



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES FUENTES DE PROTEÍNA VEGETAL
(SOYA-ALFARINA-ALGODÓN) EN EL ALIMENTO BALANCEADO PARA
CERDOS LANDRACE (*Sus scrofa*) EN ETAPA DE CRECIMIENTO Y ENGORDE
EN LA COMUNIDAD DE QUINCHUQUÍ - OTAVALO.**

Tesis de grado previa la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

AUTOR : CONEJO AGUILAR LUIS ARMANDO

DIRECTOR DE TESIS

Dr. LUIS NÁJERA

Ibarra – Ecuador


2016

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES FUENTES DE PROTEÍNA VEGETAL (SOYA –ALFARINA – ALGODÓN) EN EL ALIMENTO BALANCEADO PARA CERDOS LANDRACE (*Sus scrofa*) EN ETAPA DE CRECIMIENTO Y ENGORDE EN LA COMUNIDAD DE QUINCHUQUÍ – OTAVALO ”

En calidad de director de la tesis de grado “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES FUENTES DE PROTEÍNA VEGETAL (SOYA – ALFARINA – ALGODÓN) EN EL ALIMENTO BALANCEADO PARA CERDOS LANDRACE (*Sus scrofa*) EN ETAPA DE CRECIMIENTO Y ENGORDE EN LA COMUNIDAD DE QUINCHUQUÍ – OTAVALO” presentada por el señor Conejo Aguilar Luis Armando para optar por el título de Ingeniero Agropecuario.

Doy fe de que el mencionado trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a evaluación por parte del tribunal lector que designe.



Dr. Luis Nájera
Director de Tesis

Ibarra – Ecuador

2016

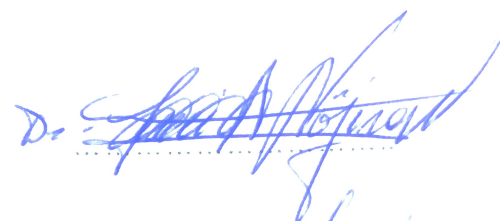
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Tesis revisada por el comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener el título de:

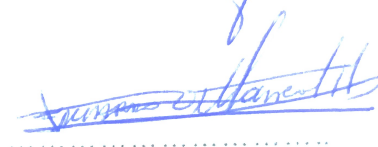
INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADA POR:

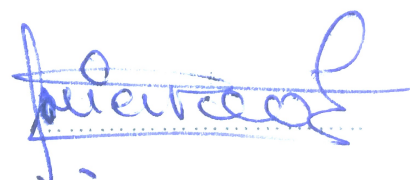
Dr. Luis Nájera DIRECTOR

Handwritten signature of Dr. Luis Nájera in blue ink, written over a horizontal dotted line.

Ing. Eduardo Villarreal MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Handwritten signature of Ing. Eduardo Villarreal in blue ink, written over a horizontal dotted line.

Ing. Miguel Aragón MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Handwritten signature of Ing. Miguel Aragón in blue ink, written over a horizontal dotted line.

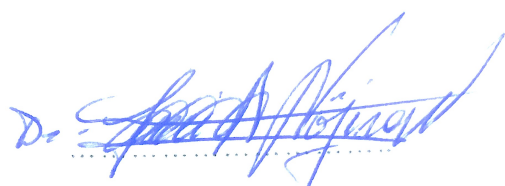
Ing. Andrea Tafur MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Handwritten signature of Ing. Andrea Tafur in blue ink, written over a horizontal dotted line.

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Conejo Aguilar Luis Armando, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 05 días del mes de Julio de 2016

D. 

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad. Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información

DATOS DE CONTACTO:	
Cédula de identidad:	1003570106
Apellidos y nombres:	Conejo Aguilar Luis Armando
Dirección:	Otavaló -Quinchuquí
Email:	luisconejo_@hotmail.com
Teléfono fijo:	062690-763
Teléfono móvil:	0989044813

DATOS DE LA OBRA	
Título	“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES FUENTES DE PROTEÍNA VEGETAL (SOYA – ALFARINA – ALGODÓN) EN EL ALIMENTO BALANCEADO PARA CERDOS LANDRACE (<i>Sus scrofa</i>) EN ETAPA DE CRECIMIENTO Y ENGORDE EN LA COMUNIDAD DE QUINCHUQUÍ – OTAVALO”
Autor:	Luis Armando Conejo Aguilar
Título por el que opta:	Ing. Agropecuario
Director:	Dr. Luis Nájera

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Luis Armando Conejo Aguilar con cédula de ciudadanía Nro. 1003570106 en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizamos a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS.

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 05 de julio del 2016

EL AUTOR:



Luis Armando Conejo Aguilar

ACEPTACIÓN



Ing. Betty Chávez

JEFE DE BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Luis Armando Conejo Aguilar con cédula de ciudadanía 1003570106 manifiesto la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autores de la obra o trabajo de grado denominado: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES FUENTES DE PROTEÍNA VEGETAL (SOYA – ALFARINA – ALGODÓN) EN EL ALIMENTO BALANCEADO PARA CERDOS LANDRACE (*Sus scrofa*) EN ETAPA DE CRECIMIENTO Y ENGORDE EN LA COMUNIDAD DE QUINCHUQUÍ – OTAVALO”**, que ha sido desarrollada para optar por el título de Ingeniero Agropecuario en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribimos este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte

Luis Armando Conejo Aguilar.

Ibarra, 05 de julio del 2016

DEDICATORIA

Esta tesis es dedicada para mis padres, Segundo Conejo Morales y Rebeca Aguilar Córdova, quienes con su apoyo moral, emocional y económico; día tras día me ayudaron a terminar mi carrera al igual que a todos los docentes quienes me apoyaron con su vasta experiencia y conocimiento para poder realizar este trabajo con éxito.

Luis Conejo

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios, por haberme acompañado y guiado en el transcurso de mi carrera, por ser mi fortaleza, en momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de experiencias, aprendizajes y sobre todo por brindarme el apoyo de mis padres y mi esposa; a la Universidad Técnica Del Norte por haber dado la oportunidad de aprender sus conocimientos necesarios para nuestra vida profesional, a mi director de tesis y asesores que siguieron y facilitaron sus conocimientos para elaborar el presente proyecto.

Luis Conejo

INDICE DE CONTENIDOS

Resumen.....	1
Abstract.....	3
1. CAPITULO 1 : INTRODUCCIÓN.....	5
1.1.Problema.....	5
1.2.Justificación.....	6
1.3.Objetivos: generales y específicos.....	7
1.4.Hipótesis.....	7
2. CAPITULO 2 : MARCO TEORICO	8
2.1. Generalidades.....	8
2.1.1. Sistema digestivo del cerdo.....	9
2.1.1.1. Función.....	10
2.1.1.2. Partes.....	10
2.2. Aspectos productivos del engorde.....	11
2.2.1. Crecimiento y Engorde.....	11
2.2.1.1. Nutrición porcina.....	13
2.2.1.1.1. Requerimientos nutricionales.....	13
2.2.1.1.1.1. Necesidades de proteína.....	14
2.2.1.1.1.2. Necesidades de energía.....	14
2.2.1.1.1.3. Necesidades de vitaminas y minerales.....	15
2.2.1.1.1.3.1. Función de las vitaminas y minerales.....	15
2.2.1.1.1.3.1.1. Vitaminas.....	15
2.2.1.1.1.3.1.1.1. Tiamina.....	16
2.2.1.1.1.3.1.1.2. Riboflavina.....	16
2.2.1.1.1.3.1.1.3. Niacina.....	17
2.2.1.1.1.3.1.1.4. Ac. Fólico.....	17
2.2.1.1.1.3.1.2. Minerales.....	18
2.2.1.1.1.3.1.2.1. Calcio.....	18
2.2.1.1.1.3.1.2.2. Fósforo.....	18
2.2.1.1.1.3.1.2.3. Hierro.....	19
2.2.1.1.1.3.1.2.4. Zinc.....	19

2.2.1.2. Consumo de alimento.....	19
2.3. Materia prima para elaboración de balanceado.....	20
2.3.2 fuente de proteínas vegetales.....	20
2.3.2.1 Soya.....	20
2.3.2.2 Alfarina.....	23
2.3.2.3 Semilla de algodón.....	26
2.3.3 Fuentes energéticas vegetales.....	30
3. CAPITULO 3. METODOLOGIA.....	31
3.1. Características del área de estudio.....	31
3.1.1. Ubicación geográfica.....	31
3.1.2. Características climáticas.....	31
3.2. Materiales y equipos.....	32
3.2.1. Materiales.....	32
3.2.2. Equipos.....	32
3.2.3. Insumos.....	32
3.3. Métodos.....	33
3.3.1. Factor en estudio.....	33
3.3.2. Tratamientos.....	33
3.3.3. Diseño experimental.....	33
3.3.4. Características del experimento.....	33
3.3.5. Características de los corrales.....	34
3.3.6. Características de las unidades experimentales.....	34
3.3.7. Análisis estadístico.....	34
3.3.8. Análisis funcional.....	34
3.3.9. Variables a evaluarse.....	34
3.4. Variables en el estudio.....	35
3.4.1. Consumo de alimento.....	35
3.4.2. Incremento de peso semanal.....	35
3.4.3. Conversión alimenticia.....	35
3.4.4. Análisis de la Morbilidad.....	36
3.4.5. Análisis económico.....	36
3.5. Manejo específico del experimento.....	36
3.5.1. Acondicionamiento del local.....	36
3.5.2. Recepción de los cerdos.....	36

3.5.3. Alimentación.....	37
3.5.3.1 Molido y mezclado.....	37
3.5.4 CONTROL SANITARIO.....	38
3.5.4.2.Aseo de las Instalaciones.....	38
3.5.4.3 Vacunación.....	38
4. CAPITULO 4: RESULTADOS Y DISCUSION	39
4.1.Consumo de alimento.....	39
4.2. Incremento de peso.....	44
4.2.1. Peso Inicial.....	44
4.2.2. Aumento de peso en el primer mes.....	44
4.2.3. Aumento de peso en el segundo mes.....	46
4.2.4. Aumento de peso en el tercer mes.....	47
4.2.5. Aumento de peso en el cuarto mes.....	48
4.3. Conversión Alimenticia.....	51
4.3. Morbilidad.....	54
4.4. Costos de Producción.....	55
5. CAPITULO 5 : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
5.1.Conclusiones	63
5.2.Recomendaciones.....	64
6. BIBLIOGRAFIA CITADA.....	65
6.1.Bibliografía.....	65
7. Anexos.....	69
8. IMPACTO AMBIENTAL.....	79

INDICE DE CUADROS

1. Cuadro N° 1. Requerimientos nutricionales para cerdos en etapas de crecimiento y engorde.....	13
2. Cuadro N° 2 Consumo esperado de alimento.....	20
3. Cuadro N° 3 Contenido de nutrientes de la soya.....	22
4. Cuadro N° 4 Composición química de la harina de alfalfa al 20%.....	25
5. Cuadro N° 5 Composición química de la semilla de algodón.....	28
6. Cuadro N° 6 Materias primas.....	29
7. Cuadro N° 7 Descripción del tratamiento.....	33
8. Cuadro N° 8 Análisis Estadístico.....	34
9. Cuadro N° 9 Consumo medio de alimento primer mes.....	39
10. Cuadro N° 10 Resultado para el análisis de varianza ADEVA	39
11. Cuadro N° 11 consumo medio de alimento segundo mes:.....	40
12. Cuadro N° 12 Resultado para el análisis de varianza ADEVA	40
13. Cuadro N° 13 consumo medio de alimento tercer mes:.....	41
14. Cuadro N° 14 Resultado para el análisis de varianza ADEVA.....	41
15. Cuadro N° 15 consumo medio de alimento cuarto mes:.....	42
16. Cuadro N° 16 Resultado para el análisis de varianza ADEVA	42
17. Cuadro N° 17 Pesos Medios.....	44
18. Cuadro N° 18 Aumento de peso en el primer mes.....	44
19. Cuadro N° 19 Resultados para el Análisis de Varianza (ADEVA) primer mes	45
20. Cuadro N° 20 Aumento de peso en el segundo mes.....	45
21. Cuadro N° 21 Resultados para el Análisis de Varianza (ADEVA) segundo mes.....	46
22. Cuadro N° 22 Aumento de peso en el tercer mes	47
23. Cuadro N° 23 Resultados para el Análisis de Varianza (ADEVA) tercer mes.....	47
24. Cuadro N° 24 Aumento de peso en el cuarto mes.....	48
25. Cuadro N° 25 Resultados para el Análisis de Varianza (ADEVA) cuarto mes.....	48
26. Cuadro N° 26 Prueba de Tukey al 5% con los pesos finales.....	49
27. Cuadro N° 27 Tabla de conversión alimenticia mensual.....	51
28. Cuadro N° 28 Tabla de conversión alimenticia global.....	52
29. Cuadro N° 29 Costos requeridos para el primer tratamiento T1 (testigo) balanceado comercial.....	55
30. Cuadro N° 30 Costos requeridos para el segundo tratamiento T2 (soya).....	56

31. Cuadro N° 31 Costos requeridos para el tercer tratamiento T3 (Alfarina).....	57
32. Cuadro N°32 Costos requeridos para el tercer tratamiento T3 (alfarina).....	58
33. Cuadro N° 33 Producción en Kg.....	59
34. Cuadro N° 34 Costo por kilogramo de carne producido.....	60
35. Cuadro N°35 Costo Venta al mercado.....	61
36. Cuadro N° 36 Comparación inversión ganancia.....	62

INDICE DE GRÁFICOS

1. Fig. 1. Consumo de alimento total.....	43
2. Fig. 2. Aumento de peso en kg	50
3. Fig. 3 Gráfica de dispersión del aumento de peso semanal de los tratamientos.....	50
4. Fig.4. Conversión Alimenticia de las unidades experimentales por tratamientos.....	53
5. Fig. 5. Grafico de Morbilidad.....	54
6. Fig.6.Costos de producción y el aumento de peso.....	59

RESUMEN

La investigación se realizó en las instalaciones “Quinchuquí” ubicada en la comunidad de Quinchuquí cantón Otavalo (Imbabura). Se evaluó el efecto de tres fuentes de proteína vegetal en la elaboración de alimento balanceado para porcinos en la etapa de crecimiento y engorde con las fuentes de proteína vegetal de la soya, alfarina y el algodón, previamente analizadas en el laboratorio para luego ser formulados con otros ingredientes disponibles; las variables que se tomaron en cuenta fueron el consumo de alimento, aumento de peso, conversión alimenticia, morbilidad y costos de producción para cada tratamiento. Por la variación de los datos se aplicó un Diseño Completamente al Azar (D.C.A.), con cuatro tratamientos y cinco repeticiones con resultados al final de la prueba de significación Tukey al 5%.

