

PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE POLLO DE ENGORDE UTILIZANDO FORRAJE VERDE
HIDROPÓNICO A BASE DE AVENA (*Avena sativa L.*) EN EL MUNICIPIO DE SACHICA
BOYACÁ.



ANA VICTORIA SÁENZ BOHÓRQUEZ

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA-UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
TUNJA
2018

PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE POLLO DE ENGORDE UTILIZANDO FORRAJE VERDE
HIDROPÓNICO A BASE DE AVENA (*Avena sativa L.*) EN EL MUNICIPIO DE SACHICA
BOYACÁ.



ANA VICTORIA SÁENZ BOHÓRQUEZ

Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de Zootecnista

Universidad Nacional
Abierta y a Distancia

Director:

Edwin Manuel Páez Barón, MVZ, Esp., MSc., Dt.

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA-UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
PROGRAMA DE ZOOTECNIA

TUNJA

2018

Resumen

El PIB del sector agropecuario ha crecido a una tasa promedio anual de 1.4% en comparación con 2.60% en los ochenta y 4.57% en los setenta; incluso presento años de crecimiento negativo (1992 y 1997) así mismo, la participación del sector dentro del producto total cayó durante el mismo periodo de 22% a 18%. Una de las principales causas para esta tendencia está situada en la falta de adopción de nuevas tecnologías para la competitividad, y esto sumado a las condiciones de adversidad climática que se están presentando en los últimos tiempos, altos costos de los concentrados comerciales (que representan hasta el 80% de los costos de producción de pollos para engorde) y bajo precio del producto final (kilo en canal de carne de pollo) hacen que el hombre tenga que buscar nuevas alternativas para la alimentación animal, mediante la utilización de algunas técnicas que le permitan reducir costos y aumentar la rentabilidad manteniendo la calidad alimenticia de los animales en producción.

Según el Plan de Desarrollo Municipal del municipio de Sáchica, el 90% de la afluencia de turistas que tiene el municipio, corresponde al turismo gastronómico, estando los restaurantes de gallina y pollo campesino como el principal atractivo del pueblo.

Se sacrifican entre 200 y 1000 aves semanales (según temporada), y además se proyecta la venta de pollo en canal, como un aporte importante para el desarrollo económico rural del municipio.

De acuerdo a él gran potencial para el desarrollo económico campesino del municipio de Sáchica que representa el engorde de pollos, y teniendo en cuenta las condiciones negativas del entorno para la producción convencional de ceba de aves, se trabajara con una suplementación alimentaria no convencional como es la utilización de la avena (avena sativa l.) para producir forraje verde hidropónico (FVH) bajo condiciones de invernadero,

Con el presente trabajo se evaluó el peso total a 45 días de los pollos vivos y en canal, (tomando mediciones cada semana), conversión alimenticia, y la relación costo beneficio al incorporar forraje verde hidropónico en la alimentación diaria de los pollos para engorde. Partiendo del principio de conversión de 1 kilo de semilla de avena que en la actualidad costa 1500 pesos puesta en el municipio, para obtener un estimado de 6 kilos de FVH, como producto final para suministrarle a las aves.

Los datos obtenidos en los diferentes tratamientos T0 (100% concentrado comercial), T1 (75% concentrado comercial más 25% de FVH), T2 (50% concentrado comercial más 50% de FVH), T3 (25% de concentrado comercial más 75% de FVH) y T4 (100% FVH) muestran que a medida que aumenta en la dieta la incorporación de FVH y disminuye la porción de concentrado comercial, se afecta directamente los parámetros evaluados, (ganancia de peso, conversión alimenticia, rendimiento en canal, y relación costo beneficio), concluyendo que el porcentaje óptimo para la incorporación de FVH en la dieta alimenticia corresponde al 25%, alcanzando un peso adecuado para la venta en el tiempo estipulado (45 días) y de esta forma disminuyendo en un 21,1% el costo en la alimentación de las aves, ratificando estudios previos (Miranda, Benezra y Colmenares, 2002; Havenstein *et al.*,1994).

Palabras claves.

Ganancia de peso, forraje verde hidropónico (FVH), conversión alimenticia.

Abstract

The GDP of the agricultural sector has grown at an average annual rate of 1.4% compared to 2.60% in the 1980s and 4.57% in the 1970s; I even presented years of negative growth (1992 and 1997), as well, the participation of the sector within the total product fell during the same period from 22% to 18%. One of the main causes for this trend is located in the lack of adoption of new technologies for competitiveness, and this added to the conditions of adverse weather that are occurring in recent times, high costs of commercial concentrates (representing up to 80% of the costs of production of broiler chickens) and low price of the final product (kilo in carcass of chicken meat) make that man has to look for new alternatives for animal feeding, by means of the use of some techniques that allow to reduce costs and increase profitability while maintaining the nutritional quality of the products in production.

According to the Municipal Development Plan of the municipality of Sachica, 90% of the influx of tourists that has the municipality, corresponds to gastronomic tourism, being the chicken and chicken chicken restaurants as the main attraction of the town.

Between 200 and 1000 birds per week are slaughtered (depending on the season), and the sale of chicken in the canal is also projected, as an important contribution for the rural economic development of the municipality.

According to him great potential for the economic development of the municipality of Sachica that represents the fattening of chickens, and taking into account the negative environmental conditions

for the conventional production of bird fattening, will work with an unconventional food supplementation as is the use of oats (*avena sativa* L.) to produce hydroponic green fodder (FVH) under greenhouse conditions,

With this work we evaluated the total weight at 45 days of the live and carcass chickens, (taking measurements every week), feed conversion, and the cost-benefit ratio by incorporating hydroponic green forage in the daily feed of the chickens for fattening. Starting from the conversion principle of 1 kilo of oat seed that currently costs 1500 pesos put into the municipality, to obtain an estimated 6 kilos of FVH, as a final product to supply the birds.

The data obtained in the different treatments T0 (100% commercial concentrate), T1 (75% commercial concentrate plus 25% FVH), T2 (50% commercial concentrate plus 50% FVH), T3 (25% commercial concentrate plus 75 % of FVH) and T4 (100% FVH) show that as the FVH incorporation increases in the diet and the commercial concentrate portion decreases, the evaluated parameters are directly affected (weight gain, feed conversion, channel yield). , and cost benefit ratio), concluding that the optimal percentage for the incorporation of FVH in the diet corresponds to 25%, reaching an adequate weight for sale in the stipulated time (45 days) and thus decreasing by 21, 1% the cost in feeding the birds, ratifying previous studies (Miranda, Benezra y Colmenares, 2002; Havenstein *et al.*,1994).

Key words: Weight gain, hydroponic green forage (FVH), feed conversion.

Contenido

	Pág.
Introducción	11
1. Planteamiento del Problema.....	14
2. Justificación.....	16
3. Objetivo General	18
3.1 Objetivos Específicos.....	18
4. Estado del Arte	19
4.1 Alimentación de aves con forraje verde hidropónico.....	21
5. Marco Referencial	23
5.1 Marco Teórico	23
5.1.1 Hidroponía.....	23
5.1.2 Historia y evolución de la hidroponía.	23
5.1.3 Ventajas y Desventajas de los sistemas hidropónicos.....	26
5.1.4 Producción de forraje verde hidropónico	27
5.1.5 Requerimiento nutricional de los pollos de engorde.....	29
5.1.6 Producción de carne de pollo.	30
5.1.7 Producción de pollo en el mundo.	31
5.1.8 Producción de pollo en Colombia.	31
5.2 Marco Geográfico	31
5.2.1 Límites del municipio de Sáchica	32
6. Materiales y Metodología.....	33
6.1 Localización	33
6.2 Instalaciones	33
6.2.1 Equipos.....	33
6.2.2 Comederos.....	33
6.3 Distribución de las aves en el galpón	34
6.4 Tratamientos.....	34
6.5 Animales experimentales	34
6.6 Dietas experimentales.	34

6.6.1 Forraje verde hidropónico	34
6.6.2 Concentrado comercial.....	35
6.7 Medición de la ganancia de peso.....	35
6.8 Consumo de alimento.....	35
6.9 Factores o Índices Productivos.....	36
6.10 Análisis económico	37
6.11 Diseño experimental.....	39
6.12 Parámetros a evaluar	39
7. Resultados y Discusión	41
7.1 Análisis comparativo entre el valor nutritivo del FVH a base de avena vs tabla nutricional del concentrado comercial.....	41
7.1.1 Ganancia de peso semanal.....	42
7.2 Conversión alimenticia.....	50
7.2.1 Análisis de varianza	50
7.3 Análisis económico	58
Conclusiones	61
Referencias Bibliográficas	66

Lista de figuras

Figura 1. Ganancia de peso semanal, de pollos raza Broiler Gigante	44
Figura 2. Comparativo de la ganancia de peso de la dieta convencional T0 vs T1	45
Figura 3. Comparativo de la ganancia de peso de la dieta convencional T0 vs T2.	46
Figura 4. Comparativo de la ganancia de peso de la dieta convencional T0 vs T3	47
Figura 5. Comparativo de la ganancia de peso de la dieta convencional T0 vs T4	48
Figura 6. Ganancia de peso Final, de pollos raza Broiler Gigante.....	49
Figura 7. Conversión alimenticia	53
Figura 8. Comparativo de la conversión alimenticia de la dieta convencional T0 vs T4	54
Figura 9. Rendimiento en canal.....	55
Figura 10. Comparativo del rendimiento en canal de la dieta convencional T0 vs T4.....	56
Figura 11. Rendimiento en canal.....	57
Figura 12. Análisis Económico	58

Listado de tablas

Tabla 1. Valores del alimento concentrado	37
Tabla 2. Valor del kilogramo de FVH utilizado en el desarrollo del proyecto	38
Tabla 3. Diseño Experimental.	39
Tabla 4. Comparativo valor nutritivo.	41
Tabla 5. Prueba de homogeneidad.	42
Tabla 6. Comparaciones múltiples.	43
Tabla 7. Prueba de homogeneidad de varianza	51
Tabla 8. Anova.	51
Tabla 9. Comparaciones múltiples.	52

Introducción

Una de las principales necesidades fundamentales del hombre a través de su desarrollo evolutivo e histórico, ha sido la búsqueda de una adecuada producción de alimentos con el fin de suplir las necesidades de proteína animal de una población creciente.

La producción de pollos de engorde en granjas comerciales, cuenta actualmente con un alto grado de tecnificación y su alimentación se basa principalmente en el empleo de raciones balanceadas, lo que contribuye en el enorme grado de eficiencia que caracteriza a la industria avícola moderna (Carballo, 2000).

Normalmente, los pollos de engorde, tienen un ritmo de crecimiento y consumo de alimento dependientes de condiciones de clima templado. Sin embargo, en condiciones de exposición a bajas temperaturas, alimentar las aves con raciones pobres en energía, provocan que el incremento en el peso corporal o el aumento en la producción dependan de un mayor consumo de alimento.

Las divisiones con las que cuenta la zootecnia o la ciencia animal, se pueden categorizar en tres fases: a) Nutrición; b) alimentación; c) reproducción y mejoramiento genético, De estas, la referente a la nutrición es la de mayor importancia desde los puntos de vista cuantitativo y económico, ya que, si analizamos los costos derivados en el proceso de la producción pecuaria, se observa la relevancia que tiene esta fase. El éxito del proceso de nutrición pecuaria requiere conocer los requerimientos alimenticios de las aves y mamíferos que se explotan en granja.

La producción de un alimento de bajo costo se ha convertido en uno de los principales problemas, para la producción pecuaria. Los alimentos balanceados son altamente costosos, y en algunos de los casos, el productor tiene que ir a lugares lejanos para comprarlos y transportarlos.

Una de las soluciones que se deslumbran para este problema, puede ser el grano germinado, ya que éste lo pueden obtener los productores de sus propias cosechas y así aprovechar el grano dándole valor un agregado (Carballo, 2000).

Poco tiempo atrás, las actividades pecuarias se dirigían principalmente a la producción, en gran parte impulsadas por los mercados protegidos que tenían. La globalización que se está presentando en los mercados en competencia por atraer clientela, hace que productos como las carnes y otros de origen animal satisfagan ahora demandas específicas de los consumidores, lo que entra a revolucionar totalmente la producción ganadera y avicultura tal como las conocemos actualmente en nuestro entorno.

En países como Colombia, se deben buscar, e implementar alternativas para optimizar considerablemente la calidad del alimento. Dicha alternativa puede ser la producción de forraje verde hidropónico (FVH).

La implementación de la hidroponía como técnica de producción agrícola, ha intensificado la productividad de los cultivos; esta es una técnica que maneja un gran número de modalidades, pero que se caracteriza principalmente por suministrar al sistema radicular, agua y minerales, contando las plantas con el adecuado sistema de alimentación (Rodríguez, 2003).

El forraje verde hidropónico (FVH) es conocido como una técnica en la cual se produce biomasa vegetal que es obtenida a partir del desarrollo inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano. El FVH o “green fodder hydroponics” es un pienso o forraje vivo, que cuenta con una alta digestibilidad, calidad nutricional y es muy apto para la alimentación de los animales.

El FVH consiste básicamente en poner a germinar semillas (de cereales o de leguminosas) y su posterior desarrollo bajo condiciones controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia del suelo. Usualmente se utilizan semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo (Rodríguez, 2005).

En la fase que corresponde a la germinación de la semilla, se producen unas series de transformaciones del orden cualitativo y cuantitativo bastantes importantes.

