Telefax: 6 55 08 04
cicta@uis.edu.co



	LABORATORIO DE ALIMENTOS -CICTA-	INFORME DE ENSAYO	FOITIE.01
			Versión: 01
			Página 1 de 3

INFORME DE ENSAYO

Número: 330-13

FECHA: Septiembre 2 de 2013
NOMBRE/EMPRESA: Lina Oviedo
DIRECCIÓN: Calle 14 # 11-41 Málaga
TELÉFONO: 3118819590

CÓDIGO DE LA MUESTRA: M345-13
PRODUCTO: Harina de Chachafruta Deshidratada a la sombra
FECHA DE RECEPCIÓN: Agosto 8 de 2013
REALIZACIÓN DEL ANÁLISIS: Agosto 28 a Agosto 30 de 2013

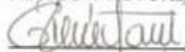
DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS:

1. La proteína fue analizada por el método de Kjeldahl que consiste en la determinación de nitrógeno total y posterior conversión a proteína siguiendo la metodología descrita en la norma internacional AOAC 920.87 18th Edición ("Protein (Total) in Flour").
2. La determinación de grasa se realizó por extracción con solvente en equipo Soxhlet siguiendo la norma Internacional AOAC 920.85 18th Edición ("Fat (Crude) or Ether Extract in Flour").
3. La fibra cruda se llevó a cabo siguiendo la norma internacional AOAC 930.20 18th Edición mediante una hidrólisis básica y ácida a la muestra y posteriormente pesando el residuo restante a las dos hidrólisis.

TABLA 1. RESULTADOS ANÁLISIS FISICOQUÍMICO M345-13

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO DE ANÁLISIS
Grasa	%	0,60	AOAC 920.85 18th Edición - Extracción por Soxhlet
Proteína	%	16,41	AOAC 920.87 18th Edición - Kjeldahl
Fibra cruda	%	3,75	AOAC 930.20 - Gravimétrico

REVISÓ Y AUTORIZÓ



Arley R. Villamizar J.

Químico PQ2839

(E) Director Técnico

NOTA: ESTE INFORME DE RESULTADOS CORRESPONDE ÚNICAMENTE A LA MUESTRA ANALIZADA, NO PUEDE SER NI PARCIAL NI TOTALMENTE REPRODUCIDO SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO

**Anexo B. Consumo de alimento diario para pollo de engorde con
alimentación restringida- Solla S.A**

Clima frío altitud 1600 a 2290 msnm

Días → Semanas ↓	1	2	3	4	5	6	7	Total semana	Promedio semana	Acumulado
1	9	10	12	14	18	22	24	109	15.57	109
2	27	30	33	36	39	42	45	252	36.00	361
3	47	54	59	63	66	69	72	430	61.43	791
4	75	79	83	86	89	95	100	607	86.71	1398
5	115	120	125	130	135	140	145	910	130.00	2308
6	150	155	160	165	170	175	180	1155	165.00	3463
7	180	180	180	180	185	185	185	1275	182.14	4738
8	185	190	195	200	200	205	205	1380	197.14	6118
9	210	210	215	215	-	-	-	850	212.5	6968

Anexo C. Balanceo de la ración empleando diferentes niveles de inclusión de la dieta, para la alimentación de pollos de engorde en un periodo de sesenta días

Fase 1 o fase de inicio: Del día 1 al día 30

MP	Cantidad			Aporte de proteína (%)						Aporte de fibra (%)						Aporte de energía (Kcal/Kg)					
	T1	T2	T3	T1		T2		T3		T1		T2		T3		T1		T2		T3	
				MP	R	MP	R	MP	R	MP	R	MP	R	MP	R	MP	R	MP	R	MP	R
Concentrado	65.19	44.75	25.83	20	13	20	8.95	20	5.16	5	3.2	5	2.23	5	1.3	2985	1945.9	2985	1335.7	2985	771.02
Chachafruto	18.6	31.32	43.05	17	3.16	17	5.3	17	7.3	4	0.7	4	1.25	4	1.72	2304.6	428.6	2304.6	721.8	2304.6	992.13
Maíz	9.3	13.42	17.22	10	0.93	10	1.34	10	1.7	3.3	0.3	3.3	0.44	3.3	0.6	3825	355.7	3825	513.3	3825	658.66
Soya	6.87	10.5	13.9	41.7	2.86	41.7	4.37	41.7	5.8	6	0.4	6	0.63	6	0.83	4140	284.4	4140	434.7	4140	575.46
Total aporte materia prima				19.9		19.96		19.9		4.6		4.55		4.4		3014.6		3005.5		2997.2	
Requerimiento				20		20		20		5		5		5		2985		2985		2985	