Cabe mencionar que para el T1 se utilizó balanceado comercial ALCON como testigo (formulación a base de harina de pescado), la fuente de proteína para la formulación del T2 fue de soya al igual que para la formulación del T3 se utilizó la alfarina comercial y para el T4 se optó por la semilla de algodón flameada, tostada y molida por motivos de eliminación del gopipol; en cuanto a los ingredientes complementarios de la zona esta el maíz duro, harina de trigo, afrecho de cebada, afrecho de trigo, afrecho de cerveza, melaza y sales minerales previamente formulados y molidos.

Se trabajó con 20 unidades experimentales previamente seleccionados y etiquetados, ocupando un área total de 24 m² dividido en cuatro corrales de 6 m² donde se colocaron cinco unidades experimentales en cada corral.

La lectura de datos de la investigación en cuanto al consumo de alimento de la (fig. 1) demuestra que los tratamientos T3 (alfarina) y T4 (algodón) presentaron pequeñas cantidades de rechazo (palatabilidad), esto se debe al contenido de fibra de los ingredientes, mientras que T1 (testigo) y T2 (soya) tienen buena aceptabilidad,

En cuanto a ganancia de peso la figura 2 nos indica que se obtuvo resultados del T1 (testigo) con una media de 93,3 Kg que vendría a ser el mejor tratamiento seguido del T2 (soya) con una media de 90,4 Kg.

En cuanto a la conversión alimenticia los dos valores más bajos fueron el T1 (testigo) con 2,15 y T2 (soya) con 2,33 asimilando el alimento de forma similar, mientras que el T3 (alfarina) se obtuvo un valor alto de 2,74 por razones de morbilidad y por último el T4 (algodón) mantiene una conversión alimenticia cercana al T1 (testigo) y T2 (soya) con un valor de 2,37.

Los índices mas altos en morbilidad se presentaron en el T3 (alfarina) y T4 (algodón) ya que estas dos fuentes proteicas por su alto contenido de fibra causaron problemas digestivos a nivel de la mucosa del estomago y de los intestinos

En cuanto a costos económicos por cada kilogramo de carne producido los resultados fueron: el T1 (testigo) de 1,47 \$, T2 (soya) 1,16 \$, T3 (alfarina) con 1,27 \$ y el T4 (algodón) con el costo mas bajo de 0,86 \$ (testigo) siendo este el mas recomendable para productores de cerdos tomando en cuenta los índices de morbilidad.

Se recomienda realizar investigaciones más profundas del T4 (algodón) incluyendo nuevas materias primas energéticas de la zona, ya que este tratamiento se acercó más a los valores de incremento de peso del T1 (balanceado comercial) con el costo mas bajo de inversión; hay que tomar muy en cuenta reducir el contenido de fibra en este tratamiento mediante el aumento del grado de finura en la molienda para evitar problemas de morbilidad.

ABSTRACT

The research was conducted in the facilities "Quinchuquí" located in the community of Quinchuquí - Otavalo (Imbabura). It was evaluated the effect of three sources of vegetable protein in the development of balanced food for pigs in the growth stage and fattening with the sources of vegetable protein soybean, alfarina and cotton, previously analyzed in the laboratory and then be formulated with other ingredients available; the variables that were taken into account were the food consumption, weight gain, feed conversion, morbidity and costs of production for each treatment by the variation of the data is applied a Completely Randomized Design (D.C.A.), with four replications and five treatments with results at the end of the test of Tukey significance to 5 per cent.

It should be mentioned that for the T1 was used commercial balanced ALCON as a witness (formulation on the basis of fishmeal), the source of protein for the formulation of the T2 was of soybeans as well as for the formulation of the T3 used the alfarina trade and for the T4 is opted for the cotton seed flambé, roasted and ground for reasons of elimination of gossypol; with regard to the Complementary ingredients of this zone are the hard maize, wheat flour, bran of barley, wheat bran, bran of beer, molasses and mineral salts previously formulated and crushed.

Worked with 20 experimental units previously selected and tagged, with a total area of 24 m² divided into four pens of 6 m² where they were placed five experimental units in each corral.

The reading of data from the investigation with regard to the consumption of food of the (fig. 1) shows that the treatments T3 (alfarina) and T4 (cotton) presented small quantities of rejection (palatability), this is due to the fiber content of the ingredients, while T1 (witness) and T2 (soy) have good acceptability,

In terms of weight gain Figure 2 shows us that it obtained results of the T1 (light) with an average of 93.3 kg that would be the best treatment followed by T2 (soy) with an average of 90.4 kg.

With regard to the conversion of the two lowest values were T1 (light) with 2.15 and T2 (soy) with 2.33 assimilating the food in a similar way, while T3 (alfarina) was obtained a high value of 2.74 for reasons of morbidity and finally the T4 (cotton) maintains a conversion close to T1 (lamp) and T2 (soy) with a value of 2.37.

The highest rates in morbidity were presented at the T3 (alfarina) and T4 (cotton) as these two protein sources for their high fiber content caused digestive problems at the level of the mucosa of the stomach and the intestines.

The results of the economic costs for each kilogram of beef produced the were: T1 (witness) of 1.47 \$, T2 (soy) 1.16 \$, T3 (alfarina) with 1.27 \$ and the T4 (cotton) with the lowest cost of 0.86 \$ (light) this being the more advisable to pig producers taking into account the morbidity indices.

It is recommended to carry out more through investigations of the T4 (cotton) including new energy raw materials of the area, as this treatment came closer to the values of increased weight of the T1 (balanced commercial) with the lowest cost of investment; there is to take very much into account to reduce the content of fiber in this treatment by increasing the degree of fineness of the grinding to avoid problems of morbidity.

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. El problema

La harina de pescado, es la fuente proteica que contiene el mejor balance de nutrimentos para ser usada en alimentación animal, sobre todo en la porcicultura, sin embargo, por su procesamiento, su demanda en otros países, sus condiciones de transporte, las adulteraciones y su costo, limitan su disponibilidad.

El uso de harina de pescado en el mundo ha crecido un 40,74 % en el último año debido a su mayor demanda en los países asiáticos y sigue en aumento. En marzo del 2006, el precio terminó en 950 dólares por tonelada, de acuerdo a esto, la cotización de la harina de pescado podría continuar su aumento, sobrepasando los 1000 dólares por tonelada (Mariño, 2011).

También un artículo del diario El Hoy, habla sobre el precio de la harina de pescado en el mercado externo que fluctúa entre \$1600 y \$1800 la tonelada métrica (El Hoy, 2012). Por otro lado, “las exportaciones en el Ecuador han aumentado de 1,225 ton a 9,807 del 2001 al 2013” (Pro Ecuador, 2012).

Tales son los motivos, por lo que, en esta investigación, trataremos de obviar la utilización de la harina de pescado, sustituyéndola por fuentes de proteína vegetal como son el de la soya, alfarina y la semilla de algodón.

1.2. Justificación

Con la alfarina, soya y el algodón utilizado como ingredientes alternativos en la sustitución de la proteína animal en dietas para cerdos, se pretende involucrar a trabajadores, técnicos, productores pecuarios a llevar y difundir este y nuevos métodos de desarrollo sustentable en la producción pecuaria, al mismo tiempo incentivar a los agricultores de la zona, a realizar mayor producción de cultivos proteicos, existentes y así desarrollar mejores de fuentes de ingresos para los productores y que las comunidades rurales puedan sustentarse, aplicando nuevas innovaciones, adaptadas a su realidad social-cultural y productiva.

La especie porcina, compite con la especie aviar y tiene una gran capacidad de adaptación a diferentes condiciones climatológicas, ambientales y crianza. Debido a su condición de omnívoro¹, utiliza con eficiencia residuos agrícolas e industriales, permitiendo que transformen con facilidad, los productos de origen vegetal o animal, en carne de excelente calidad apta para el consumo directo y para su industrialización en una variada gama de productos chacineros² de gran aceptación en el mercado consumidor.

Al ser un alimento de autoconsumo y comercialización proporciona a la familia seguridad, desde el punto de vista nutricional y sostenibilidad, al sistema de pequeños y grandes productores.

Con el presente estudio se prosigue a determinar, las nuevas alternativas en fuentes proteicas vegetales, en la elaboración de dietas balanceadas para cerdos, obteniendo igual o mejor producción e identificando los posibles agentes dañinos.

¹ Omnívoro: Que se alimenta de sustancias orgánicas.

² Chacineros: Establecimiento donde se despacha.

1.3. Objetivos: general y específico

1.3.1. Objetivo general.

Evaluar el efecto de tres fuentes de proteína vegetal (soya-alfarina-algodón) en la formulación de raciones alimenticias para cerdos landrace (*Sus scrofa*) en la fase de crecimiento y engorde en la comunidad de Quinchuquí – Otavalo.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Determinar el consumo diario de alimento.
- Determinar el incremento de peso semanal de los cerdos.
- Evaluar la conversión alimenticia.
- Estimar el índice de morbilidad en los tratamientos
- Realizar un análisis económico competitivo de costos de producción de cada tratamiento.

1.3.3. Formulación de hipótesis.

Las sustituciones considerables de harina de pescado, por la de soya, alfarina o algodón reducen significativamente los costos de inversión, manteniendo una buena ganancia de peso e índice de conversión alimenticia.

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades sobre alimentación del cerdo

El cerdo se ha considerado como el animal que posee las mejores disposiciones para producir carne magra³; por su gran poder digestivo y la mejor asimilación de los alimentos, comparado con otras especies domesticas; también tiene la mayor capacidad, para aprovechar las proteínas crudas y para ingerir considerables cantidades de alimentos, líquidos que son asimilados y digeridos con mucha facilidad (SICA, 2006).

Además, dentro del grupo de los monogástricos⁴, el cerdo presenta una serie de características, que lo hace un elemento clave dentro del engranaje de cualquier sistema de producción diversificado⁵. Parte de estas ventajas, es su capacidad de adaptarse fácilmente a diferentes esquemas de manejo y alimentación, con la característica de ser el perfecto reciclador dentro de un sistema pecuario, o pecuario-agrícola.

Además, el estiércol y las aguas servidas que se generan en su producción, son fuente valiosa para la generación de otros recursos aprovechables dentro del mismo sistema, ya que aportan energía renovable y fertilización orgánica (Bacardit, 2008).

El criador de cerdos, debe tener un completo conocimiento de la valorización de los alimentos en lo que se refiere a composición química, valor nutritivo y biológico, además de la digestibilidad de los mismos; el conocimiento de la composición química de los alimentos se obtiene mediante un análisis químico, que pueda comprobar la existencia de las substancias siguientes: proteína bruta, humedad, fibra bruta, grasa bruta, minerales, etc.

Los alimentos suministrados deben ser de calidad para lo cual, se debe considerar los siguientes aspectos:

- a) Los cerdos, deben recibir una alimentación sana que sea adecuada a su edad y especie, en suficiente cantidad, con el fin de mantener su buen estado de salud y de satisfacer sus necesidades de nutrición.
- b) El suministro de alimento debe ser una actividad sometida a monitoreo permanente. Al respecto se debe mantener un registro que dé cuenta de los productos empleados, origen, cantidades suministradas y frecuencias entre otros.

³ Carne magra: Carne que no tiene grasa.

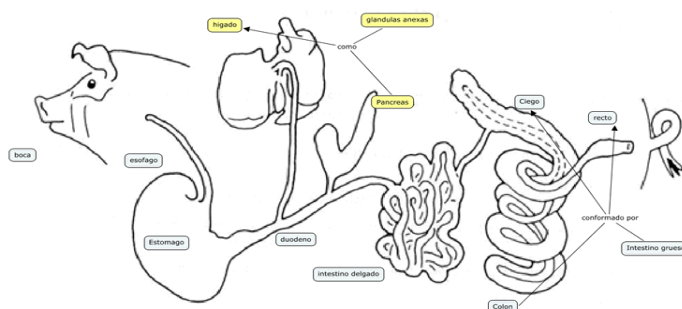
⁴ Monogástricos: No tiene más de un estómago.

⁵ Producción diversificada: Oferta de nuevos productos.

- c) El alimento a ser empleado, sea éste preparado por el mismo productor o adquirido a un proveedor externo, debe ser elaborado conforme al cumplimiento de Buenas Prácticas de Manufactura.⁶
- d) Los alimentos destinados a diferentes usos deben estar claramente identificados y separados. Considere el uso de etiquetas, guías de despacho u otros registros.
- e) Toda aplicación de antibióticos, al alimento debe contar con la prescripción de un Médico Veterinario Acreditado, cuyo registro debe quedar en el lugar de elaboración del mismo y su respectiva constancia en el lugar de uso.
- f) Los alimentos, deben estar sujetos a un programa de análisis microbiológico y químico. Los resultados deben provenir de un laboratorio competente.
- g) Si el alimento es comprado, el proveedor debe hacer entrega de documentación que avale la calidad de sus productos.
- h) Los alimentos deben ser almacenados en un lugar apropiado, conforme las recomendaciones establecidas por el proveedor. Si usted se auto abastece, debe definir las condiciones y respetarlas (Salvador, 2008).

2.1.1. Sistema digestivo del cerdo.

El sistema digestivo del cerdo es un sistema de órganos especializado para poder disponer de los compuestos necesarios que se utilizarán en la formación de tejidos musculares, fetos, leche y contenidos enzimáticos entre otros, y también serán empleados para los gastos energéticos del organismo de mantenimiento, crecimiento y producción (Sáenz, 2012).



⁶ Manufactura: Proceso de fabricación de un producto con las manos, o con ayuda de las manos.

2.1.1.1. Función.

El sistema digestivo compuesto por un largo tubo, glándulas anexas y órganos accesorios tienen la función de ingerir los alimentos, realizar la digestión, absorción de sustancias nutritivas digeridas y eliminación de sustancias no absorbidas (Carrero, 2005).

El cerdo por su dieta alimenticia tanto de proteína animal como de alimentos de origen vegetal, está desarrollado para digerir y absorber los nutrientes de ambas fuentes alimenticias; manifestando un ritmo de crecimiento acelerado, pero para lograrlo necesita ingerir grandes volúmenes de alimentos los que se almacenan temporalmente en su estómago (Carrero, 2005).

El estómago, realiza la función de digestión de las proteínas mediante la secreción del jugo gástrico producido por sus glándulas, localizados a nivel de su túnica interna, así como el tiempo de permanencia de la ingesta en este órgano, depende de la estructura histológica y calidad del alimento; además de la digestión realiza otras funciones, como la de almacenar temporalmente los alimentos, defensa del organismo, protege de golpes térmicos, función termorregulador, osmótica, así como acción bactericida por la presencia del jugo gástrico (Carrero, 2005).