El germen del embrión de la semilla, a partir del proceso de almacenamiento de la energía en la forma de carbohidratos y lípidos, tiene la capacidad de transformarse en un espacio de pocos días en una planta con la capacidad de adquirir energía del sol y tomar compuestos minerales de la solución nutritiva, para este estado la planta, tanto en su parte aérea como en la zona radicular está en un crecimiento rápido constituido por pocos contenidos de fibra y un gran contenido en proteína, parte de la cual está en estado de formación, por lo que la gran parte de los aminoácidos se encuentran en forma libre y son de fácil aprovechamiento por parte de los animales que la consumen (Carballo, 2000).

1. Planteamiento del Problema

El Municipio de Sáchica contaba con 2139 habitantes en el sector rural para el 2005, (DANE, 2005) sobre la década de los 90 contaba con 4500 habitantes rurales, (DANE, 2005), esta disminución de habitantes muestra como cada día se queda solo el campo sachiqueño, debido entre otros aspectos, a la falta de adopción de nuevas tecnologías de producción que permitan hacer frente a los problemas que presenta el sector agropecuario, entre los cuales se incluyen, la cada vez menor productividad del suelo debido a falta de lluvias, vientos fuertes y heladas que terminan por agotar las fuentes y reducen posibilidades alimenticias para la producción pecuaria.

Cabe destacar que, en la producción de pollos de engorde, y gallinas campesinas, la compra de alimentos balanceados comerciales (concentrados) ocupa un renglón muy importante en los costos de producción, representando este rubro hasta el 80% de los costos totales de producción, con lo cual los ingresos de los productores son cada vez más bajos, ya que la rentabilidad actual esta sobre el 5 al 10% redundando en una menor calidad de vida y atraso económico para esta región. (POT Sáchica, 2004).

En el caso de grandes productores, al mencionar algunos nombres como; Incubadora Santander, Pollos El Bucanero, Pollo Andino, Savicol, Avícola El Guamito, Operadora Avícola y Campollo trabajan para ponerse a tono con las necesidades del mercado.

En el marco del mercado actual, se evidencia un elevado nivel de competitividad, dejando sin posibilidad alguna a los pequeños productores locales que no adopten tecnologías alternativas que le permitan bajar sus costos de producción y dar al producto un plus diferencial o valor agregado, que lo haga más atractivo para el consumidor.

Dentro de este marco, es importante señalar que la cría y engorde de pollos requiere de una

alimentación balanceada que supla los requerimientos diarios necesarios para lograr una producción económicamente eficiente.

Los elevados costos de producción actuales, motivan la búsqueda de fuentes alternativas nutricionales en donde se pueda garantizar una adecuada nutrición, a bajo costo. Teniendo en cuenta que por las condiciones de topografía y áreas reducidas con las que cuentan los productores, (se catalogan como pequeños productores con capacidad de hasta 200 aves por unidad productiva) se hace relevante el aumento en la rentabilidad.

2. Justificación

Una de las principales limitantes en la explotación pecuaria de pollos de engorde es el elevado valor de los alimentos balanceados comerciales (60.000 pesos en promedio según la marca y puesto en el municipio de Sáchica), y teniendo en cuenta que un pollo consume alrededor de los 4 kilos de concentrado (6000 pesos), se tiene que este rubro representa hasta el 80% de los costos totales de producción, con un precio de venta en canal de 4233 pesos por kilo (CORABASTOS, 2017), lo anterior, hace necesario que se busque alternativas de alimentación que respondan en cantidad, calidad y precio a las exigencias nutricionales de este tipo de explotación, y que también reduzca los costos de producción, siendo el forraje verde hidropónico una buena alternativa para incorporar en este tipo de procesos, ya que el FVH es un alimento verde de alta palatabilidad y excelente valor nutritivo, para cualquier animal, con el cual se ha logrado en aves domésticas (pollos, gallinas, pavos, patos) sustituir entre un 40 – 75% de la dosis de la relación de concentrado comercial, (FAO, 2006). Hay que tener en cuenta que el proceso hidropónico necesario para la elaboración de FVH es rentable, económico y no necesita mano de obra especializada para su proceso, siendo esto una buena alternativa para la zona de Sáchica que se caracteriza por terrenos muy secos, donde escasean las fuentes de alimentos para las aves.

Se tiene como referencia que por cada kilo de avena que se germine se obtiene hasta 6 kilos de producto final para la alimentación de las aves, pasando así de 1200 pesos el kilo de avena (si se les suministra la sola semilla) más costos de producción estimados en un 30% más por kilo, siendo esto 1560 pesos el costo de los 7 kilos de producto final de forraje verde hidropónico.

En Colombia, el sector avícola, presentó un crecimiento en el 2017 de 4,4% al cierre del año y para el año 2018 se proyectó un avance superior a 5% para las industrias especializadas.

La producción de carne de pollo y huevo alcanzó un nuevo récord el año pasado. La primera

llegó a 1,47 millones de toneladas, mientras la segunda a los 12.800 millones de unidades. Esta producción conjunta vale alrededor de \$16,5 billones, (Federación Nacional de Avicultores, 2018)

Estas cifras ponen en evidencia un incremento en el consumo per cápita de estas dos proteínas. El año pasado cada colombiano consumió en promedio 31,5 kilos de carne de pollo y la proyección es que para 2017 esté alrededor de 32 kilos. En huevos el dato llegó a 272 unidades por persona y para este año podría ubicarse entre 275 y 280.

Tres regiones del país explican buena parte de este desempeño del sector: Santander, Valle y Norte del Cauca y la zona centro del país, las cuales representan, según Fenavi, cerca de 75% de la producción avícola nacional, esto sin desconocer el aporte de Antioquia, el Eje Cafetero y la Costa Caribe.

Solo Santander participa con 25% de la producción avícola nacional; es decir, 370.000 toneladas de carne al año y 2.900 millones de huevos.

Por su parte, Valle del Cauca y Cauca, que en los últimos años han ganado participación tras el fortalecimiento empresarial, registran los mayores crecimientos promedio anuales en la producción de carne de pollo (17,3%) y huevo (7,5%), entre 2013 y 2016, de acuerdo con datos de la Cámara de Comercio de Cali.

Esta panorámica, establece un alto nivel de competitividad en el sector avícola, dejando claro que el pequeño productor debe buscar las alternativas apropiadas para entrar a competir con un factor diferencial en el mercado local, las características organolépticas dadas al producto final, con la utilización del FVH, pueden brindar a los pequeños productores herramientas para entrar al mercado con un factor diferencial.

Con este trabajo se determinará si el uso de FVI a base de avena (*Avena Sativa L.*) constituye una alternativa nutricional y económicamente viable para la alimentación de pollos de engorde.

3. Objetivo General

Evaluar la eficacia del forraje verde hidropónico a base de avena, (*Avena sativa L.*) para la alimentación de pollos de engorde.

3.1 Objetivos Específicos

- Realizar el análisis económico de la producción de forraje verde hidropónico a base de avena (*Avena sativa L.*)
- Evaluar la ganancia de peso de las aves en los diferentes tratamientos.
- Calcular la relación costo beneficio al incorporar FVH en la alimentación de pollos para engorde.
- Determinar la dieta más adecuada para el engorde de pollos.

4. Estado del Arte

A partir de 1987 empezó los estudios de investigación sobre cómo germinar granos de forma simple, sin tener un ambiente controlado y sin contar con construcciones costosas. Actualmente se tienen resultados que se pueden implementar en diversos sistemas productivos. El germinado ha evolucionado hasta tener producciones altas, usando fertilizantes y contando con un ambiente controlado. Con los germinados se pueden alimentar ganado lechero, y hasta se referencia que en países como Chile se mantienen una cuadra de caballos con germinados (FAO, 2006).

En la producción de forraje, durante los siglos XVIII y XIX, en Francia y Alemania, los expertos en la nutrición animal, encontraron formas alternativas para cultivar pastos en alta cantidad para los animales estabulados; sin embargo, esta tecnología no estaba tan avanzada y las investigaciones presentaban un sinnúmero de dificultades, las cuales se basaban en el control de la temperatura y humedad relativa, forma de cultivo y falta de conocimiento en los principios básicos de nutrición animal. Sobre los finales de los años treinta del siglo pasado, en Inglaterra y Escocia, se reporta el uso de cereales germinados para la alimentación del ganado, de esta manera obteniendo unos excelentes resultados. La técnica utilizada inicialmente era completamente rústica y muy básica, donde se obtuvo una altura del forraje de 5cm y solamente se obtenía el doble del peso del forraje con relación al peso que se reportó inicialmente de la semilla. (Carballo, 2000).

El FVH es un sistema productivo de alta densidad, que garantiza el abastecimiento de forraje durante de todo el un año, sin tener que depender de las condiciones del clima, y de esta forma, asegurando constantemente la misma calidad de alimento.

Con esta técnica es posible producir grandes volúmenes de forraje en áreas reducidas, a un bajo costo y con una reducción de mano de obra e insumos (agua, fertilizantes, etc.) (Rodríguez, 2005).

En el contexto práctico, el FVH es la germinación de granos (semillas de cereales o de leguminosas) y su posterior desarrollo bajo condiciones de ambiente controlado (luz, temperatura y humedad) sin usar suelo. Usualmente se utilizan semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo (Rodríguez, 2005).

En el proceso de germinación de una semilla se produce una serie de transformaciones cualitativas y cuantitativas muy importantes. El germen del embrión de la futura planta, a partir de un almacén de energía en forma de carbohidratos y lípidos, es capaz de transformarse en pocos días en una plántula con capacidad para captar energía del sol y absorber elementos minerales de la solución nutritiva en este estado la planta tanto en su parte aérea como en la zona radicular se encuentra en un crecimiento acelerado poseyendo poco contenido de fibra y un alto contenido en proteína, parte de la cual se encuentra en estado de nueva formación, por lo que gran parte de los aminoácidos están en forma libre y son aprovechables más fácilmente por los animales que la consumen (Carballo, 2000).

El objetivo principal en la producción de pollo de engorda es ganar el mayor peso en el menor tiempo posible. Las herramientas que permiten lograr esta meta son: La calidad de los pollos, el manejo, la sanidad y la alimentación (Bohórquez, 2014)

Considerando que la alimentación representa de un 60 a 70 por ciento del costo total de la producción, sin descuidar los demás aspectos, se debe tener cuidado en la formulación de las raciones que se suministren a las aves. Estas deben de ser elaboradas adecuadamente, con la calidad, cantidad y proporciones específicas, cuidando que sean lo más económicamente posibles para obtener mejores dividendos (Bohórquez, 2014).

González (1999) mencionan que al fijar una limitación del 25 por ciento de lo que se consume normalmente durante 14 días en estado de crecimiento (7 a 21 días) se disminuye el peso final de los pollos de ceba hasta en un 5.2 por ciento del tratamiento testigo.

Lesson y Summers (1980, citados por Bohórquez, 2014) evidenciaron en pollos de engorde alimentados con dietas convencionales con contenido de producto comercial, peso de 1,898 kg. Para hembras y 2,313 kg. Para machos, a 56 días de nacimiento. Por otro lado, Orr et al. (1984, citado por Bohórquez, 2014) tiene reporte de 1.845kg para hembras y 2.218kg. Para machos a 47 días de nacimiento.

Con una disminución de PC en tres unidades porcentuales de la alimentación de pollos de tres a seis semanas de edad, Moran et al. (1992, citado por Bohórquez, 2014) hallaron una disminución ($P < 0.05$) en el peso total de 1.395 a 1.355 kg. y Yanming et al. (1992, citado por Bohórquez, 2014) obtuvo ganancia en el peso final de 970 a 768g.

4.1 Alimentación de aves con forraje verde hidropónico

Arano (1998) realiza varias pruebas hechas con vacas lecheras, toretes de engorda, cerdos, caballos y aves.

El FVH en pollos de engorda y gallinas ponedoras, se usó desde 1929 en que un alemán llamado Mangold, en una publicación de metabolismo de animales sugirió utilizar F.V.H. para mejorar la producción en las gallinas ponedoras. Mangold usó germinado de trigo a cuatro días de elaboración (FAO, 2006).

Carballo, (2000) concluyó que la fertilidad del huevo mejora en un 3% más que el testigo, al cual no se les suministró alimentación con F.V.H. de igual manera, la ruptura del cascarón disminuyó en un 4%. Los trabajos se determinaron con la raza de gallinas Leghorn.

Otro ensayo, realizado por el mismo autor, utilizando diferente ración base y dos tipos diferentes de grano (avena y trigo) germinados a los 4 días; esta última dieta dio mejores resultados. El peso de los huevos mejoró un 20% por encima a los tratamientos testigos.

Se logró un aumento de producción en las aves domésticas (gallinas, gansos, patos, pollos, etc.) a partir de la implementación de FVH (Falen y Petersen, 1969; Bull y Petersen, 1969 citados por Bravo, 1988), alcanzando un reemplazo entre el 30 a 40 % de la ración paleteada, hay que tener en cuenta que los casos de exceso en el uso de FVH, causan un aumento de excreta de heces líquidas y fermentaciones aeróbicas del estiércol, malos olores, infestación de insectos voladores indeseados y un incremento en las enfermedades respiratorias, siendo esto más agudo en temporada de verano (FAO, 2000).

Rodríguez (2005) evidencia que al alimentar aves domésticas utilizando F.V.H. con seis días de germinación y se logra una digestibilidad más constante con respecto al grano. El peso de los huevos se aumenta en un 20 por ciento, y la calidad de la carne es más firme y de mejor sabor.

5. Marco Referencial

5.1 Marco Teórico

5.1.1 Hidroponía.

El término hidroponía procede de los vocablos griegos “hydro” o “hudor”, que significan agua, y “ponos”, semejante a trabajo o actividad. Literalmente se transcribe como “trabajo del agua” ó “actividad del agua”. Se puede describir la hidroponía como un sistema de productivo en el cual las raíces de las plantas se riegan con una combinación de elementos nutritivos esenciales en agua y en el que, se utiliza un sustrato a cambio de suelo (Beltrano y Giménez, 2015).