Fase 2 o fase de levante: Del día 31 al día 50

MP	Cantidad			Aporte de proteína (%)						Aporte de fibra (%)						Aporte de energía (Kcal/Kg)					
	T1	T2	T3	T1		T2		T3		T1		T2		T3		T1		T2		T3	
				MP	R	MP	R	MP	R	MP	R	MP	R	MP	R	MP	R	MP	R	MP	R
Concentrado	66.15	45.85	26.7	19	12.56	19	8.71	19	5.07	5	3.30	5	2.29	5	1.33	3100	2050.65	3100	1421.35	3100	827.7
Chachafruto	18.9	32	44.5	17	3.21	17	5.44	17	7.56	4	0.75	4	1.28	4	1.78	2304.6	435.56	2304.6	737.47	2304.6	1025.54
Maíz	9.45	13.75	17.8	10	0.94	10	1.37	10	1.78	3.3	0.31	3.3	0.45	3.3	0.58	3825	361.46	3825	524.02	3825	680.85
Soya	5.5	8.3	11	41.7	2.29	41.7	3.46	41.7	4.58	6	0.33	6	0.49	6	0.66	4140	227.7	4140	343.62	4140	455.4
Total aporte materia prima				19		18.98		18.99		4.69		4.51		4.35		3075.37		3026.46		2989.49	
Requerimiento				19		19		19		5		5		5		3100		3100		3100	

Fase 3 o fase de ceba: Del día 51 al día 60

MP	Cantidad			Aporte de proteína (%)						Aporte de fibra (%)						Aporte de energía (Kcal/Kg)					
	T1	T2	T3	T1		T2		T3		T1		T2		T3		T1		T2		T3	
				MP	R	MP	R	MP	R	MP	R	MP	R	MP	R	MP	R	MP	R	MP	R
Concentrado	67.13	46.9	27.54	18	12.08	18	8.44	18	4.95	5	3.35	5	2.34	5	1.37	3150	2114.59	3150	1477.35	3150	867.51
Chachafruto	19.18	32.83	45.9	17	3.26	17	5.58	17	7.80	4	0.76	4	1.31	4	1.83	2304.6	442.02	2304.6	756.60	2304.6	1057.81
Maiz	9.59	14.07	18.36	10	0.95	10	1.40	10	1.83	3.3	0.31	3.3	0.46	3.3	0.60	3825	366.81	3825	538.17	3825	702.27
Soya	4.1	6.2	8.2	41.7	1.70	41.7	2.58	41.7	3.41	6	0.24	6	0.37	6	0.49	4140	169.74	4140	256.68	4140	339.48
Total aporte materia prima				17.99		18		17.99		4.66		4.48		4.29		3093.16		3028.8		2967.07	
Requerimiento				18		18		18		5		5		5		3150		3150		3150	

MP: Materia Prima - R: Ración

Anexo D. Manejo de la temperatura ambiente dentro del galpón- Solla S.A

Semana	Promedio de Temperatura °C
1	30-32
2	26-28
3	24-26
4	20-22
5 en adelante	Temperatura ambiente

Anexo E. Determinación del costo de un kilogramo (1kg) de alimento con diferentes niveles de inclusión de las materias primas.

Tratamiento	Materia Prima	Fase 1		Fase 2		Fase 3	
		Cant. (gr)	Valor (\$)	Cant. (gr)	Valor (\$)	Cant. (gr)	Valor (\$)
T1	Concentrado	651.9	863.7	661.5	876.4	671.3	889.4
	Chachafruto	186	130.2	189	132.3	191.8	134.2
	Maíz	93	109.2	94.5	111	95.9	112.6
	Soya	68.7	164.8	55	132	41	98.4
Total		1000 gr	\$1268	1000 gr	\$1252	1000 gr	\$1235
T2	Concentrado	447.5	592.9	458.5	607.5	469	621.4
	Chachafruto	313.2	219.2	320	224	328.3	229.8
	Maíz	134.2	157.6	137.5	161.5	140.7	165.3
	Soya	105	252	83	199.2	62	148.8
Total		1000 gr	\$1222	1000 gr	\$1192	1000 gr	\$1165
T3	Concentrado	258.3	342.2	267	353.7	275.4	364.9
	Chachafruto	430.5	301.3	445	311.5	459	321.3
	Maíz	172.2	202.3	178	209.1	183.6	215.7
	Soya	139	333.6	110	264	82	196.8
Total		1000 gr	\$1179	1000 gr	\$1138	1000 gr	\$1099