El estómago del cerdo cuando está lleno, su eje mayor se extiende hacia atrás sobre el suelo del abdomen; la porción izquierda es voluminosa y redondeada, mientras la porción derecha es pequeña (porción pilórica⁷), su cara parietal está dirigida hacia delante y se relaciona con el hígado y el diafragma, mientras que la cara visceral está dirigida hacia atrás y se relaciona con el intestino, el omento mayor, mesenterio y páncreas; la curvatura mayor se relaciona con el diafragma, bazo, hígado y suelo del abdomen y la curvatura menor es menos curvada; presenta además una bolsa ciega denominada divertículo ventricular, que mira hacia la región ventral y hacia la cara visceral (Carrero, 2005).

A nivel del origen del duodeno presenta una protuberancia formada por tejido fibroso, grasa y músculo que se denomina turus pilórico y que produce un estrechamiento del orificio.

2.1.1.2. Partes del sistema digestivo.

La boca: La abertura bucal es grande con un labio superior grueso (hocico). La lengua larga y estrecha recubierta de papilas.

⁷ Porción pilórica: Válvula que conecta el estómago con el duodeno.

La faringe: Dividida en dos porciones: la parte respiratoria que se continúa con la laringe y la digestiva que se continúa con el esófago.

Esófago: Es corto y casi recto.

Estómago e intestino: El estómago es voluminoso, con capacidad de 6 a 8 litros. El intestino delgado mide de 15 a 20 m., consta de duodeno, yeyuno e íleon, el ciego mide 30 cm. El colon está situado al lado derecho del plano medio (Carrero, 2005).

Órganos anexos:

Hígado: Es el órgano más voluminoso del cerdo. Está localizado hacia la parte derecha del plano medio, lo acompaña la vesícula biliar. Realiza un gran número de funciones:

- Produce bilis.
- Almacena glucógeno.
- Almacena Vitamina A.
- Emulsificador de las grasas.

Páncreas: Es una glándula y sus funciones son:

- Producir jugo pancreático rico en enzimas.
- Producir insulina necesaria para la asimilación de azúcares.

Bazo: Es de forma alargada. Su función es hematopoyética (Carrero, 2005).

2.2. Aspectos productivos de la etapa de engorde

El periodo que comprende el desarrollo y engorde del cerdo, es una de las etapas más importantes de la vida productiva animal, pues aquí se consume entre el 75 y el 80% del total del alimento necesario en su vida reproductiva (Campalbadal, 2007).

Los rendimientos productivos de los cerdos en estas etapas dependen de la genética, alimentación, salud y del manejo. Con el desarrollo de nuevas líneas genéticas de un alto potencial para producir carne magra (carne baja en grasa), los requerimientos nutritivos son adaptados a estas características, por medio de la alimentación en fases (Campalbadal, 2007).

2.2.1. Crecimiento y engorde.

El período de desarrollo y engorde empieza cuando los cerdos tienen un sistema digestivo capaz de utilizar dietas simples, y responder adecuadamente a situaciones de estrés calórico e inmunológico, este período empieza cerca de los 20 kg de peso y termina cuando el cerdo es enviado a mercado (Easter. Ellis, 2000).

El satisfacer los requerimientos nutrimentales de los cerdos, es uno de los factores que más afectan los rendimientos productivos. El porcicultor, debe conocer no sólo cuál nutrimento y en qué cantidad necesita el cerdo para cada una de sus fases productivas, sino que debe también entender el efecto que tiene ese nutrimento, sobre el crecimiento (Easter. Ellis, 2000).

El período de desarrollo y engorde para los cerdos de razas puras tradicionales y algunos híbridos comprendía pesos entre los 30 y 50 kg, para la etapa en desarrollo y de 50 kg a 90 kg para la etapa de engorde, donde alcanza su mejor composición a la canal ⁸ (Easter. Ellis, 2000).

La etapa de engorde va desde que los animales han alcanzado pesos entre 40 a 45 kg hasta cuando alcanzan 90 kg de peso vivo en esta etapa los requerimientos cuantitativos para los nutrientes, distintos a la energía, son menores, así como también el requerimiento total diario de alimento es considerablemente mayor durante esta fase, no solo debido al mayor tamaño del cuerpo sino también, a la necesidad de alimento por unidad de ganancia de peso corporal, esto es un reflejo del aumento de la disposición de grasa que necesita en gran medida más energía por unidad de ganancia (Church,1996).

Es necesario clasificarlos de acuerdo a su edad y peso, para evitar que haya animales menos fuertes, que sean perjudicados en su alimentación. El número de animales, por corral también tiene importancia en la eficiencia del sistema de engorde. Por esto, deben tenerse lotes no mayores de 10 animales por corral (Gallo, 1996).

El primer día después del destete, los cerdos reciben poco alimento. Después, se aumenta gradualmente la cantidad de alimento hasta, llegar a la cantidad normal, el agua es indispensable suministrarla limpia y a libre acceso en todo momento (Gallo, 1996).

Para lograr una producción óptima, se debe escoger para el engorde lechones robustos, largos, con jamones amplios y profundos y evitar lechones malformados, porque tienen una baja capacidad productiva y una mala conversión alimenticia (Gallo, 1996).

En las razas de tipo graso, el cerdo completa sus cambios de crecimiento muy rápidamente, y cuando llega a los 50 kg de peso vivo, presenta la misma conformación estructural corporal (hueso, músculo, y porcentaje de grasa), que el cerdo de tipo magro solo alcanza cuando ha llegado a los 100 kg de peso vivo (Gallo, 1996).

⁸ la canal: Cuerpo del animal desprovisto de vísceras.

2.2.1.1. Nutrición porcina.

Mediante una buena nutrición podemos esperar buenos resultados en la producción, control del crecimiento y la reproducción (Montiel, 1980).

La nutrición de la piara⁹ debe estar bajo responsabilidad directa del porcinocultor; sin estar supeditado al nutriólogo; existen tantas maneras de alimentar los cerdos como porcinocultores en el país, no solo cada productor se encuentra en una posición específica respecto a la estrategia que debe adoptar para alimentar sus cerdos, y las circunstancias del mundo exterior exigen que continuamente reconsidere su posición (Montiel, 1980).

2.2.1.1.1. Requerimientos nutricionales.

Los cerdos requieren energía y los nutrientes esenciales como los aminoácidos, minerales y vitaminas en varios procesos de su vida, por eso debemos optimizar la dieta e base de tales requerimientos que básicamente están condicionados por el potencial genético de crecimiento de los mismos, ya que las necesidades de mantenimiento como sabemos son basales y proporcionales a su peso vivo. En la formulación práctica de raciones, nueve son los nutrimentos más importantes que un nutriólogo debe considerar en la elaboración de un alimento, estos nutrimentos son la proteína, la lisina, la metionina, el triptófano, la treonina, el calcio, el fósforo aprovechable y la energía digestible y/o metabolizable (Easter, 2000). En el cuadro 1, tenemos los valores estimados de requerimientos nutricionales para cerdos en las etapas de crecimiento y engorde:

Cuadro N° 1: *Requerimientos Nutricionales para cerdos en etapas de crecimiento y engorde.*

Factores Nutricionales	Crecimiento	Engorde
Proteína %	17,5	15
Energía Metabolizable (mcal/kg)	3100	3150
Fibra Bruta %	9	9
Materia grasa (%)	9	9
Calcio %	0,6	0,5
Fosforo %	0,45	0,35
Metionina + cistina	0,54	0,44
Lisina	0,95	0,75

Fuente: National Research Council (1995).

⁹ Piara: Manada de Cerdos.

El cuadro N° 1 nos indica los factores nutricionales requeridos por los cerdos según la etapa de producción, donde para la etapa de crecimiento necesitamos un alimento concentrado con 17,5 % de proteína y para la etapa de engorde un alimento con solo 15 % de proteína.

2.2.1.1.1.1. Necesidades de proteína.

El exceso de proteína y aminoácidos esenciales en machos castrados determina una disminución del rendimiento con más gasto energético a nivel renal y por una intoxicación sanguínea por los metabolitos procedentes de dicho metabolismo proteico. Debemos así considerar siempre, con las limitaciones conocidas, los aportes de aminoácidos sintéticos con respecto a los procedentes de materias primas, así como en el equilibrio entre los mismos y las relaciones lisina/proteína digestible y lisina digestible/energía neta (Vetplus, 2008).

Las proteínas son el material con que se construyen los tejidos del cuerpo. En la etapa de crecimiento pasan a formar principalmente los huesos y los músculos; estas pueden ser de origen vegetal o animal y están compuestas de sustancias básicas llamadas aminoácidos. Algunos de ellos han recibido el nombre de aminoácidos esenciales, por ser indispensables para el mantenimiento de la buena salud, las fuentes más usuales de proteína vegetal son la soya, el ajonjolí, maní, girasol (Dewdney, 2005).

2.2.1.1.1.2. Necesidades de Energía.

La energía como nutriente en las dietas para los cerdos, se debe a la relación que existe entre el consumo de energía y la disposición proteica determinada por el genotipo del animal, y que consiste en que a medida que el cerdo aumenta su consumo de una dieta equilibrada (en la que el contenido en proteína y aminoácidos no es limitante para el crecimiento), la disposición de proteína aumenta linealmente con cada incremento en la ingesta de energía (o de pienso¹⁰) hasta que se alcanza un límite que representa la capacidad máxima de disposición proteica (Salvador; Díaz .2008).

Los valores de energía de varios ingredientes son variables dependiendo de la calidad de los mismos, así es realmente difícil conocer el valor real de piensos completos a pesar de tener la fórmula precisa y las especificaciones de energía; el principal punto de partida para determinar la densidad energética de una dieta es la selección de los ingredientes disponible y

¹⁰ Pienso: Balanceados con vitaminas y minerales.

el impacto esperado de diferentes niveles de energía en el índice de conversión es altamente predecible, no siendo así para la ganancia media diaria (Elizondo, 2002).

En los cerdos (monogástricos), los factores que determinan el valor energético son: el contenido en energía bruta, el porcentaje de triglicéridos vs ácidos grasos libres, el grado de insaturación de los ácidos grasos y la longitud de la cadena de los mismos. En rumiantes la situación es distinta ya que la grasa suplementaria afecta a los microorganismos del rumen que cumple funciones tales como: absorber directamente los ácidos grasos, hidrolizar los triglicéridos y hidrogenar y saturar los ácidos grasos liberados (Elizondo, 2002).

2.2.1.1.1.3. Necesidades de Minerales y Vitaminas.

Las vitaminas son requeridas por los cerdos para estimular muchas de las reacciones químicas que se dan lugar en el organismo, como parte normal del metabolismo, se dividen en dos grandes grupos: liposolubles (A, D, E y K) e hidrosolubles (complejo B, vitamina C, ácido pantoténico, ácido fólico, colina y son necesarias para que tengan lugar en el organismo reacciones metabólicas específicas en el interior de las células (Engormix, 2002).

Los requerimientos minerales son dependientes del nivel de producción, sin embargo se ha sugerido que los requerimientos del animal moderno con su elevado potencial de rendimiento pueden ser superiores de las recomendaciones actuales (Engormix, 2002).

Las necesidades de vitaminas son en realidad poco importantes si se comparan, en cuanto a cantidad se refiere, con las de los principios nutritivos hasta ahora estudiados, ello no implica restar interés a su aportación, ya que el catalizador no debe desaparecer en el curso del proceso químico sobre el que actúa; hay por tanto unas necesidades concretas que podríamos incluir entre las de sostenimiento (Belmar; Nava, 2007).

2.2.1.1.1.3.1. Función de las vitaminas y minerales en las dietas.

2.2.1.1.1.3.1.1 Vitaminas.

El consumo de las vitaminas en la ración y su uso, está determinado por muchos factores, dentro de los cuales podemos mencionar: los ingredientes utilizados, su biodisponibilidad, condiciones de cosecha, procesamiento, almacenamiento, consumo de alimento, tipo de la dieta (Wall y Carpenter, 1988).

Los niveles de vitaminas en los cultivos varían debido a la fertilidad del suelo, los nutrientes agregados en forma de fertilizantes, las condiciones de crecimiento de los cultivos, intensidad de la luz solar, temperatura, cantidad de lluvia, hora de riego, variedad de la semilla, enfermedades de los cultivos y condiciones de cosecha. Se ha observado que el

contenido de vitaminas en el maíz se reduce drásticamente cuando la fase de crecimiento termina antes de que el maíz alcance su máxima madurez (Wall y Carpenter, 1988).

2.2.1.1.1.3.1.1.1. Tiamina (B1).

La tiamina como vitamina está ampliamente distribuida en los alimentos, se encuentra en las cascarillas de los cereales, la levadura y el salvado de los diferentes cereales; durante la fabricación de alimentos puede haber pérdidas importantes de esta vitamina, por ejemplo, durante la molienda de los cereales; interviene en el metabolismo de carbohidratos, el pirofosfato de tiamina es una coenzima, la cual está involucrada en la descarboxilación oxidativa del ácido pirúvico y en el metabolismo del ácido cetoglutárico; actúa en los procesos de transaminación y transaldolación; y también en la conversión de citrácidos a sulfato además del funcionamiento normal del sistema nervioso. Cuando la vitamina es deficiente, ya sea por un pobre aporte dietario, aunado a una dieta rica en carbohidratos, o bien, un consumo de alcohol, hay una acumulación del ácido pirúvico y de productos de reducción y ácido láctico, en los tejidos (Marks, 1993).

La deficiencia de tiamina se manifiesta por trastornos en el sistema nervioso central y periférico, disfunción cardíaca y circulatoria, así como problemas gastrointestinales; su deficiencia ocasiona la enfermedad denominada beriberi (Marks, 1993).

2.2.1.1.1.3.1.1.2. Riboflavina (B2).

La Riboflavina está compuesta de un núcleo dimetil-isoalloxazina unido a un alcohol derivado de la ribosa, estable al calor, pero inestable a la luz en presencia de álcalis. La mejor fuente de la riboflavina son los productos de origen animal, y los granos. Las legumbres no son una buena fuente, ya que durante la germinación o bien en estado de crecimiento tienen los mejores niveles, los cuales decrecen cuando la planta es madura o bien esta se seca (Crawley, 1993).

La riboflavina es un componente importante de las flavoproteínas; es el grupo prostético de una docena de enzimas tales como, el citocromo reductasa, que interviene en el proceso de óxido-reducción del piruvato (Marks, 1993).