El término hidropónico procede de dos palabras griegas: “Hidro” cuyo significado es agua y “Ponos” que es trabajo, y cuyo significado en acervo es agua trabajando; esto en contraposición de la geoponía que es: trabajando en la tierra, teniendo un significado profundo para la mejora de la agricultura, en otras palabras, significa que la humanidad tiene la posibilidad de ya no depender exclusivamente de la tierra para su sustento (Beltrano y Giménez, 2015; López, 1976).

La hidroponía es una técnica alternativa de producción, que sirve para incrementar la productividad de los cultivos; es una técnica que se puede implementar mediante una gran diversidad de modalidades, pero que esencialmente es caracterizada por proporcionar alimento a la raíz, mediante la mezcla de agua con minerales, de forma controlada y teniendo como medio de sostenimiento un sustrato inerte, el cual es diferente a la tierra, para tal fin se puede utilizar grava, fibra de coco, lama de roca o cualquier material inerte (Rodríguez, 2005).

5.1.2 Historia y evolución de la hidroponía.

La técnica de la hidroponía consiste básicamente en la producción de plantas sin tierra, utilizando una mezcla balanceada de sales minerales que contienen todos los nutrientes esenciales

para el óptimo desarrollo de las plantas.

Esta técnica se puede aplicar a cualquier tipo de cultivo, y forraje para la alimentación animal, es aplicable también para ambientes abiertos, como cerrados. (Juárez y Rodríguez 2013)

La investigación en temas relacionados con nutrición de las plantas empezó hace muchos años. Los registros históricos antiguos referencian que varios experimentos fueron llevados a cabo por los Teofastos 372- 287 a.C. (Beltrano y Giménez, 2015; García, 1988).

Algunos estudios demuestran que los aztecas utilizaron técnicas básicas de hidroponía antes de la conquista de los españoles, en el siglo XVI (Beltrano y Giménez, 2015; Tovar, 1984).

En el Valle de México, Las chinampas florecen antes de la llegada de los españoles, los cuales, para apoderarse de México, decidieron destruir gran parte de estas. Una chinampa es una porción de tierra muy fértil, elaboradas por los aztecas en los lagos de bajo fondo o en pantanos, la chinampa se caracterizaba por estar rodeada de agua, los aztecas cultivaban productos de la huerta, como: chile, maíz, frijol, bledos, calabazas, tomates, etc. Gran parte de las chinampas que se construyeron fueron en lugares inundados, en general fueron construidas de forma rectangular, son largas y angostas, de largo podían medir de 100 a 200 metros, y de ancho de diez metros, en su extensión a los cuatro lados crecían hileras de árboles llamados ahuejotes; para evitar la erosión y detener la tierra (Beltrano y Giménez, 2015; López, 1988).

Hacia el año de 1650, se creía que las plantas formaban las sustancias nutritivas a partir del agua, confirmando esta teoría en el experimento efectuado por Van Helmont. El incremento en el peso fresco de la planta fue incorrectamente atribuido únicamente al agua (Beltrano y Giménez, 2015; García, 1988)

En 1938 la hidroponía entró en el campo de la horticultura, diversificándose por completo en todo tipo de investigaciones en cultivos con grava, ocupándose numerosos investigadores de los problemas en los cultivos hidropónicos (Beltrano y Giménez, 2015; Almanza, 1984).

Posterior a 1936, se desarrolló un tercer método de cultivo hidropónico por la estación experimental de Agricultura en Nueva Jersey, cultivos en grava, ya que en ese tiempo se ocupaban numerosos investigadores de los problemas de los cultivos bajo sistemas hidropónicos. En 1938 la hidroponía entro en la práctica con la horticultura (Beltrano y Giménez, 2015; Tovar, 1984).

Importancia: La temperatura y el agua son los dos componentes del clima que marcan de forma trascendental las actividades agrícolas. El bajo aporte de agua, al sistema radicular limita drásticamente la máxima expresión potencial de una planta, de igual forma, las bajas temperaturas, especialmente las que son causantes de heladas y temperaturas muy altas, también causan desorganizaciones fisiológicas en las plantas.

Otro de los factores que limitan la actividad agrícola lo constituye el suelo, que por problemas de manejo y/o condiciones naturales, pueden presentar problemas con una alta salinidad, un drenaje deficiente, capa arable somera, la topografía que puede ayudar al incremento en la erosión, etc.

Debido a lo anterior, muchos países (incluyendo Colombia, aunque poco), que presentan estas limitaciones en su agricultura, tiene a ésta como una actividad incosteable y peligrosa, a menos que se encuentren alternativas tecnológicas que permitan jugar de una manera menos aleatoria con los recursos del medio ambiente; Entre otras alternativas se tiene está actividad: “la hidroponía”, pues en su sistema de producción agrícola que utiliza de manera más eficiente el recurso agua y menosprecia impuestos por el suelo y clima (Beltrano y Giménez, 2015; Sánchez y Escalante, 1983).

En Colombia muy poca gente utiliza está técnica, debido al poco conocimiento que se tiene de ella, junto con la falta de literatura, factores por lo cual no se ha desarrollado mucho en el país. Existen instalaciones hidropónicas en el Distrito Federal, Monterrey, Jalisco y Coahuila, donde se cultivan plantas ornamentales y algunas hortalizas. Hay otras empresas que están utilizando esta técnica a un nivel experimental, tal es el caso de invernaderos en el estado de Michoacán, Veracruz

y Chiapas (Beltrano y Giménez, 2015; García, 1988).

5.1.3 Ventajas y Desventajas de los sistemas hidropónicos.

5.1.3.1 Ventajas.

– Balance ideal del aire, agua y nutrientes, es posible mantener el rango óptimo requerido por los cultivos.

– Humedad uniforme en comparación con el suelo, donde no lo es.

– Más altos rendimientos por unidad de superficie.

– No depende tanto de fenómenos meteorológicos, ya que normalmente los cultivos en hidroponía se protegen contra los vientos fuertes, las granizadas, las bajas y altas temperaturas, sequías, etc.

– Reducción de costos en la producción.

– Totalmente libre de malezas.

– Mejor control de las condiciones fitosanitarias.

– Excepcionales resultados en la producción de plantas frescas durante todo el año.

– El cultivo hidropónico ha beneficiado la obtención de las plantas forrajeras.

5.1.3.2 Desventajas.

– La principal, es el alto costo de las inversiones iniciales.

– Requiere para su manejo (a nivel comercial) de conocimiento técnico combinado con la comprensión de los principios de fisiología vegetal, de química orgánica e inorgánica.

– Requiere de un abastecimiento contiguo de agua.

– Es necesario conocer a fondo el manejo y el comportamiento de las especies que se

cultivan en el sistema hidropónico.

- Requiere de un eficiente sistema de aireación.
- Dar una pendiente adecuada (Beltrano y Giménez, 2015; García, 1988; Almanza, 1988)

5.1.4 Producción de forraje verde hidropónico.

A partir de 1987 empezó a realizarse algunas investigaciones sobre cómo germinar granos de una forma simplificada, sin contar con ambientes controlados y sin construcciones de alto costo. Ahora se tienen resultados que se pueden aplicar. El germinado ha estado en constante evolución, hasta tener producciones extraordinarias, con el uso de fertilizantes y contando con ambientes controlados. Con los germinados se pueden alimentar desde vacas lecheras y hasta se menciona que en Chile se mantiene caballos con germinados (FAO, 2006).

Para el caso de la producción de forraje, en los siglos XVIII y XIX, en países como Francia y Alemania, especialistas en nutrición animal, descubrieron algunas formas para producir pastos en suficiente cantidad para animales que se encontraban estabulados; sin embargo, la tecnología estaba tan avanzada y los estudios presentaban un gran sinnúmero de inconvenientes, las cuales eran marcadas por el control de temperatura y humedad, forma de producción y poco conocimiento de los principios básicos de nutrición animal. A fines de los años treinta del siglo pasado, en Inglaterra y Escocia, es reportado el uso de cereales germinados en la alimentación del ganado, dando como respuesta, muy buenos resultados. La técnica que se utilizó en sus principios, era completamente rústica, y se obtuvo una altura del pasto de 5cm y solamente se logró duplicar el peso del forraje con relación al peso de la semilla (Carballo, 2000).

El forraje verde hidropónico es una tecnología para la producción de alta densidad, que garantiza el abastecimiento de forraje verde a lo largo de todo el año sin depender de las

condiciones climáticas, asegurando siempre la misma calidad de alimento.

Con esta técnica es posible producir grandes volúmenes de forraje en áreas reducidas, a un bajo costo y con una reducción en la utilización de mano de obra e insumos (agua, fertilizantes, etc.) (Rodríguez, 2005).

El FVH consiste básicamente en germinar granos (cereales y/o Leguminosas) y su crecimiento bajo condiciones ambientales de producción controladas (luz, Temperatura y humedad), sin utilizar suelo. Usualmente se utilizan semillas de maíz, avena, cebada, trigo y sorgo. La producción del FVH es solo una de las posibilidades prácticas que tiene el uso de la técnica de los cultivos sin suelo o hidroponía (FAO, 2006).

El propósito es obtener una alfombra de pasto verde que incluye el colchón conformado por el sistema radicular, y la semilla que no germino, todo esto constituye un alimento completo y altamente digestible con el cual se puede mejorar la asimilación de otros alimentos, logrando una sinergia que conlleva a una mejor producción y salud del animal (Rodríguez, 2005).

5.1.4.1 Ventajas y Desventajas de la producción de FVH.

Ventajas.

– Se optimiza el recurso agua. En la producción de FVH las pérdidas de agua generadas por evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración son reducidas al mínimo, con relación a la producción convencional de especies forrajeras, cuya eficiencia varía entre 270 a 635 litros de agua por Kg producido. de materia seca. Alternativamente, para la producción de 1 kilo de forraje verde hidropónico, se requiere de 2 a 3 litros de agua con un porcentaje de materia seca que se encuentra entre un 12% a 18%, dependiendo la especie (Beltrano y Giménez, 2015; Sánchez, 1997). Esto se traduce en un consumo total de 15 a 20 litros de agua por kilogramo de materia seca obtenida en 14 días.

- El FVH es una de las tecnologías aptas para la implementación y uso a nivel de pequeños productores pecuarios.
- Es una estrategia de producción de biomasa vegetal que baja los costos fijos de la alimentación animal.
- Es una excelente fuente proteica y vitamínica, lo cual enmarca su excelente valor nutritivo.
- Se encuentra disponible todo el año, independiente de los problemas climáticos que puedan suceder.
- Es altamente digestible y provee de una muy buena y alta calidad alimenticia (FAO, 2001).

Desventajas.

- Exige la correcta formación de los productores, en el manejo de la tecnología, conociendo exactamente las exigencias del sistema, la especie forrajera y sus variedades, su comportamiento productivo.
- Requiere de cuidados especiales y constancia en las labores.
- Se necesita adquirir capacitación con relación al tema.
- Se tiene que establecer rutina de trabajo
- El costo inicial de inversión, es alto (FAO, 2006).

5.1.5 Requerimiento nutricional de los pollos de engorde.

Se denomina índice de conversión, a la medida de la productividad de un animal y es definido como la relación que existe entre el alimento usado, y el peso final conseguido (Bavera *et al.*, 2005).

Los pollos de engorda (broilers) se caracterizan por tener un factor de conversión del

alimento en carne muy efectivo, índices de conversión de 1.80 a 1.90 Kg. son muy posibles. El pollo de engorde moderno ha sido científicamente creado para ganar peso de forma bastante rápida, usando nutrientes eficientemente (Bavera et al., 2005).

5.1.5.1 Factores que afectan la conversión alimenticia.

Bavera et al. (2005) mencionan que el índice de conversión de un lote de pollos de engorde, es económicamente muy importante para los productores. Algunos de los factores catalogados como importantes que influyen en el consumo y que interfieren en el índice de conversión alimenticia son: la temperatura de los galpones superiores a los 28° C, escasa ventilación, una regular calidad del alimento y del agua suministrados, animales de desecho o de segunda y las enfermedades.

Arce (1993) menciona que la población de animales y la heterogeneidad de la parvada aunada a un espacio reducido o inadecuado, influye de forma negativa sobre el consumo, debido a que los animales de mayor talla dominan sobre animales chicos, presentando estos últimos un menor consumo de alimento.

5.1.6 Producción de carne de pollo.

En el negocio de producción de pollo de engorda es necesario producir volumen, para rebatir una ganancia mínima por unidad producida. Las aves de engorda se venden por lo general, con un peso vivo entre 1.800 y 2.000 Kg., lo que coincide entre las 6 y 8 semanas de edad.

El programa más práctico para desarrollar pollo de engorda ha sido el sistema todo dentro, todo fuera, en el que pollos de una sola edad de engorda se encuentran en la granja a un mismo tiempo. Los pollitos se inician el mismo día y más tarde se venden, después hay una etapa en la que no hay aves dentro de las instalaciones. Esta ausencia de aves rompe cualquier ciclo de una

enfermedad infecciosa; el siguiente grupo tendrá un “inicio limpio” sin la posibilidad de contagio proveniente de parvadas anteriores en la granja (Ingalls, 2006).

5.1.7 Producción de pollo en el mundo.

Se determina que la producción de carne de pollo es en mayor medida enfocada a la satisfacción de los mercados internos, en el año 2000 sólo se exportó el 12% de la producción mundial, estas transacciones se realizaron en un 65% entre países desarrollados. Sin embargo, las perspectivas del consumo de carnes y, en particular, de la carne de pollo son óptimas por la tendencia mundial a preferir alimentos de mayor valor proteico y por la urbanización creciente de los países que lleva a preferir alimentos procesados o congelados, segmento en el cual los productos de pollo han ganado importante participación.