La Riboflavina, participa en diversas reacciones bioquímicas, como en el metabolismo de hidratos de carbono, grasas y proteínas, es fosforilada en la mucosa intestinal; pequeñas cantidades son almacenadas en el hígado, bazo, riñón y en el músculo cardíaco. Esta vitamina está involucrada en la formación de niacina a partir del triptófano, las deficiencias de esta vitamina se manifiestan en enfermedades infecciosas crónicas, pacientes

con cáncer, hipertiroidismo, diabetes mellitus y afecciones digestivas crónicas como una alteración en el metabolismo celular. En animales jóvenes limita el crecimiento y altera en los epitelios; ocasionando: grietas en las comisuras de los labios, vascularización anormal de los ojos, piel con manchas rojas, pérdida de pelo, dermatitis, trastornos locomotores y falla reproductiva (Shimpton, 1993)

2.2.1.1.1.3.1.1.3 Niacina.

La niacina, se encuentra en la mayoría de los cereales, principalmente en el trigo; algunos estudios muestran que en el maíz inmaduro, la niacina aparece en gran cantidad, aunque su proporción disminuye, así como su biodisponibilidad. La evidencia que apoya el punto de vista, de que la síntesis intestinal de niacina en los seres humanos puede suministrar algunos de los requerimientos (Shimpton, 1993).

2.2.1.1.1.3.1.1.4. Ac. Fólico.

El ácido tetrahidrofólico es la forma activa del ácido fólico, las principales fuentes son: los vegetales de hojas verdes, las levaduras y la síntesis intestinal. En la mayoría de los animales es difícil producir carencia de ácido fólico a menos que se inhiba el crecimiento bacteriano intestinal por antibióticos y sulfas (Crawley, 1993).

La función del ácido fólico está relacionada con el metabolismo del carbono, actuando como transportador de grupos mono carbonados (formilo, metilo) que actúan en la inter conversión de la serina a glicina, la degradación de la histidina, síntesis de purinas, síntesis de grupos metilos para compuestos como la metionina, colina y tiamina. El ácido fólico y la vitamina B12 activan la eritropoyesis¹¹ y leucopoyesis¹², así como la síntesis de ácidos nucleicos.

2.2.1.1.1.3.1.2. Minerales.

2.2.1.1.1.3.1.2.1. Calcio.

El calcio es el elemento mineral más abundante en el cuerpo, constituyente del 2% del peso corporal, junto al fósforo sirven como elementos estructurales principales del tejido esquelético, encontrándose el 99% del calcio orgánico total y el 80% del fósforo total en los huesos y en los dientes, en forma de sal de apatita, compuesta de fosfato cálcico y carbonato cálcico que además de constituir la trama estructural de los huesos, que sirven también como

¹¹ Eritropoyesis: Generación de glóbulos rojos.

¹² Leucopoyesis: Generación de glóbulos blancos.

reservorio de calcio y fósforo para el organismo; el restante 1% del calcio esta en los tejidos blandos del cuerpo, donde está involucrado en una variedad de funciones fisiológicas, tales como la coagulación de la sangre y actividad neuromuscular (Dukes y Swenson, 1981).

De acuerdo con Martínez, 1997 confirmó la alta disponibilidad de calcio en los ensayos biológicos con ratas alimentadas con tortillas de nixtamal y tortilla de maíz extrudido con cal. En estos tratamientos se describen huesos más fuertes y densos como resultado de la alta disponibilidad del calcio en ambos procesos de fabricación de tortillas (Gómez et al., 1996).

2.2.1.1.1.3.1.2.2 Fósforo.

Este mineral se absorbe en la parte distal del duodeno, se favorece su absorción en un medio ácido, a concentraciones bajas de calcio, magnesio y vitamina D. (Coles, 1986).

El fósforo en los tejidos blandos interfiere en la formación de lecitina, en el metabolismo de las grasas, metabolismo de los carbohidratos, en la formación de hexosa fosfatos y metabolismo de las proteínas, a través de su presencia en nucleoproteínas¹³ y fosfoproteínas¹⁴. La deficiencia de fósforo no suele presentarse si el individuo tiene un aporte de proteína moderado o alto (Coles, 1986).

2.2.1.1.1.3.1.2.3. Hierro.

El hierro se absorbe poco y se almacena del 3 al 10 % del contenido en la dieta. En la mayoría de las especies, los medios ácidos favorecen la reducción de hierro férrico y su posterior absorción en el duodeno; la deficiencia de hierro origina una anemia hipo crómica (disminución de la hemoglobina circulante al reducir el número de eritrocitos); por tanto disminuye la capacidad para el transporte de oxígeno, lo cual provoca debilidad, fatiga y disnea al practicar ejercicio, dolor de cabeza y palpitaciones, disminuye la resistencia a las enfermedades. Las principales causas de deficiencia de hierro son: disminución en la dieta, la presencia de ácido fítico, parasitosis, úlceras hemorrágicas, alteración en la absorción, animales jóvenes con crecimiento rápido, hembras gestantes (se disminuye la reserva de hierro en los fetos) y hembras con ciclos menstruales (Dyer, 1972).

¹³ Nucleoproteínas: Proteína asociada con un ácido nucleico.

¹⁴ Fosfoproteínas: Proteína unidas a un grupo fosfato.

2.2.1.1.1.3.1.2.4. Zinc.

El zinc se absorbe menos del 10% del contenido de la dieta. El hígado y la corteza renal son ricos en mitocondrias, las cuales contienen zinc, que actúa como catalizador activando varias enzimas: enolasa, alcalinofosfatasa del suero y descarboxilasa del ácido oxaloacético, por lo tanto, su deficiencia disminuye el crecimiento y el índice de conversión alimenticia. La deficiencia de zinc incrementa el nivel de calcio (Dyer, 1972).

2.2.1.2. Consumo de alimento.

Los cerdos, por su carácter omnívoro de su alimentación y por sus necesidades nutritivas tan diversas puede ser alimentados con variados productos y subproductos animales y vegetales tales como salvados¹⁵ de cereales y leguminosas, harinas, bagazos, pulpas, orujo¹⁶, frutos, tubérculos, raíces; leches y sus derivados lácticos; forrajes de todas clases, desde los verdes y acuosos hasta los ensilados y desecados; harinas de carne, de huesos, de pescados, de sangre y de otras materias primas, etc. (Salvado, 2000).

Los animales de ambos sexos, recibirán al menos dos raciones al día (mañana y tarde) en el caso de contar con comederos abiertos (Salvado, 2000).

En el siguiente cuadro analizaremos las raciones según el rango de peso y tipo de dieta:

¹⁵ Salvados: Producto que queda al refinar un alimento.

¹⁶ Orujo: Agua ardiente destilada.

Cuadro N° 2: Consumo de alimento esperado.

Rango de peso vivo	Tipo de Dieta	Consumo (kg)
Llegada de cerdos	Inicial	1
25-29	Crecimiento	1
30-34	Crecimiento	1
35-40	Crecimiento	1,1
41-46	Crecimiento	1,2
47-50	Crecimiento	1,3
50-55	Engorde	1,6
56-61	Engorde	1,7
62-67	Engorde	1,8
67-72	Engorde	1,9
73-80	Engorde	2
81-86	Engorde	2,1
87-93	Engorde	2,2
94-110	Engorde	2,3

Fuente: Campiño, G. (2010).

En el cuadro N° 2 de consumo de alimento esperado podemos observar que a la llegada de los cerdos, la ración alimenticia será de 1 kilogramo de alimento por cada unidad experimental; así mientras los animales avancen en peso también será relativo el aumento de la ración alimenticia hasta llegar a 2,3 kilogramos de alimento al final del experimento.

2.3. Materia prima para formulación de balanceado

Con el propósito de plantear algunas alternativas de alimentación que se sitúan dentro del esquema, objeto de la presente discusión, se analiza información que hace referencia a la utilización de varios productos que pueden ofrecer importantes soluciones.

2.3.1. Fuentes proteicas vegetales.

2.3.1.1. Soya (*Glycine máx.*).

La soya, produce más proteína utilizable por hectárea que ningún otro tipo de cultivo, tiene un rendimiento promedio de 2 toneladas de grano por hectárea, de las cuales se obtienen 720 kg de proteína (Guamán y col, 2003).

La soya tiene todos los aminoácidos esenciales, aunque en menor cantidad, la metionina y cisteínas, (aminoácido sulfurado). En cuanto al contenido graso del grano de soya, se afirma que es rico en ácidos grasos poliinsaturados¹⁷. Contiene altas cantidades de ácido linoleico y araquidónico, adicionalmente posee lecitina, y fitosteroles. Las polifenol

¹⁷ Poliinsaturados: Grasa en donde predomina los ácidos grasos poliinsaturados.

oxidasas presentes en la soya le dan su sabor característico (Asociación Soya de Nicaragua, 2005).

2.3.1.1.1 La soya en la alimentación de cerdos.

El uso de la soya en la alimentación animal, ha abierto un amplio panorama a la industria de concentrados, al permitir la formulación de dietas con una excelente concentración y disponibilidad de energía, aminoácidos y ácidos grasos esenciales. Por su alto contenido de grasas (18 a 20%) y proteínas (37 a 38%), la soya en grano se presenta como una valiosa materia prima para su utilización en la industria destacándose la extracción de aceites y la formulación de alimentos balanceados para animales. Con este recurso es posible satisfacer las necesidades nutricionales de las líneas modernas de aves y cerdos, que exigen raciones de alta calidad nutricional y sanitaria, así como de una elevada densidad energética y proteica (Garzón, 2010).

La soya es la única fuente que no produce problemas para utilizarse en la alimentación de cerdos excepto en la alimentación de lechones recién destetados donde ocurre una reacción de un antígeno – anticuerpo producido por las por las proteínas de origen vegetal, para lechones entre 5 y 12 kg de peso el nivel máximo de harina de soya en la dieta no debe sobrepasar el 10 % mientras que para cerdos entre 12 y 18 kg de peso el nivel máximo de utilización es el 15 %, para cerdos mayores de 18 Kg no existen restricciones nutricionales en su utilización , la soya debe estar bien procesado y contener un nivel de solubilidad de proteína entre 75 y 85 % o un equivalente ureásica de entre 0,05 y 0,10 unidades (Campavadal, 2001).

2.3.1.1.2. Composición química de la soya.

La composición química de la soya cambia dependiendo de la calidad del grano, de las condiciones de crecimiento, así como el estado en la que se encuentra en el cuadro N° 4 tenemos un ejemplo de análisis del grano crudo.

Cuadro N° 3: *Contenido de nutrientes de la soya.*

Contenido de Nutrientes de la soya en grano por cada 100 g.	
Proteína	38g
Energía	422kcal
Carbohidratos	30g
Fibra	5g
Ceniza	6g
Lípidos totales	18g
Colesterol	0mg
Sodio	5mg
Potasio	1700mg
Calcio	280mg
Magnesio	240mg
Hierro	8mg
Zinc	3mg
Fósforo	580mg
Yodo	6ug
Flúor	130ug
Cobre	406ug
Tiamina (B1)	0,85mg
Rivoflavina	0,4mg
Acido Nicótico	5mg
Vitamina C	6mg
Vitamina K	47ug

Fuente: Diodora (2003).

Diodora (2003) indica en el cuadro N°3, que la soya en grano puede tener niveles de proteína altos hasta del 38% óptimos para la producción, con contenidos bajos de fibra del 5% la cual no nos causará problemas digestivos en los cerdos.

2.3.1.1.3. La fracción proteica.

La fracción proteica de la soya es una mezcla heterogénea¹⁸ de globulinas¹⁹ (60 a 75%) y de albúminas con pesos moleculares muy variados. Su aminograma difiere del de los cereales, ya que las cantidades de metionina, ácido glutámico, arginina, leucina, isoleucina y valina son menores, pero es rico en lisina. En general presenta una deficiencia de aminoácidos azufrados; se realizó aminogramas y se relacionó las necesidades primarias de aminoácidos por los animales domésticos y concluye que se deben satisfacer los

¹⁸ Heterogénea: Mezcla uniforme, semejante, igual.

¹⁹ Globulinas: Proteínas insolubles en agua

requerimientos nutricionales de lisina, triptófano, treonina y metionina, en este orden, para que el animal lleve a cabo un desarrollo y crecimiento adecuado (Badui, 1993).

2.3.1.1.4. Fracción lipídica.

Está integrada por triacilglicéridos que contienen el 14% de ácidos grasos saturados, 22% de ácido oléico, 55% de ácido linoléico y 8% de ácido linolénico, fosfolípidos, esteroides y tocoferoles. En la refinación de los aceites se obtiene la lecitina (Badui, 1993).

2.3.1.1.5. Hidratos de carbono.

En la soya se encuentran como polisacáridos²⁰ insolubles en agua y etanol, tales son: la arabinogalactanas, arabinanas, xilanas, galactomananas, celulosa y un polímero parecido a las sustancias pépticas que representa aproximadamente el 50 % de los hidratos de carbono totales (Badui, 1993).

Oligosacáridos hidrosolubles, tales como: verbascosa que se encuentran presente en la soya en muy baja concentración, estaquiosa (3.8%), rafinosa (1.1%) y sacarosa (4.5%) que son los responsables de la flatulencia que provoca el consumo de las oleaginosas (Badui, 1993).

2.3.1.1.6. Composición mineral.

Las cenizas en el grano varían del 4 al 6%, las cuales comprenden en mayor proporción, fósforo y calcio (Badui, 1993).

2.3.1.1.7. Producción de soya en el Ecuador.

La superficie sembrada de soya en el país es de 35 mil hectáreas, con una perspectiva de producción de 70 mil toneladas métricas el MAGAP, a través de la Subsecretaría de Comercialización, estableció el precio mínimo de sustentación²¹ de la soya, en 30 dólares (MAGAP, 2012).

2.3.1.2. La alfarina (*Medicago sativa L.*).

La alfalfa es una planta proveniente del Cercano Oriente y centro de Asia. Existe un consenso general de que *Medicago sativa L.* se originó en el "Cercano Oriente Central", según la clasificación de Vavilov, zona integrada por Asia Menor, Irán y la región montañosa

²⁰ Polisacáridos: Unión de monosacáridos.

²¹ Sustentación: Sustento o apoyo.

de Turquía. Irán constituye el centro geográfico que más comúnmente se menciona como originario de la alfalfa (Hanson, 1993).

Los resultados de amplios estudios filogenéticos²² realizados sobre la alfalfa principalmente en la URSS, se concluyó que aquella tenía dos centros de origen, el primero fue la región montañosa de Transcaucasia, muy adaptada a las condiciones climáticas de Asia Occidental y Europa, por lo tanto, donde se originaron las alfalfas europeas modernas. El segundo centro de origen, es Asia Central.