5.1.8 Producción de pollo en Colombia.

En promedio 30 millones de pollitos al mes se encasetan en Colombia, para obtener una producción anual promedia de 600.000 Tm de pollo, para un consumo per cápita de 15 Kg/Hab. La Zona Central del país, lidera La participación regional en la producción de pollo (Tolima, Cundinamarca y Huila), con 35% del total, seguida del Valle (19%), los Santanderes con el (18%), Antioquia con el (11%), Costa Atlántica con el (10%), el Eje Cafetero con el (3%) y la zona Oriental con el (1%). Esta producción de pollo se dirige principalmente para Bogotá, Medellín, Cali y ciudades de la Costa Atlántica. A diferencia del pasado, cuando se compraba un pollo entero, los patrones de consumo han cambiado, por cuanto ahora los clientes demandan el pollo en presas, especialmente pierna, pernil y alas, preferiblemente empacadas en bandejas.

5.2 Marco Geográfico

El presente estudio se desarrolló en el Municipio de Sáchica, Boyacá. El municipio se encuentra sobre la cadena montañosa llamada cordillera oriental que hace parte de los Andes, en la región central del departamento de Boyacá, en una zona montañosa que rodea en el valle conocido desde épocas precolombinas por los indígenas como valle de Zaquencipá, luego llamado valle de Monquirá y que actualmente ocupa la Provincia de Ricaurte.

Su cabecera está localizada a los 05° 35'07" de latitud norte y 73° 32'42" de longitud oeste. Lo riegan los ríos Sáchica, La Candelaria y varias quebradas. Sus tierras se distribuyen en el piso térmico frío y piso bioclimático páramo.

5.2.1 Límites del municipio de Sáchica.

El municipio de Sáchica se encuentra sobre la cadena montañosa llamada cordillera oriental que hace parte de los Andes, en la región central del departamento de Boyacá, en una zona montañosa que rodea en el valle conocido desde épocas precolombinas por los indígenas como valle de Zaquencipá, luego llamado valle de Monquirá y que actualmente ocupa la Provincia de Ricaurte. Sáchica está limitado al norte por Sutamarchán y Villa de Leyva, al Este con Chíquiza, al Sur con Samacá y Ráquira y al Oeste con Ráquira y Sutamarchán. Se divide en una zona urbana y una zona rural, esta última conformada por 6 veredas: Arrayán y Canales El Espinal Tintal Quebrada Arriba Ritoque Centro.

Extensión total: 62.4 Km²

Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 2150

Temperatura media: 16. 2° C

Distancia de referencia: Distancia a la Capital: Dista de Tunja 34 Km

6. Materiales y Metodología

6.1 Localización

Este trabajo se desarrolló en el Municipio de Sáchica Boyacá, en la vereda El Tintal, ubicado espacialmente con la georreferenciación 5°33'36.6"N y 73°34'03.6" W y 2350 msnm. Se cuenta con una temperatura de 20°C en promedio y humedad relativa del 45% caracterizado por ser un clima seco. A 15 min. de distancia por vía veredal del casco urbano.

6.2 Instalaciones

El experimento se desarrolló con la construcción de un galpón de 12 mts, de largo y 4 mts, de ancho, dividido en 5 corrales, donde se ubicó cada tratamiento, en cada corral se alojaron 12 aves, la división interna de los corrales se realizó con malla negra, y con muros laterales en plástico negro y polisombra con ladera al pie sobre 40 cm de altura, los techos se elaboraron con tela verde y techo en plástico negro, cuenta con poceta de entrada de desinfección donde se utilizó cal viva en proporción de 5 kilos por metro cuadrado.

6.2.1 Equipos.

Para el galpón se utiliza un tanque de 1000 lts de capacidad, cuenta con una electrobomba de ½ caballo de fuerza y entrada/salida de 1 pulgada de capacidad con la cual se implementa tanto el sistema de agua para riego del forraje verde hidropónico, tanto para el aseo del galpón, como para surtir los bebederos de cada uno de los tratamientos

6.2.2 Comederos.

Para cada tratamiento se dispuso de 1 comedero tipo tolva, para un total de 5 comederos para

el experimento

6.3 Distribución de las aves en el galpón.

Se construyeron 5 corrales para los 5 tratamientos, donde se ubican un total de 12 aves por tratamiento, para un total de 60 aves en el experimento

6.4 Tratamientos.

Cada tratamiento contó con un total de 12 aves, los tratamientos experimentales se implementan después de la primera semana de vida de las aves, ya que en una repetición anterior se observa una alta mortalidad de las aves por haber iniciado muy temprano los tratamientos. En esta primera semana se alimentan las aves bajo las mismas condiciones de dieta alimenticia.

6.5 Animales experimentales.

Se trabajó con la raza broiler gigante, ya que es la más apta para las condiciones regionales, además de ser una de las especies más comerciales que actualmente se manejan.

6.6 Dietas experimentales.

6.6.1 Forraje verde hidropónico.

Se construyó un invernadero de 5 metros de largo por 3 de ancho donde se ubicaron las bandejas para el germinado y desarrollo de las plantas, en este caso se trabajó con la avena (avena sativa l.). Se dejó en remojo la semilla de avena durante 12 horas con una solución al 5% de hipoclorito de calcio para la desinfección de la semilla, posteriormente se procedió a la puesta de la semilla en las bandejas de germinación, donde se obtuvo el tapete de germinado a los 15 días con una altura de hasta 20 cms. Una vez obtenido este tapete, se procedió a dejarlo durante 12 horas

secando, con el propósito de evitar el problema de timpanismo para las aves.

6.6.2 Concentrado comercial.

Se utilizó la marca comercial "SOLLA Nutrición Animal®" y se suministraron en las dosis que sugiere la tabla y ficha técnica del producto.

6.7 Medición de la ganancia de peso

Se pesaron semanalmente las 12 aves de cada uno de los tratamientos y se promedió el peso para cada tratamiento, los pesajes fueron realizados en mismo día que llegaron las aves (lunes).

Para determinar el valor de ganancia semanal de peso, se restó el valor del peso promedio de las aves de la semana anterior al valor del peso promedio de las aves de la semana actual.

Ganancia semanal, GS= Peso semana actual – Peso semana anterior

- Ganancia peso final: es el peso que se obtiene en el último día experimental menos el peso de llegada del pollito.

Ganancia final, GF= Peso ultimo día experimental – Peso inicial del pollito.

6.8 Consumo de alimento

El consumo del alimento para cada Tratamiento se registró día a día con corte semanal. El alimento correspondiente a cada unidad experimental se pesó y fue distribuido en los respectivos comederos.

$$\text{Consumo Semanal Ave} = \frac{\text{Kilogramos suministrados semana} - \text{sobras semana}}{\text{No. de aves que finalizaron viva en la semana}}$$

$$\text{Consumo Día Ave} = \frac{\text{Kilogramos suministrados semana}}{\text{No. de aves que finalizaron viva en la semana}}$$

Días de la semana que se suministró el alimento

Se determina como consumo acumulado, al resultado de sumar semana tras semana el valor del alimento consumido hasta el día final del experimento.

6.9 Factores o Índices Productivos.

Índice de conversión alimenticia, ICA.

Para el índice de conversión se toma el valor del consumo de alimento acumulado ave del periodo correspondiente dividiendo por el peso promedio del ave que corresponda al mismo periodo o semana.

$$\text{ICA} = \frac{\text{Consumo Alimento Acumulado Ave}}{\text{Peso Promedio Ave}}$$

$$\text{ICA final} = \frac{\text{Consumo Total de Alimento Ave}}{\text{Peso Final Promedio del Ave}}$$

$$\text{FIP} = \frac{\text{Peso Neto Planta}}{\text{Pollo de Primera Planta}}$$

Mortalidad, M

Índice de mortalidad se toma muertos totales liquidación lote dividido en el total pollos de primera planta de sacrificio.

$$\text{Mortalidad semanal (\%)} = \frac{\text{Total de aves muertas o descartadas de la semana}}{\text{Total de aves de primera planta}} \times 100$$

$$\text{Mortalidad acumulada} = \frac{\text{Número de aves muertas acumuladas}}{\text{Número de aves que iniciaron el periodo}} \times 100$$

6.10 Análisis económico.

En el análisis económico de la producción se tomó como referencia la composición de las dietas iniciales y finales. El valor del kilogramo del concentrado comercial para la fase inicial se indica en la Tabla 1; y este valor se toma como constante ya que, durante el desarrollo del proyecto, no se presentó baja ni alta en el precio del concentrado. Para el costo de la elaboración del FVH se toma como base el costo de la materia prima utilizada en la elaboración del bloque nutricional y se divide por los kilogramos obtenidos para determinar de esta forma el valor del kilogramo de FVH.

Tabla 1.

Valores del alimento concentrado

Tipo Concentrado	Valor saco de 40 kg (\$)	Valor Kilogramo (\$)
Inicialización, levante, engorde*	65.000	1.625

*Concentrado comercial para la fase de iniciación (Contegral®)

Fuente: Autor.

- Para el costo promedio de la ración por kilogramo de peso ganado (Yi), para el cálculo fue realizado según Bellaver et al. (1985), con la siguiente ecuación:

$$Y_i =$$

$$Q_i \times P_i$$

$$G_i$$

Donde:

Yi = Costo promedio de la ración por kilogramo de peso ganado en el i-ésimo tratamiento;

Pi = Precio promedio por kilogramo de ración utilizada en el i-ésimo tratamiento;

Qi = Cantidad promedio de ración consumida en el i-ésimo tratamiento;

Gi = Ganancia media de peso en el i-ésimo tratamiento.

Tabla 2.

Valor del kilogramo de FVH utilizado en el desarrollo del proyecto

Tipo de dieta	Valor tapete producido de 7 kg (\$)	Valor Kilogramo (\$)
FVH	1.505	215,00

Determinado con la sumatoria de las materias primas, más un estimado por litro de agua que se utilizó.

Fuente: Autor.

- Índice de Costo, IC, según lo propuesto por Barbosa et al. (1992), mediante las siguientes formulas:

$$IC = \frac{CTei}{MCE} \times 100$$

- Índice de eficiencia económica IEE, según lo propuesto por Barbosa et al. (1992), mediante las siguientes formulas:

$$IEE = \frac{MCE}{CTei} \times 100$$

Donde:

C_{Tei} = Costo medio del tratamiento i considerado.

M_{Ce} = Menor costo en ración/ kilogramo de peso vivo ganado, entre tratamientos,

6.11 Diseño experimental

Se aplicará un Diseño al azar con cinco repeticiones, cada unidad experimental está conformada por 12 individuos para un total de 60 pollos:

Tabla 3.

Diseño Experimental.

Tratamiento	Observaciones
T0	100% ABC*
T1	75% ABC y 25% FVH**
T2	50% ABC y 50% FVH
T3	25% ABC y 75% FVH
T4	100% FVH

*ABC: Alimento balanceado comercial.

**FVHM: Forraje verde hidropónico a base de avena.

Fuente: Autor.

En todos se utilizará forraje verde con un tiempo de 24 horas de deshidratación.

6.12 Parámetros a evaluar.

- Ganancia de peso.
- Conversión alimenticia.
- Rendimiento en canal.
- Análisis económico.

Variables:

Independientes:

- Cantidad de ABC suministrado.
- Cantidad de FVH suministrado.

Dependientes

- Ganancia de peso semanal.
- Conversión alimenticia.
- Rendimiento en canal.

Planteamiento de las hipótesis.

Hipótesis nula: H_0 : No existe diferencia entre tratamientos ($\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5$).

Hipótesis alterna: H_1 : Existe diferencia entre los tratamientos. Al menos una de las dietas

experimentales produce rendimientos diferentes.

7. Resultados y Discusión

De acuerdo al objetivo que se plateo en el ensayo, los resultados que arrojaron las variables que se evaluaron, se exponen a continuación.

7.1 Análisis comparativo entre el valor nutritivo del FVH a base de avena vs tabla nutricional del concentrado comercial.

Tabla 4.

Comparativo valor nutritivo.

	Proteína %	Grasa %	Fibra %	Cenizas %
Análisis bromatológico	14,5	1,1	34,2	7
Concentrado comercial	24,5	3,4	3	7

Fuente: Autor

La información nutricional del concentrado comercial corresponde al suscrito en la tabla registrada para el producto con registro ICA 9508 AL. De la marca Master pollo a nombre de Solla S.A.

Se observa en la tabla 1 que el contenido de proteína del concentrado comercial con relación al FVH es un 40,08% mayor, con relación al contenido de grasa observamos una diferencia del 67,6% de mayor contenido del concentrado comercial con relación al FVH. Para el caso del contenido porcentual de fibra tenemos un 91,2% de diferencia entre el FVH que presenta un contenido del 34,2% y el concentrado comercial con un 3%, con relación al contenido de cenizas no existe diferencia entre las dos dietas nutricionales, esto concuerda con las investigaciones realizadas por (Chen, 1975; Less, 1983; Níñez, 1988; Santos, 1987; y Dosal, 1987), citados por

FAO, 2006, donde se plantea un gran número de experimentos y experiencias prácticas comerciales que han demostrado que es posible sustituir parcialmente los concentrados comerciales por su equivalente en FVH. Y estos porcentajes varían en relación a la especie y edad, también plantean que la calidad del canal mejora sustancialmente en cuanto a características culinarias.