La evolución de las alfalfas de Asia Central en una zona de baja humedad trae aparejada una susceptibilidad a enfermedades foliares²³ y una resistencia relativamente baja a la sequía.

2.3.1.2.1. Características y composición de harina de alfalfa.

Hanson, (1993) Nos dice que este alimento es de origen vegetal, utilizado generalmente como fuente de proteínas. El Cuadro 5 muestra el bajo nivel energético, pero por otro lado un alto nivel de proteína. Sin embargo, muestra un alto porcentaje de fibra, lo cual podría influir sobre la digestibilidad de la harina de alfalfa.

En el cerdo domestico normalmente la tasa inclusión se limita a un 5-10%, lo que aumenta la ED y mejora el sabor, mejorando con ello el consumo voluntario de los alimentos.

A continuación analizaremos el cuadro 4, sobre la composición química de la harina de alfalfa también conocido como alfarina:

²² Filogenéticos: Estudio de las relaciones evolutivas, en animales.

²³ Foliares: Relativo a las plantas.

Cuadro N° 4: *Composición química de la harina de alfalfa.*

COMPOSICION NUTRICIONAL	CANTIDAD
Proteína Cruda %	20
Materia Seca %	92
Energía Digestible mcal/kg	2,09
Energía Metabolizable mcal/kg	1,885
Energía neta mcal/kg	1,29
Grasa cruda %	3,3
Ácido linoleico %	0,44
Fibra%	24
Calcio%	1,61
Fosforo%	0,28
Ceniza%	9,7

Fuente: National Research Council (1998).

El cuadro N° 4 nos indica que la alfarina contiene un 20% de proteína, pero se debe tener en cuenta la cantidad alta de fibra con un valor de 24% misma que en la alimentación de cerdos, puede causar problemas de digestibilidad.

2.3.1.2.2. Digestibilidad de la alfarina en alimentación de cerdos.

Nos indica que al igual que otras leguminosas, la alfalfa contiene factores anti nutritivos. Los principales son las saponinas²⁴ y los taninos solubles (FEDNA, 1994).

Las saponinas, se definen químicamente como triterpenos unidos a uno o más grupos azúcar; dan sabor amargo y tienden a formar jabones estables en solución acuosa, su presencia en las plantas se relaciona con su efecto protector frente a hongos e insectos fitófagos.

Las saponinas, resultan especialmente tóxicas en animales de sangre fría (peces, caracoles, anfibios) y tienen efectos hemolíticos en animales superiores. Forman micelas²⁵ indigestibles con los ácidos biliares, por lo que se ha investigado su uso en alimentación humana para reducir la absorción de colesterol.

Las enzimas del tracto digestivo, tienen poco efecto sobre ellas, por lo que su absorción es baja, sin embargo, son hidrolizadas por la flora ruminal y cecal, por lo que los rumiantes, al igual que los conejos, son poco sensibles a niveles altos de saponinas en la dieta.

²⁴ Saponinas: Glucosidios de esteroides, con propiedades semejantes al jabón.

²⁵ Micelas: Partículas coloidales dispersas en una solución.

En cambio, en porcino, y sobre todo en aves, se ha observado un efecto negativo de las saponinas sobre el consumo de pienso.

Los taninos²⁶ solubles se encuentran a niveles del 3-4%. Reducen ligeramente la palatabilidad del producto y la digestibilidad de la proteína en monogástricos.

La alfalfa, contiene alrededor de un 50% de pared celular; la composición de la fibra es equilibrada, incluyendo por término medio un 8% de pectinas, un 10% de hemicelulosas, un 25% de celulosa y un 7% de lignina, por ello asegura un rápido tránsito digestivo, un aporte significativo de fibra soluble y una alta capacidad tampón.

Esto unido a su elevada palatabilidad, hace de la alfalfa un ingrediente de elección en piensos de vacas de alta producción y de conejos. En ganado porcino su uso práctico se limita a cerdas gestantes, donde contribuye a reducir problemas de estreñimiento.

Los valores de digestibilidad se entregan en forma de coeficiente, como lo que muestra la siguiente fórmula general del cálculo de digestibilidad (Macdonald et al., 1999).

$$\text{Digestibilidad} = \frac{\text{Nutriente consumido} - \text{Nutriente en las heces}}{\text{Nutriente consumido}}$$

2.3.1.2.3 Producción de Alfarina en el Ecuador.

La alfalfa es una planta que se cultiva principalmente en la Sierra del Ecuador. Según el III Censo Nacional Agropecuario del 2001 en el Ecuador existían, en esa fecha, 24 863 hectáreas cultivadas únicamente de alfalfa y 1 478 hectáreas como pasto asociado. Además, se contabilizaron 70683 unidades productivas agropecuarias de esta planta.

69 479 tenían una extensión de menos de una hectárea, siendo su mayor producción en Riobamba (Lideres, 2011).

2.3.1.3. Semilla de algodón.

La semilla de algodón tiene la única distinción de ser muy palatable, presenta una alta concentración de energía (NEI 2,27 Mcal/kgMS), con un promedio de 17% de Grasa, un 25% de Proteína Cruda y fibra de alta digestibilidad (29% FDA), difícilmente se encuentren estas características en un solo alimento, tiene alta concentración de energía, proteína y fibra de alta digestibilidad (Portal veterinario, 2012)

²⁶ Taninos: Sustancias Orgánicas.

Su alta concentración energética se relaciona con su elevado tenor graso, lo cual debe ser tenido en cuenta ya que el consumo excesivo lleva a una disminución en la digestibilidad de la fibra y de la energía, debido, entre otras cosas, una depresión de la actividad microbiana (Portal veterinario, 2012).

La semilla de algodón contiene un pigmento liposoluble denominado gossipol, particularmente tóxico para monogástricos, pero que es destruido en proporciones desconocidas a nivel ruminal; este tóxico puede encontrarse en las harinas que contienen cantidades apreciables de cascarilla, por lo tanto, las mismas deben usarse con precaución en los animales monogástricos y pre rumiantes (Portal veterinario, 2012).

En dietas de terminación, es aconsejable la sustitución de la semilla de algodón por expeler de algodón u otro ingrediente a fin de evitar olores y/o sabores desagradables de la carne. El alto contenido de fibra se relaciona con el plumón que recubre la semilla. Ese "plumón" está compuesto por casi 100% de celulosa de alta digestibilidad (libre de lignina), con la que se logra una interesante cantidad de ácido acético para la síntesis de grasa butirosa; cierta proporción de la grasa de la semilla de algodón es transferida directamente a la grasa de la leche (Portal veterinario, 2012).

En vacas en lactancia alimentadas con más de 15 o 20% de semilla de algodón en la dieta suele observarse un aumento del contenido de grasa butirosa y un ligero descenso de la proteína en leche (Portal veterinario, 2012).

2.3.1.3.1. Degradabilidad ruminal de la pasta de algodón.

La proteína está compuesta por proteína degradable y no degradable en el rumen. El grado de degradación de la proteína es determinado principalmente por las propiedades físicas y químicas de la proteína en el insumo, sin embargo, el medio ambiente ruminal y el tiempo de retención del insumo en el rumen también afectan la magnitud de la degradación (Guada, 1993).

La baja degradabilidad ruminal de la proteína constituye una característica deseable en los suplementos proteicos para rumiantes, ya que implica desviar su digestión del rumen al intestino delgado donde puede ser utilizada como fuente complementaria a la proteína microbiana (Orskov, 1998). Los resultados de degradabilidad ruminal de la proteína y materia orgánica de la pasta de algodón, cuyo contenido proteico resulto ser superior al resto de pastas razón por la cual fue seleccionada para la evaluación de su degradabilidad ruminal.

2.3.1.3.2. Composición química de la semilla de algodón.

La semilla entera de algodón es un alimento, interesante por su contenido en proteína, pero sobre todo por contener también una alta concentración energética está relacionada, con su muy elevado tenor graso. El mismo, a la vez de representar una ventaja, debe ser muy tenido en cuenta ya que, existen límites de inclusión para este tipo de alimentos en las dietas.

Cuadro N° 5. *Composición Química de la semilla de algodón.*

COMPOSICION NUTRICIONAL	CANTIDAD
Proteína Cruda %	25
Humedad %	10,1
Extracto etéreo %	3,7
Fibra%	17,9
Fibra detergente neutra %	25,2
Fibra detergente acida %	42,8
almidón %	33
azucares %	4,1
calcio %	0,9
fosforo %	0,17
sodio %	0,62
cloro %	0,29
magnesio %	0,02
potasio %	0,37
azufre %	1,01
cobre (mg/kg)	0,24
hierro (mg/kg)	10
Vitamina E (mg/kg)	115
Biotina (mg/kg)	0,525
Colina (mg/kg)	1900

Fuente: UCO (1995).

El cuadro N° 5 nos indica un porcentaje alto de proteína de un 25% en su composición, llegando a ser también otras de las fuentes proteicas vegetales; pero hay que tomar en cuenta el 17,9% de fibra que contiene por la cubierta fibrosa en la semilla para elaboración de raciones alimenticias; podemos apreciar un porcentaje considerable de colina de 1900 mg/kg, según Labada (2011) esta vitamina interviene en la transmisión de impulsos nervioso y favorece la eliminación de grasa transformando en lecitina

2.3.1.3.3 Producción de la semilla de algodón en el Ecuador.

Alrededor de 100 hectáreas de tierra esta sembrando el algodón entre los cantones Jipijapa y Montecristi, en el sureste de Manabí. Con el tiempo se sembraron 2 700 hectáreas, 2 000 más con relación 2011; por otro lado el quintal de algodón se cotiza en USD 35 en la zona, y se esta proyectando subir a 5 000 hectáreas de algodón para el 2013 entre Manabí y Guayas.

Ecuador producirá en la primera cosecha de 2000 toneladas y 500 en una segunda cosecha (El Comercio, 2010).

2.3.2. Fuentes energéticas vegetales.

A continuaciones algunas materias primas energéticas para alimentación de cerdos:

Cuadro N° 6. *Materias primas disponibles en la zona.*

INGREDIENTE	PROTEINA %	ENERG.MET
Maíz duro	9,1	3,56
Afrecho de cerveza	20,87	2,56
Afrecho de trigo	12	3,02
Afrecho de cebada	12,6	2,48
Harina de trigo	15,5	3,75
Melaza	3	2,6

Fuente: Nahara, F. (2006).

2.3.2.1. Maíz duro.

En los planteles avícolas nacionales, el alimento más utilizado es el maíz amarillo de la costa o morochillo y la soya con sus subproductos que se utiliza en dos formas, como pasta o tostada (SICA, 2006).

La producción anual de maíz duro en el Ecuador es de 595 mil TM aproximadamente, en condiciones normales. De la producción nacional de maíz, la avicultura consume el 57%, alimentos balanceados para otros animales el 6%, un 25% se exporta a Colombia, el 4% se destina a las industrias de consumo humano y el resto sirve para autoconsumo y semilla.

Es importante recalcar que la producción nacional en cuanto a maíz y soya no abastece el consumo interno que se demanda para satisfacer las necesidades alimenticias por lo que se, estima que la industria avícola requiere no menos de 14.000 TM de torta de soya al mes y considerando una reserva estratégica de 30 días, entonces la demanda anual de esta pasta oleaginosa asciende a 186.000 TM, de las cuales se deben importar unas 175.000 TM, es decir que el 94% de la demanda nacional se estaría cubriendo mediante importaciones (SICA,2006).

2.3.2.2 Afrecho de cerveza.

El afrecho de cerveza es un subproducto rico en proteína, siendo su contenido proteico medio de un 24-26% sobre materia seca. El extracto etéreo representa un 6% es un subproducto rico también en fibra, su contenido en lignina es de un 5% y el contenido en energía metabolizable de este subproducto es de 2,86 Mcal/kg.

La degradabilidad efectiva de la proteína es baja (50%), siendo la velocidad de degradación de un 7 %/h. Se trata pues de un alimento de elevado contenido proteico (FEDNA, 2004).

2.3.2.3 Harina de trigo.

El principal componente de la harina de trigo es el almidón, la composición promedio de la harina de patente es de 73.5% de carbohidratos, compuestos de: 71 % almidón, 2.4 % azúcar soluble, 0.1 % celulosa. Con respecto a la proteína, se puede notar que existe un 13% de proteína, la cual está compuesta de: 12 % proteína formadora de gluten y 1 % proteína soluble en agua además consta con un 14% de agua 1 % grasa y 0.1 % minerales. En su estado nativo, el contenido de proteína es tan o más alto que el huevo fresco (SEM, 2013)

2.3.2.4 Melaza.

El proceso para la elaboración de este líquido viscoso de color caramelo (café) es cortar y lavar la caña de azúcar e introducirla en una molienda con rodillos. Luego se obtiene el jugo, que se cocina por dos horas, a 80 grados centígrados, hasta que se evapore el agua.

Este producto tiene potasio, glucosa, vitaminas y minerales que incrementa la producción de carne y pollo, Por ser un producto beneficioso en la alimentación de animales tiene mucha acogida; sobre todo porque Ecuador es un país dedicado a la agricultura (LIDERES, 2013).

CAPITULO 3. METODOLOGÍA

3.1. Caracterización del área de estudio

En el presente ensayo se realizó la fase de construcción y adecuación de las chancheras en la propiedad de Segundo Conejo M. en la comunidad de Quinchuquí, para luego seguir con la compra de cerdos de 2 meses de edad, pesos y raza similares para la fase de investigación; para la formulación de las dietas se comprará materias primas existentes en la zona.

3.1.1. Ubicación geográfica.

Provincia: Imbabura
Cantón: Otavalo
Parroquia: Dr. Miguel Égas Cabezas
Lugar: Quinchuquí
Altitud: 2600 msnm
Latitud: 0° 19' 28"N
Longitud: 78° 07' 53" W

Fuente: Estación Meteorológica del Colegio Fernando Chávez (2008).

3.1.2. Características climáticas.

Temperatura máxima anual: 20,9°C
Temperatura promedio anual: 13,7°C
Temperatura mínima anual: 13,2°C
Zona de vida: Bosque seco montano bajo (bs-MB)
Clima: Templado seco
Precipitación: 1264,1 mm
Humedad relativa: 70%

Fuente: Estación Meteorológica del Colegio Fernando Chávez (2008).

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales.

- 4 Chancheras de 4m x 4m
- 20 cerdos destetados de raza landrace
- Comederos
- Bebederos

3.2.1. Equipos.

- Balanza analítica
- Bomba de mochila
- Equipo de limpieza de corrales
- Equipo de sanidad animal

3.2.3. Insumos.

- Materias primas energéticas (maíz, Afrecho de cerveza, afrecho de trigo, afrecho de cebada, harina de trigo, melaza)
- Materias primas proteicas (soya en grano, semilla de algodón, harina de alfalfa)
- Sales Minerales
- Balanceado comercial
- Fármacos
- Vitaminas
- Desinfectantes
- Desparasitantes

3.3. Métodos

3.3.1. Factor en estudio.

El factor en estudio comprende 3 formulaciones balanceadas (soya, alfarina, algodón) y el balanceado comercial como testigo.