7.1.1 Ganancia de peso semanal.

Con relación a la ganancia de peso, esta fue calculada desde la primera semana de entrada de los pollos al corral, hasta el final del ensayo.

Tabla 5.

Prueba de homogeneidad.

Prueba de homogeneidad de varianzas				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Ganapeso	1,253	4	29	,311

Fuente: Autor.

Ganancia de peso: Considerando el valor de Sig. 0,311 del test de Levene, al ser mayor que 0,05, se puede afirmar que los datos de las tres variables presentan homogeneidad de varianzas.

Tabla 6.

Comparaciones múltiples.

Comparaciones múltiples

HSD de Tukey

Variable dependiente	(I) Tto	(J) Tto	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Ganpeso	1,00	2,00	141,66667*	2,46391	,000	134,5045	148,8288
		3,00	624,16667*	2,57682	,000	616,6763	631,6570
		4,00	938,09524*	2,46391	,000	930,9331	945,2574
		5,00	1027,66667*	2,72705	,000	1019,7396	1035,5937
	2,00	1,00	-141,66667*	2,46391	,000	-148,8288	-134,5045
		3,00	482,50000*	2,72008	,000	474,5932	490,4068
		4,00	796,42857*	2,61337	,000	788,8320	804,0252
		5,00	886,00000*	2,86280	,000	877,6784	894,3216
	3,00	1,00	-624,16667*	2,57682	,000	-631,6570	-616,6763
		2,00	-482,50000*	2,72008	,000	-490,4068	-474,5932
		4,00	313,92857*	2,72008	,000	306,0218	321,8354
		5,00	403,50000*	2,96054	,000	394,8943	412,1057
	4,00	1,00	-938,09524*	2,46391	,000	-945,2574	-930,9331
		2,00	-796,42857*	2,61337	,000	-804,0252	-788,8320
		3,00	-313,92857*	2,72008	,000	-321,8354	-306,0218
		5,00	89,57143*	2,86280	,000	81,2498	97,8931
	5,00	1,00	-1027,66667*	2,72705	,000	-1035,5937	-1019,7396
		2,00	-886,00000*	2,86280	,000	-894,3216	-877,6784
		3,00	-403,50000*	2,96054	,000	-412,1057	-394,8943
		4,00	-89,57143*	2,86280	,000	-97,8931	-81,2498

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,01$) entre las dietas experimentales para la variable Ganancia de peso.

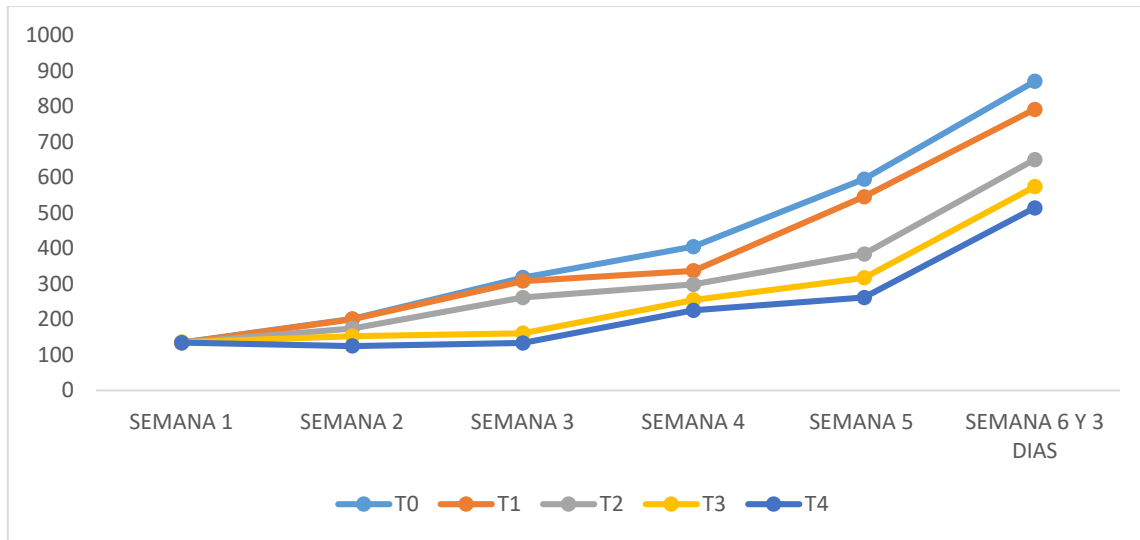


Figura 1. Ganancia de peso semanal, de pollos raza Broiler Gigante

Fuente. Autor.

(T0) corresponde a alimentación 100% a base de concentrado de acuerdo a recomendaciones de la casa comercial SOLLA. (T1) corresponde a la dieta de 25% de FVH. Más 75% de producto comercial (PC), (T2) corresponde a la dieta de 50% de FVH. Mas el 50% de PC, (T3) corresponde a la dieta de 75% de FVH. Mas el 25% de PC. Y (T4) corresponde a la dieta de 100% FVH.

De acuerdo a la gráfica podemos analizar el comportamiento que tuvieron los diferentes tratamientos con relación a la ganancia de peso semanal, donde el tratamiento que presento los mejores resultados corresponde a T0 (100% de la dieta a base de concentrado comercial), seguido por T1 (25% de FVH. Mas 75% de concentrado comercial Solla®) posteriormente tenemos la dieta de T2 (50% de FVH más 75% de concentrado comercial), y con los dos resultados menos favorables tenemos Las dietas T3 (75% de FVH más 25% concentrado comercial) y T4 (100% FVH). Esto corrobora estudios previos donde se demuestra que el FVH se caracteriza por su alta palatabilidad y digestibilidad, presentando un buen nivel, de proteínas, pero no son suficientes para remplazar al concentrado comercial (Chang *et al.*, 2000).

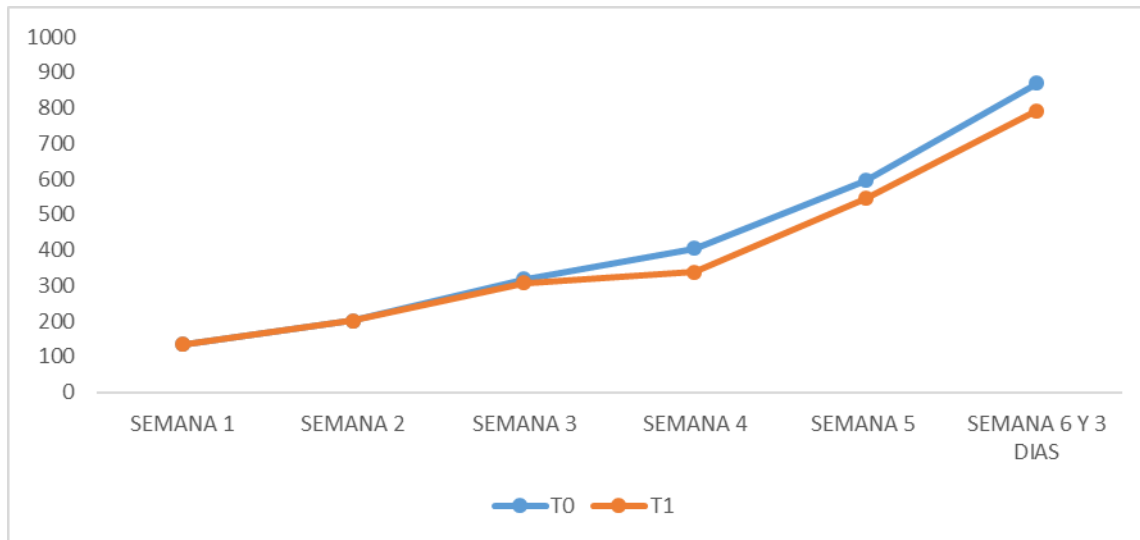


Figura 2. Comparativo de la ganancia de peso de la dieta convencional T0 vs T1

Fuente. Autor (2018).

De acuerdo a lo observado en la gráfica, podemos observar que, durante las 3 primeras semanas, el comportamiento de los tratamientos T0 y T1 muestra el mismo desempeño. Este periodo se puede determinar como etapa de iniciación, cabe destacar que este tipo de forraje ha sido incorporado en diversos sistemas de producción animal, para proporcionar un nuevo ingrediente en la alimentación y suplementar uno o más componentes de la ración diaria (Figuroa *et al.*, 1999; Rodríguez *et al.*, 2005; Morales *et al.*, 2009), siendo esto relevante al momento de considerar el alto costo de la alimentación de pollos a base de concentrados comerciales (Palma y Hurtado, 2010).

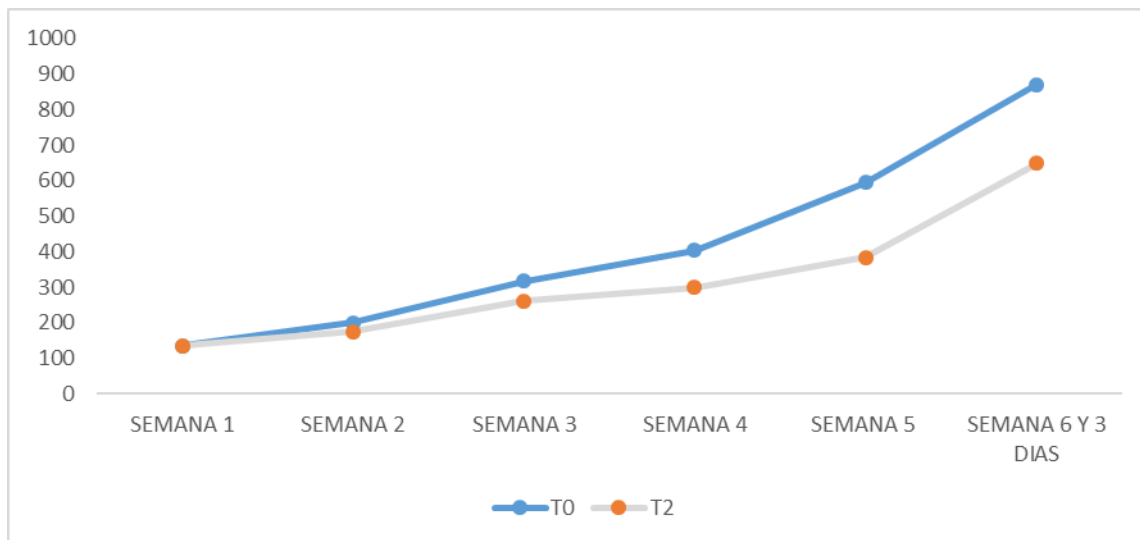


Figura 3. Comparativo de la ganancia de peso de la dieta convencional T0 vs T2.

Fuente: Autor (2018).

En esta grafica se observa como a medida que pasan las semanas de aumenta la brecha existente en relación a la ganancia de peso semanal, esto tiene relación directa con el contenido de proteína determinado en el análisis bromatológico que se realizó al FVH a base de Avena Forrajera, la cual contiene un contenido proteico del 14,5% y del 1,1% de grasas, mientras el concentrado comercial contiene un contenido proteico del 24% y el 3,5% de grasas. (Tabla de contenido Solla Master).

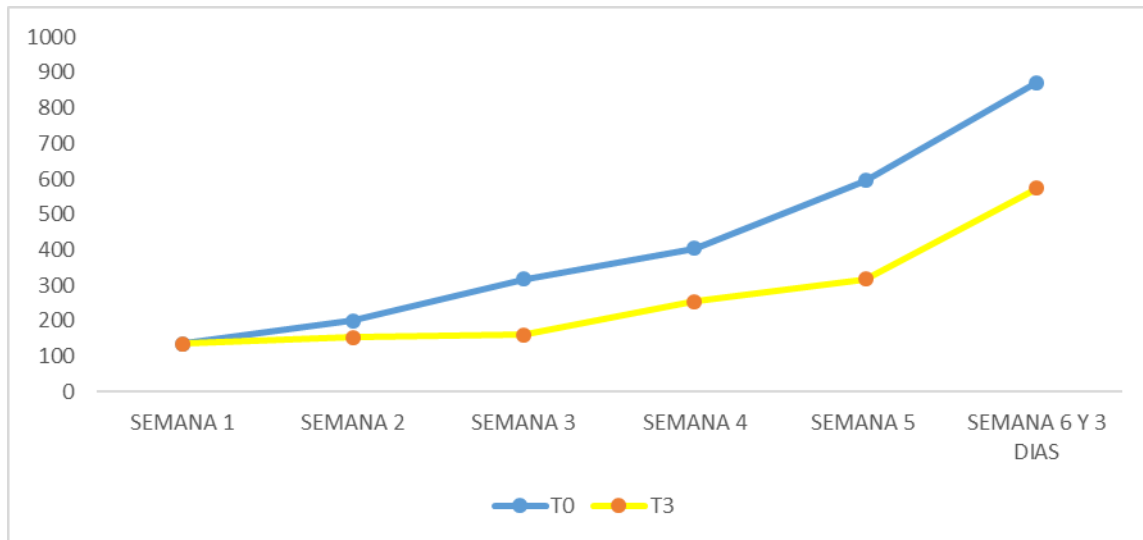


Figura 4. Comparativo de la ganancia de peso de la dieta convencional T0 vs T3

Fuente: Autor (2018).

En esta grafica podemos analizar que, durante las 3 primeras semanas, la dieta T3 tiene un bajo desempeño en cuanto a ganancia de peso, el consumo de proteína y energía, en este tratamiento es baja en cuanto a la demanda de los pollitos en esta etapa de desarrollo. Estos dos últimos componentes son esenciales para maximizar la ganancia de peso semanal, y de esta manera se corrobora lo expuesto por (Morales, 1987; Lebas, 1989; Morales *et al.*, 2009). Ya que los resultados encontrados son similares para esta variable.