3.3.2. Tratamientos.

Los tratamientos en estudio fueron (ver anexo 1):

Cuadro N° 7. *Descripción de los tratamientos de la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (Sus scrofa) en la comunidad de Quinchuquí-Otavaló”.*

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
T1	Testigo con balanceado a base de H. De pescado
T2	balanceado a base de soya
T3	balanceado a base de alfarina
T4	balanceado a base de Algodón

Fuente: (Autor).

El cuadro N° 7 indica la distribución de tratamientos donde: T1 es el testigo o balanceado comercial a base de harina de pescado, T2 tratado con balanceado de fuente proteica de la soya, T3 con la proteína de alfarina y por ultimo el T4 con la formulación a base de la semilla de algodón.

3.3.3. Diseño experimental.

Diseño Completamente al Azar (D.C.A.)

3.3.4. Características del experimento.

Tratamientos: 4

Repeticiones: 5

Unidades experimentales: 20

3.3.5. Características de los corrales.

No corrales: 4

Largo: 4 m

Ancho: 4 m

Alto: 1 m

3.3.6. Características de la unidad experimental.

La unidad experimental es cada cerdo.

3.3.7. Análisis estadístico.

Cuadro N° 8: *Análisis Estadístico de la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (Sus scrofa) en la comunidad de Quinchuquí-Otavaló”.*

ADEVA	GL
Tratamientos	3
Repeticiones	4
Error Experimental	12

Fuente: (Autor).

3.3.8. Análisis funcional.

Diferencias estadísticas entre tratamientos utilizando la prueba de Tukey al 5%.

3.3.9. Variables a evaluarse

- Consumo de alimento
- Incremento de peso semanal
- Conversión alimenticia
- Morbilidad en cada tratamiento
- Análisis económico

3.4 Variables en el estudio

3.4.1. Consumo de alimento (kg).

Se determinó mediante la diferencia del alimento ofrecido y el alimento no consumido en gramos tabulados y promediados cada 15 días anotados en registros para comparar si existe o no diferencia entre los tratamientos.

$$CT = AO - AR$$

Donde:

CT = Consumo total

AO = Alimento ofrecido

AR = alimento rechazado o no consumido

3.4.2. Incremento semanal de peso (kg).

Se llevó registros de pesajes semanales por unidad experimental durante el tiempo del estudio y se contabilizó en porcentajes para comparar la diferencia entre tratamientos; el incremento de peso se obtuvo por diferencia de pesos aplicando la siguiente fórmula:

$$IP = PF - PI$$

Dónde:

IP: incremento de peso

PI: peso inicial

PF: peso final

3.4.3 Conversión alimenticia.

Con los datos obtenidos del incremento de peso medio y el alimento consumido medio se calculó la conversión alimenticia mediante la fórmula

$$CA = \frac{\text{C.M.A (kg)}}{\text{I.M.P (kg)}}$$

Donde:

C.A = Conversión alimenticia

C.M.A = Consumo medio de alimento

I.M.P = Incremento medio de peso

3.4.4 Análisis de morbilidad.

Se llevó registros diarios para cada una de las unidades experimentales que presenten problemas por enfermedades y las causas de la misma.

3.4.5 Análisis económico.

Con los datos obtenidos durante los 4 meses que dura el ensayo determinamos cuál es la dieta balanceada óptima con la que se logra una mayor ganancia de peso a menor costo.

3.5 Manejo específico del experimento

3.5.1. Acondicionamiento del local.

Previo a la compra y recepción de los cerdos se adecuó las instalaciones del Sr. Segundo Conejo Morales y se procedió a la desinfección del galpón con el producto VANODINE 70cc en 20 litros de agua, para luego realizar el flameado y dividir los corrales para cada unidad experimental, se adecuaron comederos y bebederos.

3.5.2. Recepción de los cerdos.

Posterior a la compra de 20 cerdos de raza landrace destetados y castrados de pesos similares, seleccionamos al azar mediante sorteo de los 4 tratamientos y 5 repeticiones; para las unidades experimentales, colocando 5 animales por corral para aplicar los tratamientos con los diferentes balanceados formulados, estos a su vez fueron identificados con aretes numerados para manejo de registros (ver anexo 2).

3.5.3. Alimentación.

Se realizó tres dietas balanceadas con soya, alfarina y algodón (ver anexo 3) respectivamente de acuerdo al análisis químico de proteína (ver anexo 4), para la evaluación de las fuentes luego se comprobó los efectos proteínicos con el análisis de las variables explicadas.

Para evitar problemas de enfermedades u otros inconvenientes, las unidades experimentales fueron sometidos a un periodo de adaptación de cinco días antes de empezar la investigación con el balanceado comercial mezclado con cada una de las formulaciones correspondientes a cada tratamiento (soya, alfarina, semilla de algodón) de tal manera que los (cerdos) se acostumbren a la nueva dieta para luego empezar la investigación con la cantidad del alimento.

La administración de las dietas alimenticias se la realizaron dos veces al día, media ración en la mañana y otra en la tarde en cantidades progresivas de acuerdo a los requerimientos en la edad y peso de los animales; durante la etapa de crecimiento se administró a los tratamientos con los balanceados formulados al 18 % de proteína y en la etapa de engorde los alimentos con 15 % de proteína; el agua fue suministrada mediante bebederos automáticos ya instalados en los corrales.

La formulación de la dieta se realizó por el método de tanteo para obtener como resultado una mezcla con la concentración deseada.

3.5.3.1 Molido y mezclado.

La actividad de molido se realizó en molinos de piedra cada ingrediente por separado; surgiendo un problema en el molido de la semilla de algodón ya que este ingrediente por tener la cubierta fibrosa en la semilla impide un buen partido de la misma al igual dando problemas en el mantenimiento del molino, por tal razón se optó por el flameado de las semillas para reducir la cantidad de fibra cubierta (ver anexo5).

El material seco y molido se transportó a un cuarto o bodega donde se procedió a mezclar los diferentes formulas para la investigación de forma manual (ver anexo 6), lo que ocasionó pérdida de tiempo, pero al no encontrar otra opción se procedió de esta manera.

3.5.4. Control sanitario.

3.5.4.1. Desparasitación.

En cada unidad experimental (cerdos) se utilizó un desparasitante de amplio espectro (fenbendazol 10%) con dosis de 2 sobres de 10 gr a cada tratamiento en el alimento (vía oral).

3.5.4.2 Aseo de las Instalaciones.

Para un buen manejo de la investigación se realizó las siguientes actividades:

- Desinfección inicial.- Se realizó el aseo y desinfección de todas las instalaciones interiores y exteriores una semana antes del ingreso de las unidades experimentales (cerdos) con detergente, agua y desinfectante.
- Desinfección mensual.- Esta aplicación mediante fumigación de toda la instalación con iodo.
- Aseo diario.- se realizó el lavado diario de los cubículos, recogiendo las heces sólidas y eliminando desechos de menor tamaño o líquidos con agua y detergente.

3.5.4.3 Vacunación.

Para evitar problemas de enfermedades entre ellos el cólera porcino se realizó la vacunación de las unidades experimentales, 2ml vía intramuscular (ver anexo 7).

CAPITULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Consumo de alimento

Se determinó el consumo de alimento, considerando la diferencia del alimento ofrecido con el alimento no consumido (ver anexo 8 y 9).

4.1.1 Consumo de alimento primer mes (kg).

Cuadro N° 9: *Consumo promedio de alimento en kilogramos del primer mes de la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (Sus scrofa) en la comunidad de Quinchuquí-Otavaló”.*

TRATAMIENTO	\bar{X} (kg)
T1 (comercial)	28
T2(soya)	27,88
T3 (alfarina)	28
T4 (algodón)	27,8

Fuente: (Autor).

Cuadro N° 10: *Análisis de varianza del consumo del alimento en el primer mes de la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (Sus scrofa) en la comunidad de Quinchuquí-Otavaló”.*

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal	F Tabular 5%	F Tabular 1%
Total	0,07	19				
tratamiento	0,07	3	0,02	Infinito**	3,24	5,29
Error	0	16	0			

ns: significativo al 1%

CV: 0.00%

\bar{X} : 27,9

Fuente: (Autor).

En el cuadro N° 9 indica el consumo promedio de alimento por tratamientos en kilogramos del primer mes, con un promedio general de 27,9 kilogramos; por su parte el cuadro N° 10 muestra que en el análisis de varianza, fue significativo al 1% con un 0% de coeficiente de variación, lo que significa que estadísticamente no hubo diferencia de consumo de alimento entre tratamientos.

4.1.2 Consumo de alimento segundo mes (kg).

Cuadro N° 11: Consumo promedio de alimento en kilogramos del segundo mes de la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (*Sus scrofa*) en la comunidad de Quinchuquí-Otavaló”.

TRATAMIENTO	\bar{X} (kg)
T1 (comercial)	31,5
T2(soya)	31,5
T3 (alfarina)	31,5
T4 (algodón)	31,43

Fuente: (Autor).

Cuadro N° 12: Análisis de varianza del consumo de alimento en el segundo mes de la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (*Sus scrofa*) en etapa de crecimiento y engorde en la comunidad de Quinchuquí-Otavaló”.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal	F Tabular 5%	F Tabular 1%
total	0,01	19				
tratamiento	0,01	3	0	ns	3,24	5,29
Error	0	16	0			

ns: no significativo

CV: 0.00 %

\bar{X} : 31,48

Fuente: (Autor).

En el cuadro N° 11 se puede observar el consumo promedio de alimento por tratamientos en kilogramos en el segundo mes, donde existe igual consumo de alimento entre T1, T2 y T3 (31,5 kg) mientras que en el T4 (31,43 kg) existe alimento rechazado en mínima cantidad.

En el cuadro N° 12 los resultados del análisis de varianza del consumo de alimento del segundo mes, indica que no hay una diferencia significativa entre tratamientos en las unidades experimentales (cerdos), el coeficiente de variación fue de 0,00 % y el promedio general de 31,48 kg, estadísticamente en el segundo mes tampoco hay diferencia significativas entre tratamientos.

4.1.3 Consumo de alimento tercer mes (kg).

Cuadro N° 13: *Consumo promedio de alimento en kilogramos del tercer mes de la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (Sus scrofa) en la comunidad de Quinchuquí-Otavaló”.*

TRATAMIENTO	\bar{X} (kg)
T1 (comercial)	43,4
T2(soya)	43,4
T3 (alfarina)	43,4
T4 (algodón)	43,4

Fuente: (Autor).

Cuadro N° 14: *Análisis de varianza del consumo del alimento en el tercer mes de la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (Sus scrofa) en la comunidad de Quinchuquí-Otavaló”.*

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal	F Tabular 5%	F Tabular 1%
total	1789,38	19				
tratamiento	282,53	3	94,18	1,00ns	3,24	5,29
Error	1506,85	16	94,18			

ns: no significativo

CV: 0.00%

\bar{X} : 41,23

Fuente: (Autor).

El cuadro N° 13 indica el consumo de alimento promedio en kilogramos hasta el tercer mes, donde los valores muestran que el consumo de alimento fue similar (43,4 kg) para todos los tratamientos.

En el cuadro N° 14 los resultados del análisis de varianza del consumo de alimento hasta el tercer mes fue no significativo, con un 0% de coeficiente de variación y el promedio general de 41,3 kg, por lo cual estadísticamente los tratamientos fueron similares.

4.1.4 Consumo de alimento cuarto mes (kg).

Cuadro N° 15: Consumo promedio de alimento en kilogramos del cuarto mes de la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (*Sus scrofa*) en etapa de crecimiento y engorde en la comunidad de Quinchuquí-Otavaló”.

TRATAMIENTO	\bar{X} (kg)
T1 (comercial)	55,3
T2(soya)	55,3
T3 (alfarina)	55,3
T4 (algodón)	55,3

Fuente: (Autor).

Cuadro N° 16: Análisis de varianza del consumo del alimento en el cuarto mes de la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (*Sus scrofa*) en etapa de crecimiento y engorde en la comunidad de Quinchuquí-Otavaló”.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal	F Tabular 5%	F Tabular 1%
total	2905,19	19				
tratamiento	458,72	3	152,91	1,00ns	3,24	5,29
Error	2446,47	16	152,9			

ns: nos significativo

CV: 0,00%

\bar{X} : 55,3

Fuente: (Autor).

El cuadro N° 15 indica el consumo promedio de alimento entre tratamientos, donde los valores se mantienen iguales (55,3kg) hasta el cuarto mes.

En el cuadro N° 16 se puede notar que el análisis de varianza se mantiene en no significativo con un coeficiente de variación de 0,00%.

4.1.5 Consumo total de alimento (kg).

A continuación se presenta los valores del consumo total acumulado de cada mes por tratamiento de la investigación.