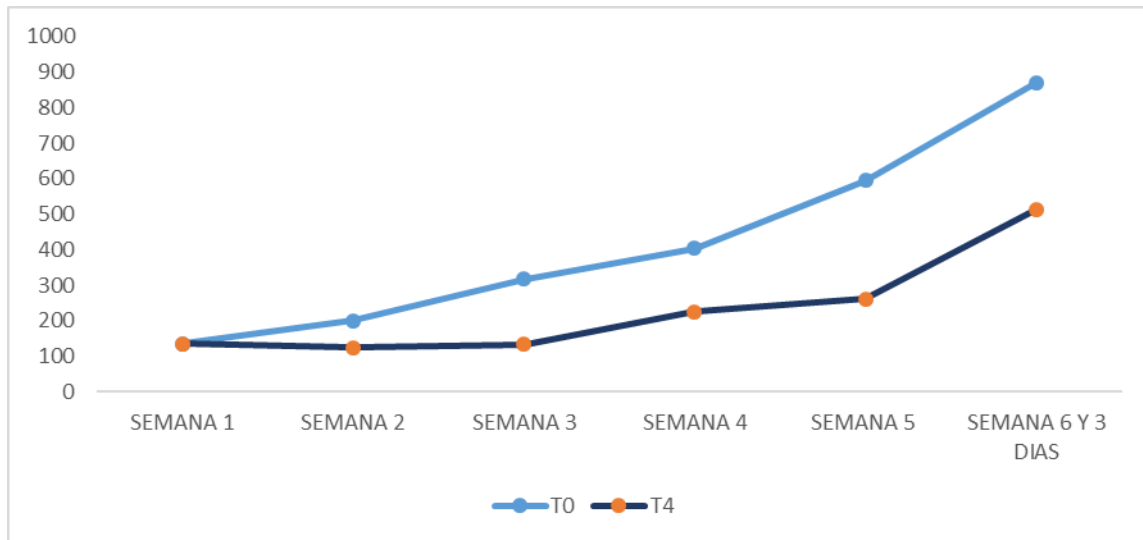


Figura 5. Comparativo de la ganancia de peso de la dieta convencional T0 vs T4

Fuente: Autor (2018).

Observando los resultados obtenidos comparando a T0 y T4 donde se evalúan dietas al 100% de concentrado comercial y 100% de FVH respectivamente, se determina que durante las primeras etapas de desarrollo, es fundamental un adecuado suministro de proteínas, vitaminas y grasas, ya que estas etapas son fundamentales para permitir un óptimo desarrollo de órganos y sistemas vitales en el pollito como corazón, bazo, hígado y sistema digestivo, lo cual contribuye a mejorar el sistema inmune del pollito, facilitar la absorción del saco vitelino, favorecer la uniformidad del lote, mejorar la calidad de la canal entre otros. Se observa que durante las 3 primeras semanas la ganancia de peso semanal no se incrementa considerablemente, lo cual sugiere la importancia de suministrar durante la primera etapa de desarrollo del pollito, los contenidos adecuados de proteínas, vitaminas y minerales. (Morales, 1987; Lebas, 1989; Morales *et al.*, 2009). Siguiendo durante la etapa de iniciación, la utilización de una dieta basada en solo concentrado comercial, y para la etapa posterior, la incorporación del FVH hasta en un 30%, esto se puede ver reflejado en el comportamiento presentado sobre la semana 4 en adelante, donde la ganancia en peso semanal,

tiende a tener un comportamiento aceptable, en el comparativo con la curva de crecimiento de T0 pero es tardío, debido al estancamiento reflejado durante las primeras semanas.

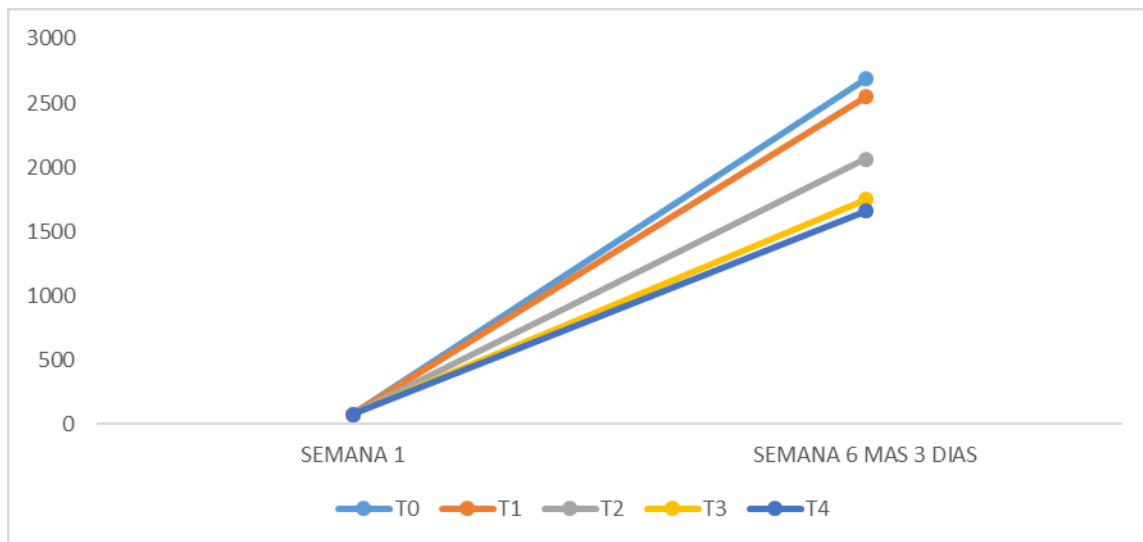


Figura 6. Ganancia de peso Final, de pollos raza Broiler Gigante.

Fuente: Autor (2018).

(T0) corresponde a alimentación 100% a base de concentrado de acuerdo a recomendaciones de la casa comercial Solla. (T1) corresponde a la dieta de 25% de FVH. Más 75% de producto comercial (PC), (T2) corresponde a la dieta de 50% de FVH. Mas el 50% de PC, (T3) corresponde a la dieta de 75% de FVH. Mas el 25% de PC. Y (T4) corresponde a la dieta de 100% FVH.

Al finalizar el periodo experimental según los resultados, el tratamiento T0 fue el que mostró un mayor peso promedio (2687kg) seguido por el T1 (2545kg) siendo estos datos similares a los obtenidos por Lesson y Summers (1980) en pollos alimentados con dietas convencionales en contenidos de PC, pesos de 2580kg. Para machos a 47 días. El reemplazo parcial de la alimentación basada en concentrado comercial por FVH de avena presentó una disminución lineal ($P \leq 0.001$), siendo las diferencias entre tratamientos significativas ($P \leq 0.05$) cuando el reemplazo superó el 50%. El consumo exclusivo de FVH (T4) significó la disminución de 38,25%; 34,9%, 23,22% y 5,28%, en relación con T1, T2, T3 y T4, respectivamente. Esta disminución en el consumo fue

influenciada por el mayor volumen del FVH en comparación con el Concentrado Comercial, tal como ha sido sugerido por Morales *et al.* (2009).

Igualmente, la ganancia de peso, también mostró una disminución lineal ($P \leq 0.001$) cuando el remplazo en la dieta con FVH aumento y registró diferencias significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$). Este comportamiento se correlacionó significativamente con la disminución en el consumo de alimento ($P \leq 0.05$) el cual restringió, a la vez, el consumo de proteína y energía. Estos dos últimos componentes son esenciales para maximizar la ganancia de peso (Morales, 1987; Lebas, 1989; Morales *et al.*, 2009). Resultados similares de ganancia de peso vivo encontró Santibáñez (2005), quien usando FVH de avena-vicia registró ganancias similares, cuando el reemplazo de la dieta base fue de 30%, sugiriendo este valor como umbral máximo para el reemplazo de la alimentación de pollos en etapa de engorde. No obstante, existen experiencias que indican que es posible el reemplazo hasta 80% del Concentrado Comercial por FVH a base de especies gramíneas (FAO, 2001).

7.2 Conversión alimenticia.

7.2.1 Análisis de varianza.

Tabla 7.

Prueba de homogeneidad de varianza

Prueba de homogeneidad de varianzas				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Conversión	1,745	4	29	,167

Fuente: Autor (2018).

Teniendo en cuenta el valor de Sig. 0,167 del test de Levene, al ser mayor que 0,05, se puede afirmar que los datos de las tres variables presentan homogeneidad de varianzas.

Tabla 8.

Anova.

Anova						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Conversión	Inter-grupos	8,989	4	2,247	61573,896	,000
	Intra-grupos	,001	29	,000		
	Total	8,990	33			

Fuente: Autor (2018).

Considerando el valor de Sig. 0,000 de la prueba de Shapiro-Wilk, al ser menor que 0,05, se puede afirmar que los datos no presentan una distribución normal.

Tabla 9.

Comparaciones múltiples.

Comparaciones múltiples

HSD de Tukey

Variable dependiente	(I) Tto	(J) Tto	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Conversion	1,00	2,00	-,11540*	,00304	,000	-,1242	-,1065
		3,00	-,62741*	,00318	,000	-,6367	-,6182
		4,00	-1,11226*	,00304	,000	-1,1211	-1,1034
		5,00	-1,28425*	,00337	,000	-1,2940	-1,2745
	2,00	1,00	,11540*	,00304	,000	,1065	,1242
		3,00	-,51201*	,00336	,000	-,5218	-,5022
		4,00	-,99686*	,00323	,000	-1,0062	-,9875
		5,00	-1,16885*	,00354	,000	-1,1791	-1,1586
	3,00	1,00	,62741*	,00318	,000	,6182	,6367
		2,00	,51201*	,00336	,000	,5022	,5218
		4,00	-,48485*	,00336	,000	-,4946	-,4751
		5,00	-,65684*	,00366	,000	-,6675	-,6462
	4,00	1,00	1,11226*	,00304	,000	1,1034	1,1211
		2,00	,99686*	,00323	,000	,9875	1,0062
		3,00	,48485*	,00336	,000	,4751	,4946
		5,00	-,17199*	,00354	,000	-,1823	-,1617
	5,00	1,00	1,28425*	,00337	,000	1,2745	1,2940
		2,00	1,16885*	,00354	,000	1,1586	1,1791
		3,00	,65684*	,00366	,000	,6462	,6675
		4,00	,17199*	,00354	,000	,1617	,1823

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Fuente: Autor (2018).

Los resultados obtenidos muestran una mejor conversión alimenticia total el tratamiento TO con respecto a los tratamientos T1, T2, T3, y T4 respectivamente (2,07 vs. 2.18, 2.70, 3.18, 3.35). Lo que para el caso de este experimento se encuentra un aumento de la conversión alimenticia en pollos alimentados con el germinado de avena, en adición con el alimento comercial en un 25 por ciento (T1) respectivamente, se confirma lo establecido por Flores y Ávila (1982) quienes encontraron un incremento ($P \leq 0.05$) de 1.82 a 2.22 de una a cinco semanas de edad, al reducir la PC de un 20 a 30 por ciento.

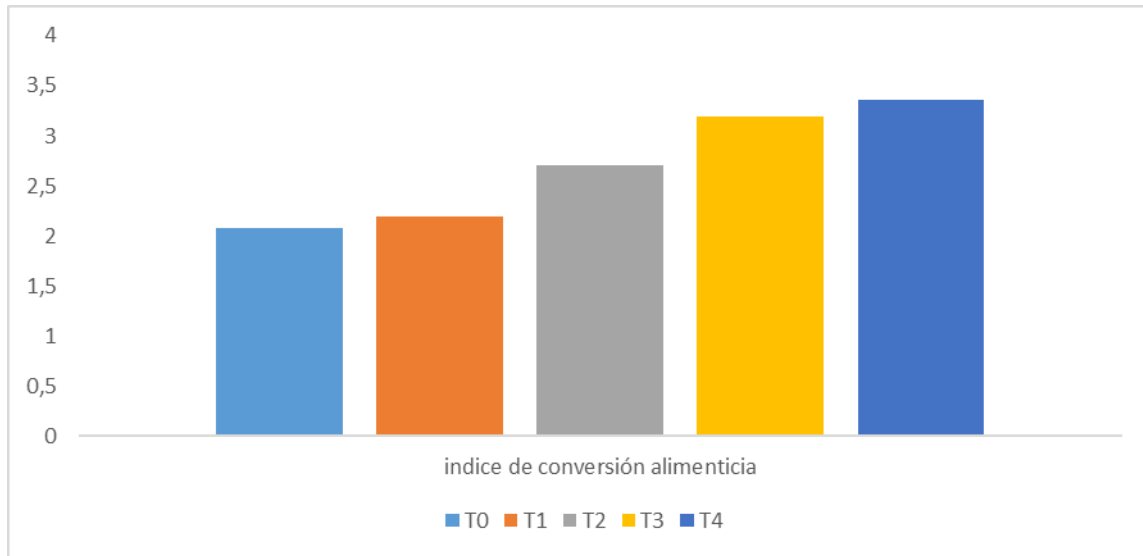


Figura 7. Conversión alimenticia

Fuente: Autor (2018).

(T0) corresponde a alimentación 100% a base de concentrado de acuerdo a recomendaciones de la casa comercial Solla. (T1) corresponde a la dieta de 25% de FVH. Más 75% de producto comercial (PC), (T2) corresponde a la dieta de 50% de FVH. Mas el 50% de PC, (T3) corresponde a la dieta de 75% de FVH. Mas el 25% de PC. Y (T4) corresponde a la dieta de 100% FVH.

De acuerdo a lo observado en la gráfica, se tiene que entre T0 y T1 hay una diferencia del 5,3% siendo estos tratamientos los que presentan una menor diferencia, entre T0 Y T2 se presenta una diferencia porcentual del 30,4% esta tendencia se ve creciente en la medida que aumenta en la dieta de las aves la incorporación del FVH, sientto entre T0 Y T3 el 53,6% de diferencia, y el 61,8% la diferencia entre T0 que corresponde a la dieta de 100% concentrado comercial y T4 100% FVH.

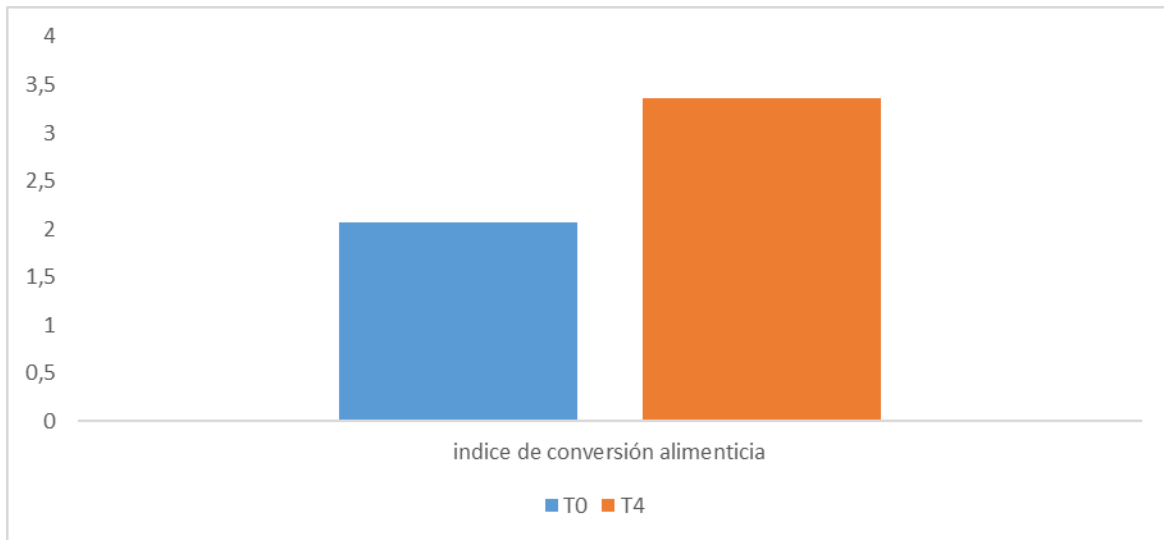


Figura 8. Comparativo de la conversión alimenticia de la dieta convencional T0 vs T4

Fuente: Autor (2018).

De los resultados obtenidos en la figura 8, se ratifica diversos estudios (Quintero *et al.*, 2007; Morales *et al.*, 2009, Nieves *et al.*, 2009; Palma y Hurtado, 2010) que han registrado conversiones alimenticias en un rango de 2.03 a 3.97 (kg MS/kg PV) lo cual hace necesario una mejor comprensión de la eficiencia usando otros parámetros productivos (por ejemplo, ganancia de peso, pruebas de digestibilidad). No obstante, Acosta y Bautista (1995)

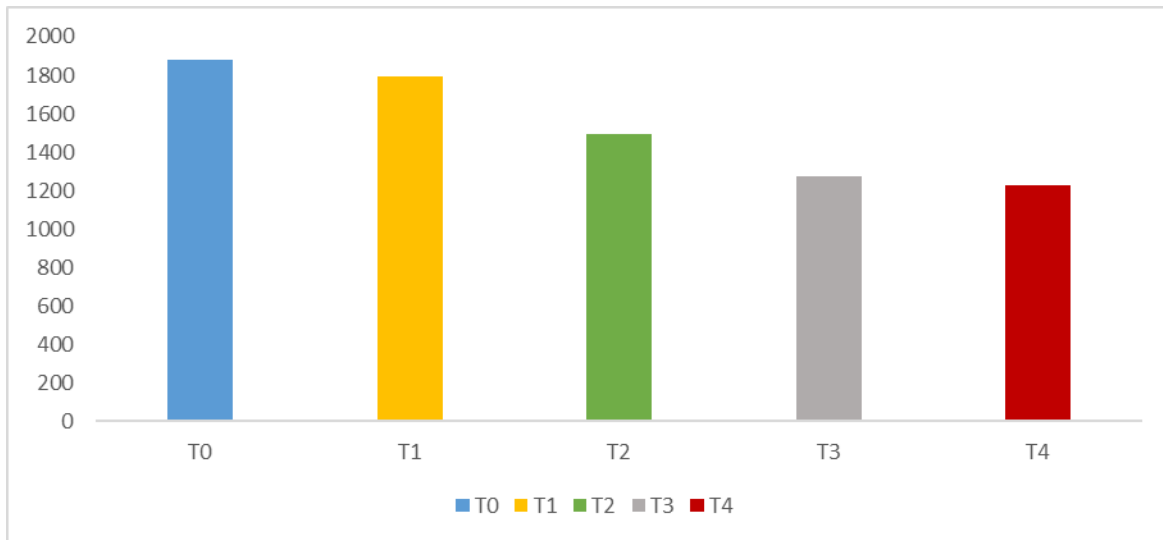


Figura 9. Rendimiento en canal

Fuente: Autor (2018).

(T0) corresponde a alimentación 100% a base de concentrado de acuerdo a recomendaciones de la casa comercial Solla. (T1) corresponde a la dieta de 25% de FVH. Más 75% de producto comercial (PC), (T2) corresponde a la dieta de 50% de FVH. Mas el 50% de PC, (T3) corresponde a la dieta de 75% de FVH. Mas el 25% de PC. Y (T4) corresponde a la dieta de 100% FVH.

Como se puede apreciar en la figura 9, que el tratamiento T0 en promedio, fue el que tuvo un mejor rendimiento en canal, seguido por el tratamiento T1, T2, T3, y T4 respectivamente, (1878grs vs. 1795, 1496, 1272, 1226grs), Lo que no coincide con lo reportado por Shingh y Essary (1974) donde mencionan que la edad es un factor para el rendimiento en canal teniendo un reporte en el rendimiento (con menudencias) menor (1850 grs) a las cuatro semanas y mayor (2160 grs) a las ocho semanas; y de igual manera no se coincidió con lo expuesto por Havenstein et al. (1994) donde coincide con Shingh y Essary (1974) en la obtención rendimientos menores (1750 grs) para seis semanas y mayores (1990 grs) para diez semanas de edad.

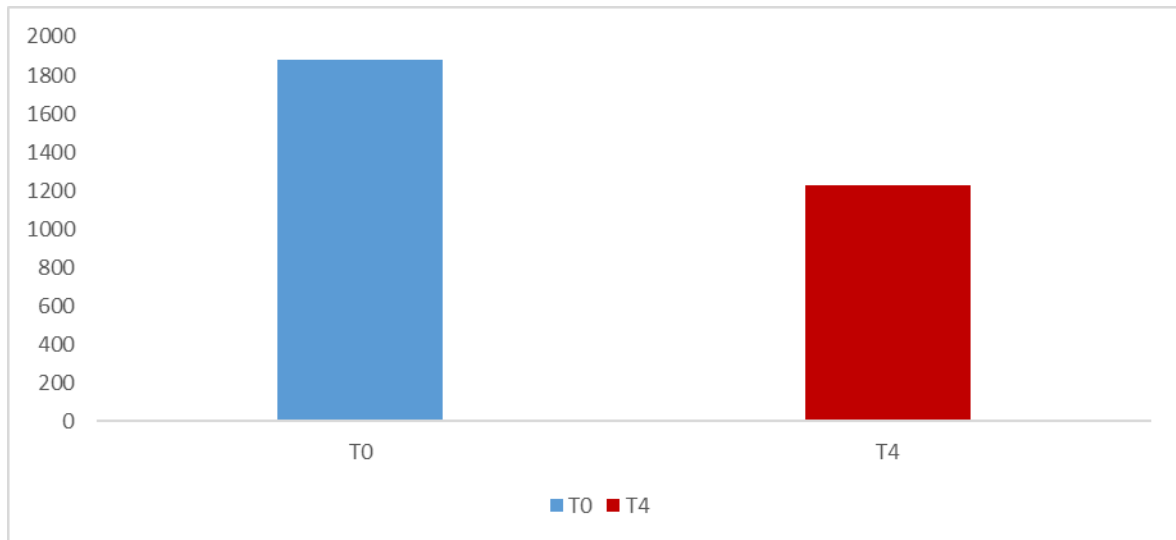


Figura 10. Comparativo del rendimiento en canal de la dieta convencional T0 vs T4.

Fuente: Autor (2018).

Blanco (1996) estudió el efecto de dos promotores de crecimiento sobre el consumo de alimento, la ganancia de peso, la conversión alimenticia, mortalidad y el rendimiento de la canal con dietas a base de sorgo, soya y gluten de maíz, concluye que hubo efectos sobre el rendimiento de la canal; lo cual coincide con los resultados obtenidos en nuestra evaluación pues de igual manera se obtuvieron resultados sobresalientes en el rendimiento en canal con T0 cuya base de alimentación se basó en 100% de concentrado comercial, frente a T4 con el 100% de FVH.

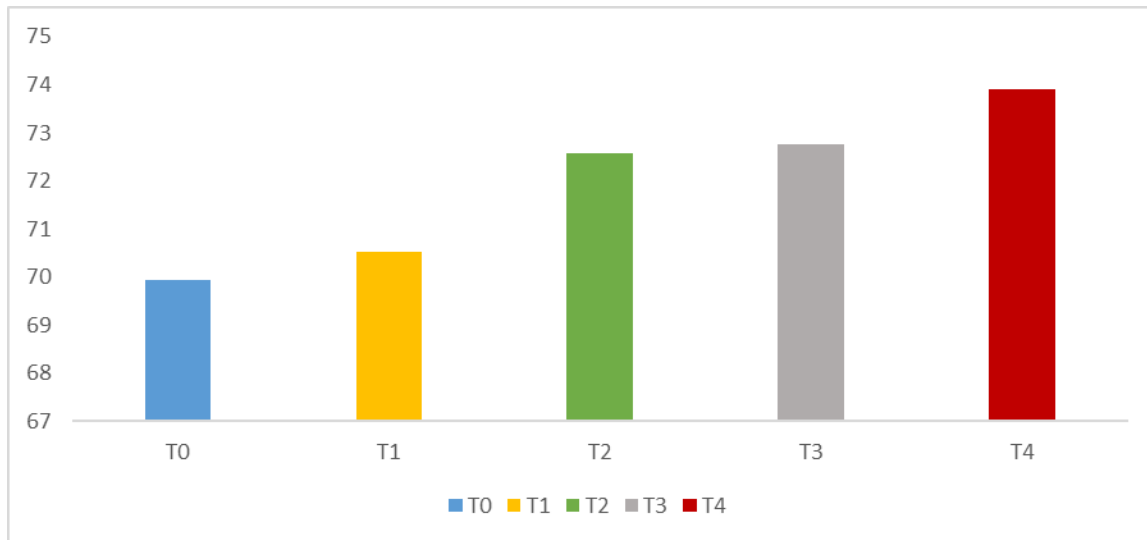


Figura 11. Rendimiento en canal

Fuente: Autor (2018).

(T0) corresponde a alimentación 100% a base de concentrado de acuerdo a recomendaciones de la casa comercial Solla. (T1) corresponde a la dieta de 25% de FVH. Más 75% de producto comercial (PC), (T2) corresponde a la dieta de 50% de FVH. Mas el 50% de PC, (T3) corresponde a la dieta de 75% de FVH. Mas el 25% de PC. Y (T4) corresponde a la dieta de 100% FVH.

Se observa en la figura 11, al tratamiento T0 con el mejor comportamiento, con un porcentaje del 69,93. Seguido del tratamiento T1 con un porcentaje entre las repeticiones del 70,53, T2 del 72,56, T3 del 72,76, y T4 del 73,89, respectivamente.

Comparando los resultados del presente trabajo con los obtenidos por Singh y Essary (1974), sobre RC en pollos, donde ellos evaluaron solamente edad y sexo, reportando un RC (con menudencias), a las cuatro semanas menor a (75.5 por ciento), observamos que este resultado es menor a los obtenidos en este trabajo, y de la misma manera ambos tratamientos obtenidos en este trabajo fueron mayores, que lo reportado por Havenstein et al (1994) evaluando la edad de los pollos, obteniendo un RC menor a (67.7 por ciento) para seis semanas y mayor (73.1 por ciento) para 10 semanas de edad.

La variación entre los resultados reportados por los autores antes mencionados, podría deberse a la diferencia de edades en que los pollos fueron evaluados.