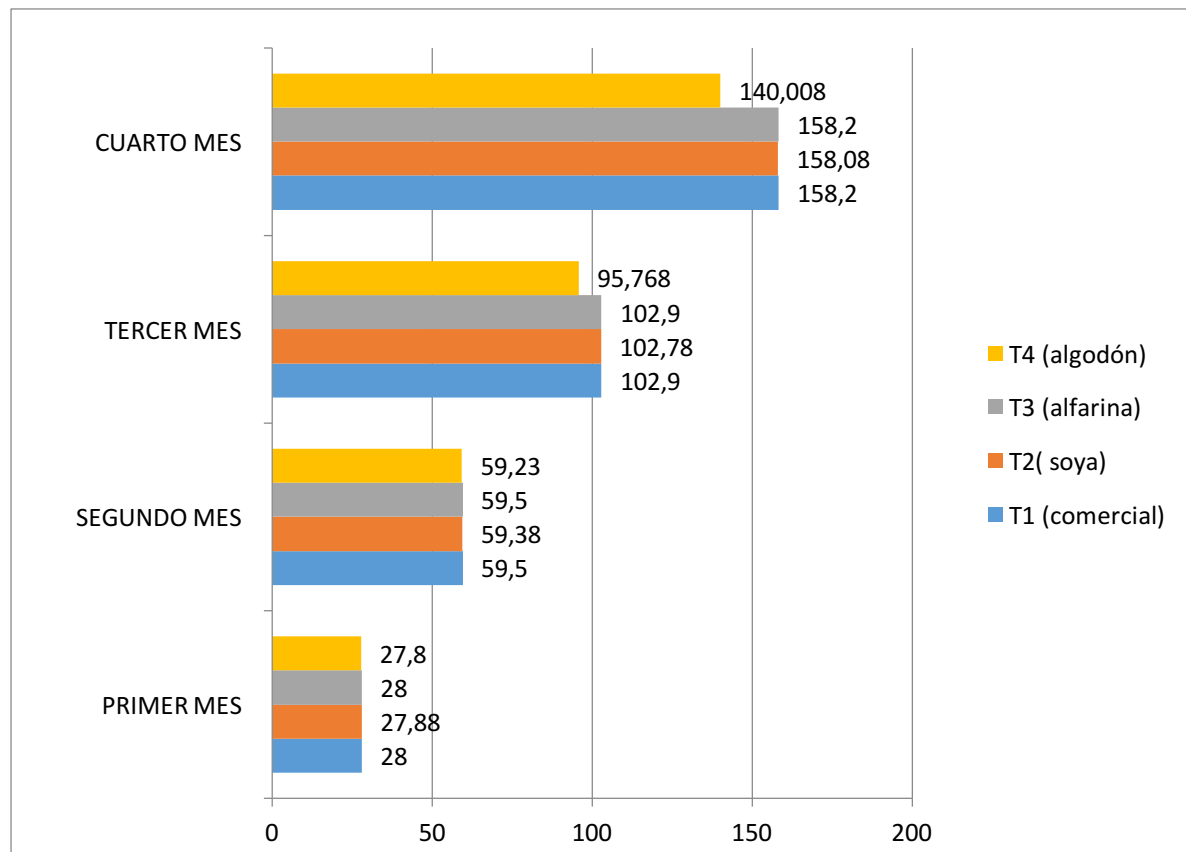


Fig. 1: Consumo de alimento mensual (Autor).

En la (Figura 1) se representan los valores en kg del total del alimento consumido por mes desde el inicio de la investigación.

En el primer mes, el consumo de alimento en el T2 y T4 se observan un rechazo mínimo de las dietas suministradas (ver anexo 9), mientras el T1 y T3 mantienen el mismo nivel de consumo y aceptabilidad.

En el segundo mes el T2 y T4 mantienen un nivel de alimento rechazado pero en mínimas cantidades, mientras que en T1 y T3 no se observa un rechazo considerable de alimento.

En el tercer y cuarto mes; T1, T2, T3 no presentan alimentos rechazados, mientras que en el T4 una pequeña cantidad de alimento es rechazado, ya que una unidad experimental sufrió una infección (colecistitis); lo que lo llevó al deceso, por lo cual se tuvo que continuar el experimento sin una repetición.

4.2 incremento de peso

4.2.1. Peso inicial (kg).

Antes de empezar la investigación se tomó el peso inicial (ver anexo 10) de todas las unidades experimentales como punto de inicio, para calcular las diferencias según el avance de la investigación a continuación el cuadro de pesos medios con los que se inició:

Cuadro N° 17: *Pesos promedios iniciales en kilogramos de la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (Sus scrofa) en la comunidad de Quinchuquí-Otavaló”.*

Tratamientos	\bar{X} (kg)
T1 (balanceado)	19,6
T2 (soya)	22,5
T3 (alfarina)	20,1
T4 (algodón)	20,7

Fuente: (Autor).

En el cuadro N° 17 se puede observar una pequeña diferencia de mayor peso en el T2 (22,5 kg) a diferencia de los T1, T3 y T4 (19,6; 20,1; 20,7 kg respectivamente) que se presentan uniformes.

4.2.2 Incremento de peso en el primer mes (kg).

Cuadro N° 18: *Aumento promedio de peso en kilogramos de los tratamientos en el primer mes de la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (Sus scrofa) en la comunidad de Quinchuquí-Otavaló”.*

Tratamientos	\bar{X} (kg)
T1 (balanceado)	10,2
T2 (soya)	8,9
T3 (alfarina)	7,9
T4 (algodón)	7,7

Fuente: (Autor).

Cuadro N° 19. *Análisis de varianza del incremento de peso en el primer mes de la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (Sus scrofa) en la comunidad de Quinchuquí-Otavalo”.*

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal	F Tabular 5%	F Tabular 1%
total	34,14	19				
tratamiento	19,64	3	6,55	7,20**	3,24	5,29
Error	14,5	16	0,91			

ns: significativo al 1%

CV: 11,00%

\bar{X} : 8,68

Fuente: (Autor).

En el cuadro N° 18 se observa que en el primer mes, el T1 obtuvo mayor ganancia de peso (10,2 kg), seguido del T2 (8,9 kg) mientras que el T3 y T4 (7,9 y 7,7 kg respectivamente) con ganancia de pesos similares.

El cuadro N° 19 del análisis de la varianza, indica que existe una diferencia significativa del 1 % entre tratamientos del aumento de peso de las unidades experimentales (cerdos), con un coeficiente de variación del 11,00 % y el promedio general de 8.68 Kg; según el análisis de promedios del incremento de peso al primer mes, el T1 se presenta como el mejor.

4.2.3 Incremento de peso en el segundo mes (kg).

Cuadro N° 20: Aumento promedio de peso en kilogramos de los tratamientos en el segundo mes de la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (*Sus scrofa*) en la comunidad de Quinchuquí-Otavaló”.

Tratamientos	\bar{X} (kg)
T1 (balanceado)	14,1
T2 (soya)	12,6
T3 (alfarina)	11,9
T4 (algodón)	10,4

Fuente: (Autor).

Cuadro N° 21: Análisis de varianza del incremento de peso en el segundo mes de la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (*Sus scrofa*) en la comunidad de Quinchuquí-Otavaló”.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal	F Tabular 5%	F Tabular 1%
total	168,25	19				
tratamiento	35,45	3	11,82	1,42ns	3,24	5,29
Error	132,8	16	8,3			

ns: no significativo

CV: 23,52%

\bar{X} : 12,25

Fuente: (Autor).

En el segundo se observa (cuadro N° 20) que el T1 sigue siendo mejor en cuanto ganancia de peso con un valor de 14 kg, seguido por el T2 con un valor de 12,6 mientras que el T3 y T4 mantienen valores mas bajos a relación de los tratamientos.

En cuanto al análisis de varianza (Cuadro N° 21) en el segundo mes no detectó diferencias significativas para tratamientos; el coeficiente de variación fue del 23,52 % y el promedio general de 12,25 Kg. Según el análisis de promedios de incremento de peso al segundo mes, T1 sigue siendo el mejor.

4.2.4 Incremento de peso en el tercer mes (kg).

Cuadro N° 22: Aumento promedio de peso en kilogramos de los tratamientos en el tercer mes de la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (*Sus scrofa*) en la comunidad de Quinchuquí-Otavaló”.

Tratamientos	\bar{X} (kg)
T1 (balanceado)	19,1
T2 (soya)	17,6
T3 (alfarina)	15,8
T4 (algodón)	20,7

Fuente: (Autor).

Cuadro N° 23: Análisis de varianza del incremento de peso en el tercer mes de la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (*Sus scrofa*) en la comunidad de Quinchuquí-Otavaló”.

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal	F Tabular 5%	F Tabular 1%
total	337,3	19				
tratamiento	75,9	3	25,3	1,55ns	3,24	5,29
Error	261,4	16	16,34			

ns: no significativo

CV: 24,35%

\bar{X} : 18,3

Fuente: (Autor).

El cuadro N° 23 indica que en el tercer mes, T1 sigue siendo mejor en cuanto a ganancia de peso, con un valor de 19,1 kg; también se observa un aumento de peso similar en el T4 con 20,7 kg; es así como T2 y T3 con 17,6 y 15,8 kilogramos respectivamente fueron los tratamientos con menor aumento de peso.

El análisis de varianza (Cuadro N° 23) del tercer mes tampoco detectó diferencias significativas para tratamientos; el coeficiente de variación fue del 24,35 % y el promedio general de 18,3 Kg; según el análisis de los promedios de aumento de peso, T1 sigue siendo el mejor tratamiento en relación al incremento de peso seguido por el T4.

4.2.4 Incremento de peso en el cuarto mes (kg).

Cuadro N° 24: *Aumento promedio de peso en kilogramos de los tratamientos al cuarto mes de la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (Sus scrofa) en la comunidad de Quinchuquí-Otavaló”.*

Tratamientos	\bar{X} (kg)
T1 (balanceado)	30,3
T2 (soya)	28,8
T3 (alfarina)	22,2
T4 (algodón)	27,75

Fuente: (Autor).

Cuadro N° 25: *Análisis de varianza del incremento de peso en el cuarto mes de la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (Sus scrofa) en la comunidad de Quinchuquí-Otavaló”.*

F.V	S.C	G.L	C.M	F. Cal	F Tabular 5%	F Tabular 1%
total	1249,44	19				
tratamiento	275,74	3	91,91	1,51ns	3,24	5,29
Error	973,7	16	60,86			

ns: no significativo

CV: 30,15%

\bar{X} : 27,26

Fuente: (Autor).

El cuadro N° 24 indica, que al final del experimento el mejor tratamiento fue el T1 con un aumento de peso de 30,3 kilogramos; seguido por el T2 con 28,8 kilogramos; mientras que el T4 refleja un aumento de 27,75 kilogramos y por último el T3 con un aumento de 22,5 kilogramos.

El análisis de varianza (Cuadro N° 25) hasta el cuarto mes tampoco detectó diferencias significativas para tratamientos; el coeficiente de variación fue del 30,15 % y el

promedio general de 27,26 kg; según el análisis de promedios de incremento de peso, T1 y T2 son los que se inclinan a ser mejores,

Cuadro N° 26: *Prueba de Tukey al 5% con los valores finales del incremento de peso de la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (Sus scrofa) en la comunidad de Quinchuquí-Otavaló”.*

Tratamientos	Medias	Tukey
T1	93,3	A
T2	90,4	B
T3	77,9	C
T4	87,25	C

Fuente: (Autor).

La prueba de Tukey al 5% (Cuadro N° 26), indica la presencia de dos rangos con buen rendimiento a incremento de peso, en primer lugar está el T1 (testigo) con un promedio de 93,3 kg que vendría a ser el mejor tratamiento seguido del T2 (soya) con un promedio de 90,4 kg. El tratamiento T3 (alfalfa) 77,9 kg y T4 (semilla de algodón) 87,25 kg presentaron un comportamiento menor por los índices de morbilidad en la investigación (problemas digestivos por el porcentaje de fibra en su composición química), pero aun así comparten el mismo rango de significancia con los tratamientos.

A continuación se presenta un histograma del aumento de peso por tratamiento por meses y semanas:

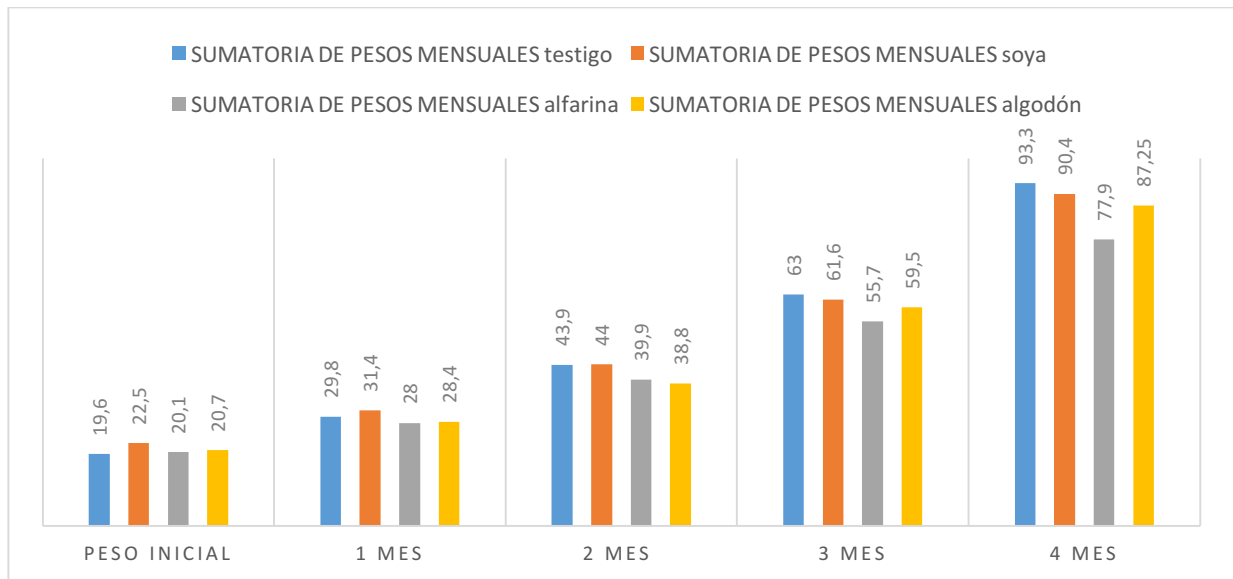


Fig. 2: Aumento de peso de cerdos en kg.
Fuente: (Autor).

La Figura 2 representa los valores de aumento de peso en kilogramos desde el inicio hasta finalizar de la fase de la investigación con las diferentes dietas formuladas para cada tratamiento; donde se puede notar que durante los 4 meses de tratamiento el T1 y T2 tienden a ser los mas altos, seguidos del T4 con un buen índice de ganancia de peso.

Gráfica de dispersión del aumento de peso semanal de los tratamientos.

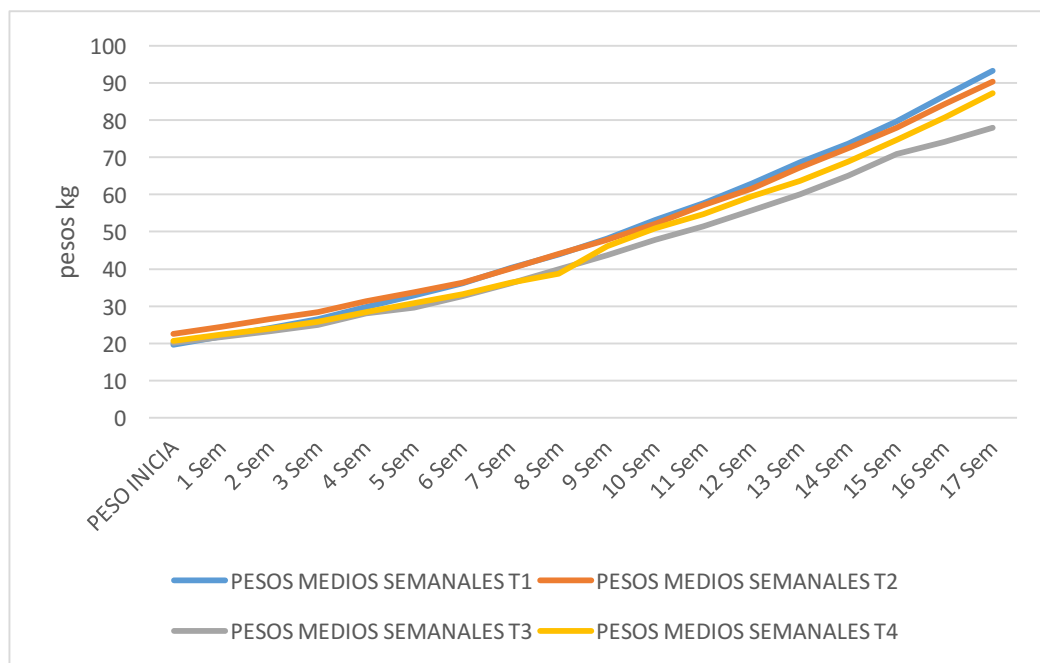


Fig. 3: Aumento de peso, mediante las dietas de cada tratamiento.