7.3 Análisis económico.

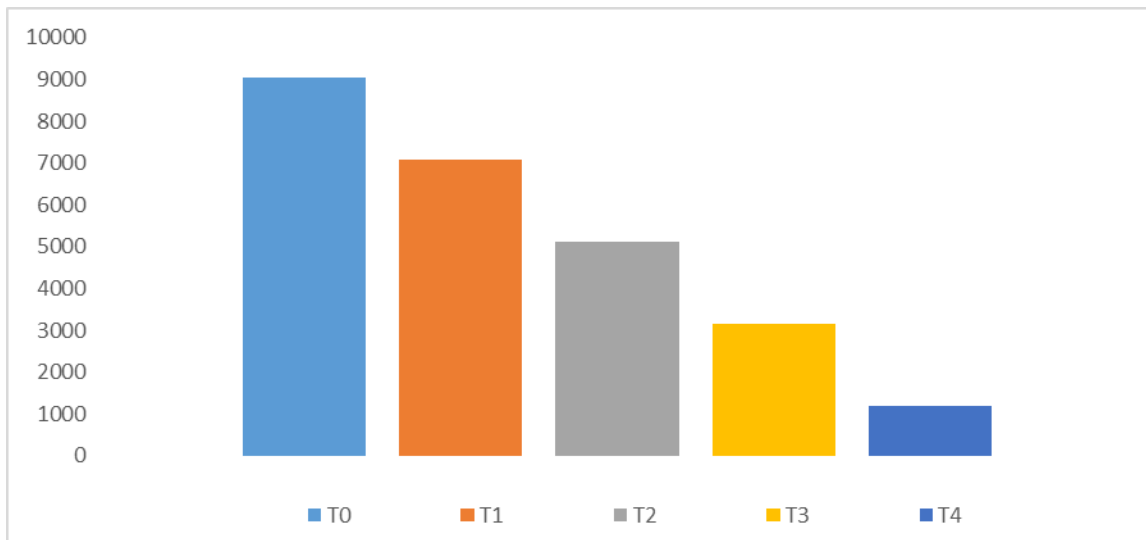


Figura 12. Análisis Económico

Fuente: Autor (2018).

(T0) corresponde a alimentación 100% a base de concentrado de acuerdo a recomendaciones de la casa comercial Solla. (T1) corresponde a la dieta de 25% de FVH. Más 75% de producto comercial (PC), (T2) corresponde a la dieta de 50% de FVH. Mas el 50% de PC, (T3) corresponde a la dieta de 75% de FVH. Mas el 25% de PC. Y (T4) corresponde a la dieta de 100% FVH.

Se determina en la figura 11 correspondiente al análisis económico, que el costo total para T0 es de 9051 pesos por ave, T1 tuvo un valor de 7086\$, T2 con un valor de 5125\$, T3 con un valor de 3160\$, y T4 con un valor de 1197 pesos, respectivamente.

Se mostró un comportamiento lineal ($P \leq 0.001$) presentando diferencias significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$) cuando el reemplazo de la dieta base con FVH aumento del 25 al 50%, 75% y 100% respectivamente. A pesar de lo anterior, diversas experiencias han demostrado que el

reemplazo parcial de Concentrado Comercial con forrajes alternativos representa una opción económicamente viable, cuando la relación costo de la alimentación/producción de carne decrece (Quintero *et al.*, 2007; Ibrahim *et al.*, 2009; Nieves *et al.*, 2009).

Entre T0 y T1 se observa una diferencia del 21,7%, entre T0 y T2 la diferencia corresponde al 43%, entre T0 y T3 la diferencia es del 65%, entre T0 y T4 se presenta diferencia del 86%. Ya que para este último tratamiento se manejó como dieta alimenticia solo el FVH. Con un costo de producción de 215 pesos por kilo, mientras que el kilo de concentrado comercial se adquirió a 1625 pesos por kilo.

En el comparativo de T0 y T1 tenemos que ambos tratamientos tienen el peso óptimo para la venta, en los tiempos aceptables para este tipo de explotación pecuaria, con una disminución del 21,7% en los costos de la alimentación al adicionar FVH en la dieta de las aves, esto ratifica los estudios realizados por Havenstein *et al* (1994) quien plantea que para el caso de producción de pollo de engorda, se puede sustituir hasta en un 25% la dieta de concentrado comercial, por FVH, logrando el óptimo económico en el desarrollo de esta actividad.

Recomendaciones

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se puede recomendar la incorporación de FVH a base de Avena sativa en la dieta de pollos de raza broiler gigante en pollos como reemplazo parcial del alimento balanceado comercial. Realizar previo estudio del lugar donde se va a ejecutar el proyecto de esto depende el éxito o fracaso del mismo.

Evaluar el FVH en diversos porcentajes de reemplazo junto con otras fuentes alternativas de alimentación.

Evaluar la incorporación de FVH como dieta experimental en otras especies de interés para la zona, como lo son las aves ponedoras y la ganadería bovina de producción lechera.

Realizar un estudio económico más detallado para determinar los costos reales por cada kilogramo de carne producida con el fin de estimar la ganancia real obtenida con cada una de las dietas experimentales.

Desarrollar nuevos estudios teniendo en cuenta la evaluación de las variables ambientales, que también pueden influenciar los resultados obtenidos.

Conclusiones

- Se demostró la factibilidad de producir Forraje Verde Hidropónico en poco tiempo, biomasa fresca, limpia y de alto contenido nutricional para proporcionar alimento en forma sostenida a pollos durante un promedio de 45 días en el municipio de Sáchica Boyacá.
- El período promedio del cultivo desde la siembra a la cosecha fue de 14 días alcanzándose una conversión ponderada de 1:6 es decir por cada unidad de peso de semilla sembrada se cosechó 6 unidades de peso de forraje verde hidropónico.
- El forraje verde hidropónico es una excelente alternativa para producir alimento en espacios reducidos, factible de producir en corto tiempo, muy bien aceptado por animales, lo cual representa una alternativa para promover el desarrollo rural en Sáchica Boyacá.
- Para el ensayo de pollos para engorda raza BROILER GIGANTE el mejor tratamiento fue 75% de concentrado comercial más 25% de FVH, ya que por los resultados del análisis económico se obtiene un rendimiento en canal bueno para el mercado y el ahorro en cuanto a la dieta alimenticia del 21,7% seguidos muy cerca por los tratamientos TO, T2, T3 y T4 (100% concentrado comercial, 50% concentrado comercial más 50% FVH, 25% concentrado comercial más 75% FVH, 100% de FVH respectivamente).
- En cuanto a conversión alimenticia en el caso de pollos para engorda raza BROILER GIGANTE; los mejores tratamientos son las combinaciones (100% Concentrado Comercial seguido por 75 % de concentrado comercial + 25 % de FVH y 50 % de FVH + 50% de concentrado comercial, 25% concentrado comercial más 75% FVH, y 100% de FVH)
- El costo de producción ponderado para un kilo de forraje verde hidropónico de avena,

tuvo un costo de 215, es un costo unitario que incluye costos fijos y variables.

- Se evaluó la capacidad de suministro de FVH con las instalaciones del invernadero, el cual tiene unas capacidades diarias de 20 kilos, mismas que podrían utilizarse para alimentar 100 pollos.

- Se pudo comprobar que el uso de forraje verde hidropónico en alimentación de pollos para engorda, presenta ventajas tales como: Alimento fresco de alto valor nutritivo producido in situ, es una alternativa más barata para complementar el uso de alimentos concentrados, se puede producir durante todo el año, mayor producción por unidad de superficie, es bien aceptado por los animales y no se requiere de instalaciones sofisticadas para su producción.

- Entre las desventajas se pueden mencionar la poca disponibilidad de semillas frescas en las unidades productivas, el manejo es intensivo, riegos frecuentes, siembra y cosecha todos los días disponibilidad de semilla fresca.

Anexos







Referencias Bibliográficas

- Amador, A. L. y C. Boschini. (2000). *Fenología productiva y nutricional de maíz para la producción de forraje*. *Agronomía Mesoamericana*, 11(1): 171-177.
- Arano, C. (1998). *Forraje Verde Hidropónico y Otras técnicas de cultivo sin tierra*. Buenos Aires, Argentina.
- Arce, M. J. (1993) *Restricción de Alimento Manual y Diferentes Densidades de Nutrientes en las Dietas para Control de Síndrome Ascítico en Pollos de Engorda*. XI Ciclo de Conferencias Internacionales Sobre Avicultura. INIFAP-SARH. Centro de Ganadería. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado De México 37-54 P.
- Barreto, L. (2005). *Módulo de Nutrición y alimentación animal*. UNAD, Bogotá.
- Bavera, G. Bocco, O., Beguet, H. y Petryna, A. (2005). Crecimiento, desarrollo y precocidad. Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/externo/05-crecimiento_desarrollo_y_precocidad.pdf
- Beltrano, J. y Giménez, D. (2015). *Cultivo en hidroponía*. Universidad Nacional de la Plata. Argentina.
- Bohórquez, V.D. (2014). *Perspectiva de la producción avícola en Colombia*. Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ciencias Económicas. Bogotá, D.C.
- Camargo, J.E. (2000). *Determinación del Rendimiento de Granos Germinados para uso Forrajero en Maíz y Trigo en dos densidades de Siembra*. Sinaloa.
- Capraispana.com. (2003). *Manejo de la Hidroponía de maíz*. Recuperado de: <http://www.capraispana.com/destacados/costarica/forraje.htm>. Consultado: abril 20 de 2018.
- Carballo, C.R. (2000). *Ganadería Holística*. Culiacán, México.

- Carreño, N.E. (2010) *Módulo de nutrición avanzada*. UNAD, Bogotá.
- Castro, R.G. (2002). *Forrajes Hidropónicos en Sonora*. Panorama Agropecuario, Blvd.102-4 B Oriente. C.P. 81240, Los Mochis, Sinaloa, México.
- Chacón, C. y Nieto, G. (1998). *Evaluación agronómica y alimenticia de la asociación maíz – lablab para vacas lecheras de alta producción*. IV Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. Unellez. Barinas, Venezuela, pp. 115-127.
- CORABASTOS (2017). Histórico de precios. Recuperado de <https://www.corabastos.com.co/sitio/historicoApp2/reportes/prueba.php>
- DANE (2005). Datos del Censo Nacional de Colombia. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-general-2005-1>
- Duran, C.F. (2011). *Tesis Análisis comparativo nutricional y económico de tres alimentos balanceados para vacas lecheras de alta producción Zamorano*. Honduras.
- Eikon (2000). *Forraje Verde Hidropónico*. Agricultura, página 15. Grupo Editorial Eikon S.A. de C.V. Privada París, N° 2472, Colonia Arcos del Sur, S.J. C.P. 44520, Guadalajara, Jalisco, México.
- Elizondo, J. y Boschini, C. (2002). *Producción de forraje con maíz criollo y maíz híbrido*. *Agronomía Mesoamericana*, 13(1): 13-17.
- ELTIEMPO. (2008). *Costos de producción de maíz no compensan los ingresos que recibe*. Recuperado de: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-4107497>. Consultado: abril 14 de 2018.
- Espinoza F, Argenti P, Urdaneta G, Araque C, Fuentes A, Palma J y Bello C. (2004). *Uso del forraje de maíz (Zea mays) hidropónico en la alimentación de toretes mestizos*. *Zootecnia Trop*. 22 (24).

FAO. (2001). *Forraje Verde Hidropónico*, Manual Técnico. TCP/ECU/066(A) “Mejoramiento de la disponibilidad de alimentos en los Centros de Desarrollo infantil del INNFA” Oficina Regional de la para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile.

_____. (2006). *Oficina Regional para América Latina y el Caribe*. Forraje verde hidropónico. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/fao/field/009/ah472s/ah472s03.Pdf>. Consultado: abril 15 de 2018.

Federación Nacional de Avicultores -FENAVI (2018): Estados actual del sector. Recuperado de: <http://fenavi.org/>

Galán, J.A.; Herrera, L.A y Pabón, C.F. (2010). *Resultado químico realizado en el laboratorio de nutrición*. Universidad Cooperativa de Colombia, Bucaramanga

González, M.A. (1999). *Alimentación de Conejos con Granos Germinados*. Universidad Autónoma de Sinaloa

Herrera, A. M., Depablos, L, López, R., Benzrra, M y Ríos, L. (2007). *Degradabilidad y digestibilidad de la materia seca del forraje hidropónico de maíz (Zea mays)*. Respuesta animal en términos de consumo y ganancia de peso. Revista Científica FCV-LUZ, XVII (4): 372-379.

HORFROG (2005). *Materiales para el desarrollo de la Hidroponía*. Recuperado de: <http://www.hotfrog.com.mx/Products/Materiales-Para-Hidroponía>. Consultado: 16 abril de 2018.

IDEAM. (2006). *El medio ambiente en Colombia*. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/publica/medioamb.Cap3-I.pdf>. p. 67. Patrón general de lluvias. Consultado: 23 de abril de 2018.

Ingalls, H. (2006). *Eficiencia Técnica y económica en la producción avícola de pollo de engorde*. Albeitar.

Mendoza V, S.A. (2005). *Modulo pastos y forrajes*. Unad, Bogotá.

Miranda, J., Benezra, M. y Colmenares, O. (2002). *Efecto de la suplementación estratégica con germen de maíz sobre la producción de leche y reproducción de vacas de doble propósito*. *Zootécnica Tropical*. 20(1): 31-47

POT (2004). Esquema de ordenamiento territorial de Sáchica
http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/S/sachica_-_boyaca_-_eot_-_2004/sachica_-_boyaca_-_eot_-_2004.asp

Riaño, L. C.E. (2005). *Módulo de Diseño experimental para ingeniería de alimentos* (2005) UNAD. Bogotá.

Rivera A., Moronta M., González M., González D., Perdomo D., García D. E. y Hernández G. (2010), *Producción de forraje verde hidropónico de maíz (Zea mays L.) en condiciones de iluminación deficiente*. *Zootecnia Tropical*, 28 (1), 33-41

Rodríguez, E.M. (2005). *Proyecto de inversión para la producción de forraje verde hidropónico en sata maría Chachoapan, Nochixtlan, Oaxaca, México*.

Sampeiro, G. (1998). *Hidroponía básica*, México

Santacoloma, L.E. (2006). *Modulo nutrición de rumiantes*. UNAD, Bogotá.

Vargas, H.H. (2005). *Módulo de diseño de proyectos*. UNAD. Bucaramanga.

Wittke G. (1978). *Fisiología de los Animales Domésticos*. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires. p. 178.