Fuente: (Autor).

En la Figura 3. Se grafica el aumento de peso producto del efecto de las dietas balanceadas formuladas para cada tratamiento; se puede observar la curva de crecimiento en la que los tratamientos T1 y T2 crecen de forma casi lineal (ver anexo 11) siendo estas dos las mejores del experimento en relación al incremento de peso.

El tratamiento T3 (alfarina) tiene un crecimiento inferior con relación al T1 y T2 por los frecuentes problemas digestivos; según FEDNA (1994), nos indica que al igual que otras leguminosas, la alfalfa contiene factores anti nutritivos, los principales son las cantidades considerables de fibra, saponinas y los taninos solubles; el T4 también tuvo problemas digestivos (por la considerable cantidad de fibra en el gosispol) que causaron la pérdida de una unidad experimental por la cual fue anulada de la investigación.

En el T4 se observa un crecimiento similar al T1 Y T2 al igual con un porcentaje no muy alto de morbilidad, siendo este tratamiento recomendable en cuanto a ganancia de peso con costos menores.

4.3 Conversión alimenticia (CA)

El cálculo de la conversión alimenticia se obtuvo dividiendo el consumo de alimento mensual para el aumento de peso mensual de las unidades experimentales.

En los siguientes cuadros se observa el índice de CA mensual y global por tratamiento:

Cuadro N° 27: *Tabla de conversión alimenticia mensual de la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (Sus scrofa) en la comunidad de Quinchuquí-Otavalo”.*

CONVERSIÓN ALIMENTICIA MENSUAL			
Tratamiento	Consumo medio de alimento (kg)	Ganancia de peso medio (kg)	Conversión alimenticia
PRIMER MES			
T1 (comercial)	28	10,2	2,74
T2 (soya)	27,88	8,9	3,13
T3 (alfarina)	28	7,9	3,54
T4 (algodón)	27,8	7,7	3,61
SEGUNDO MES			
T1 (comercial)	31,5	14,1	2,23
T2(soya)	31,5	12,6	2,5
T3 (alfarina)	31,5	11,9	2,64
T4 (algodón)	31,43	10,4	3,02
TERCER MES			
T1 (comercial)	43,4	19,1	2,27
T2(soya)	43,4	17,6	2,46
T3 (alfarina)	43,4	15,8	2,74
T4 (algodón)	43,4	20,7	2,09
CUARTO MES			
T1 (comercial)	55,3	30,3	1,82
T2(soya)	55,3	28,8	1,92
T3 (alfarina)	55,3	22,2	2,49
T4 (algodón)	55,3	27,75	1,99

Fuente: (Autor).

Cuadro N° 28: *Tabla de conversión alimenticia global de la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (Sus scrofa) en la comunidad de Quinchuquí-Otavaló”.*

CONVERSIÓN ALIMENTICIA GLOBAL			
Tratamiento	Consumo medio de alimento (kg)	Ganancia de peso medio kg.	Conversión alimenticia
T1 (comercial)	158,2	73,7	2,15
T2 (soya)	158,08	67,9	2,33
T3 (alfarina)	158,2	57,8	2,74
T4 (algodón)	157,93	66,55	2,37

Fuente: (Autor).

Histograma global de la conversión alimenticia mensual por tratamiento.

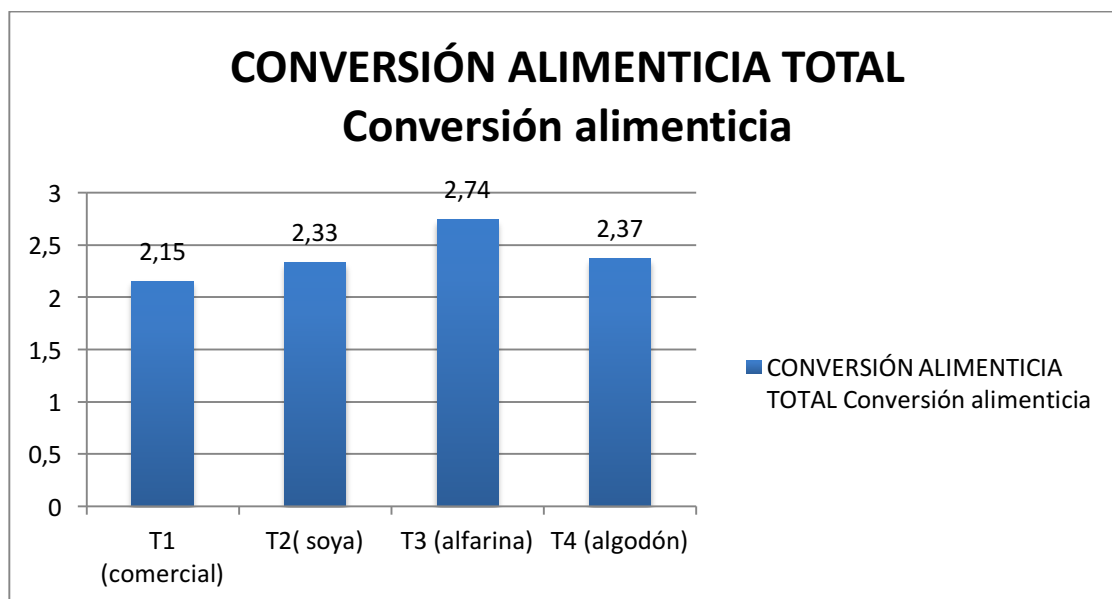


Fig.4: Conversión Alimenticia de las unidades experimentales por tratamientos,
Fuente: (Autor).

La Figura 4 representa los valores de la conversión alimenticia mes a mes por tratamiento desde el inicio de la fase de experimentación hasta finalizar el ensayo con diferentes dietas balanceadas para cada tratamiento T1 (testigo), T2 (soya), T3 (alfarina) y T4 (semilla de algodón) siendo las mejores T1 y T2.

En cuanto a la conversión alimenticia, denota el incremento de consumo de alimento así como la ganancia de peso, mes a mes de cada tratamiento, se puede notar que los valores de cada tratamiento no varía en más de un número, como resultado el T2 y el T4 con 2,33 y 2,37 respectivamente, son los más recomendables ya que fueron los que más se acercaron al Tratamiento testigo de conversión alimenticia 2,15.

4.4. Morbilidad

A continuación un histograma donde observaremos la morbilidad de cada tratamiento por semanas:

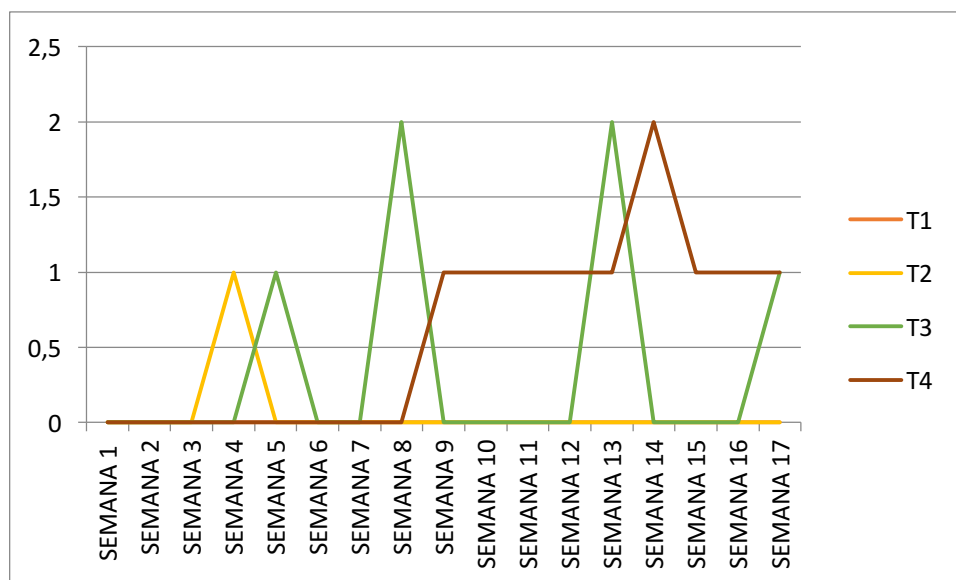


Fig. 5. Grafico de Morbilidad.

Fuente: (Autor).

En la figura 5 se aprecia que el T1 durante todo el experimento no presento problemas de enfermedades mientras que el T2 tuvo problemas digestivos en las semanas iniciales del experimento por el cambio de alimento al empezar el experimento para lo cual se aplico un antibiótico (benzopen a las unidades experimentales 3 ml vía intramuscular).

El tratamiento T3 (alfarina) presento frecuentes problemas digestivos (diarreas) durante la investigación los cuales se trataron con antibióticos (z pen 3ml vía intramuscular) y con problemas de prolapso uterino de una unidad experimental al final del experimento tratados con lavados de la parte afectada y antibióticos.

En el tratamiento T4 tuvo problemas digestivos causando la pérdida de una unidad experimental a la novena semana por colecistitis con necrosis del intestino delgado (ver anexo 12) por motivos de alto contenido de fibra en la semilla de algodón que afecta a la mucosa del estómago y los intestinos; para esta unidad experimental tuvo que emitirse un informe post-mortem (ver anexo 13) y anular esa unidad experimental.

4.5 Costos de producción

4.5.1. Costos de producción por tratamiento.

Cuadro N° 29: *Costos requeridos para el tratamiento T1 (testigo) en la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (Sus scrofa) en la comunidad de Quinchuquí-Otavalo”.*

COSTOS TRATAMIENTO 1				
Concepto	Unidades	Cantidad	Unitario \$	Total \$
Investigador	horas/trabajo	126	10	1260
Transporte	Carreras	6	5	30
				1290
Costos Directos				
Insumos				
Animales	Cerdos	5	80	400
Balanceado Crecimiento	Kilogramos	297,5	0,63	187,425
Balanceado Engorde	Kilogramos	493,5	0,62	305,97
Complejo B	100cc	1	1	4
AD3E	100cc	1	12	12
Pecutrin	Unidades	5	0,7	3,5
Antibióticos	100cc	1	25	25
Yodo	cc	1	4	4
Creso	cc	1	2	2
SUBTOTAL				943,895
COSTOS INDIRECTOS				
Arriendo de instalaciones	corrales	1	160	160
Letreros	Unidades	1	2	10
Pala	Unidades	1	15	15
Escoba	Unidades	1	2	2
Botas	Unidades	1	12	12
Bombas	Unidades	1	40	40
SUBTOTAL				239
MATERIALES DE OFICINA				
Papelería en general	Unidades	1	60	60
SUBTOTAL				60
SUMA DE COSTOS				2731,05
IMPREVISTOS (10%)				273,1
TOTAL DE COSTOS				2532,895

Fuente : (Autor).

Cuadro N° 30: *Costos requeridos para el tratamiento T2 (soya) en la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (Sus scrofa) en la comunidad de Quinchuquí-Otavalo”.*

COSTOS TRATAMIENTO 2				
Concepto	Unidades	Cantidad	Unitario \$	Total
Investigador	horas/trabajo	126	10	1260
Transporte	Carreras	6	5	30
				1290
Costos Directos				
Insumos				
Animales	Cerdos	5	80	400
Balanceado Crecimiento	Kilogramos	296,6	0,49	145,334
Balanceado Engorde	Kilogramos	493,8	0,43	212,334
Complejo B	100cc	1	4	5
AD3E	100cc	1	12	12
Pecutrin	Unidades	5	0,7	3,5
Antibióticos	100cc	1	25	25
Yodo	cc	1	4	4
Creso	cc	1	2	2
SUBTOTAL				809,168
COSTOS INDIRECTOS				
Arriendo de instalaciones	corrales	1	160	160
Letreros	Unidades	1	2	10
Pala	Unidades	1	15	15
Escoba	Unidades	1	2	2
Botas	Unidades	1	12	12
Bombas	Unidades	1	40	40
SUBTOTAL				239
MATERIALES DE OFICINA				
Papelería en general	Unidades	1	60	60
SUBTOTAL				60
SUMA DE COSTOS				2507,549218
IMPREVISTOS				273,1
TOTAL DE COSTOS				2398,168

Fuente: (Autor).

Cuadro N° 31: *Costos requeridos para el tratamiento T3 (alfarina) en la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (Sus scrofa) en la comunidad de Quinchuquí-Otavaló”.*

COSTOS TRATAMIENTO 3				
Concepto	Unidades	Cantidad	Unitario \$	Total
INVESTIGADORES	horas/trabajo	126	10	1260
TRANSPORTE	Carreras	6	5	30
				1290
Costos Directos				
Insumos				
Animales	Cerdos	5	80	400
Balanceado Crecimiento	Kilogramos	297,5	0,41	121,975
Balanceado Engorde	Kilogramos	493,5	0,43	212,205
Complejo B	100cc	1	4	5
AD3E	100cc	1	12	12
Pecutrin	Unidades	5	0,7	3,5
Antibióticos	100cc	1	25	25
Yodo	cc	1	4	4
Creso	cc	1	2	2
SUBTOTAL				785,68
COSTOS INDIRECTOS				
Arriendo de instalaciones	corrales	1	160	160
Letreros	Unidades	1	2	10
Pala	Unidades	1	15	15
Escoba	Unidades	1	2	2
Botas	Unidades	1	12	12
Bombas	Unidades	1	40	40
SUBTOTAL				239
MATERIALES DE OFICINA				
Papelería en general	Unidades	1	60	60
SUBTOTAL				60
SUMA DE COSTOS				2507,101997
IMPREVISTOS				273,1
TOTAL DE COSTOS				2374,68

Fuente: (Autor).

Cuadro N° 32 Costos requeridos para el tratamiento T4 (semilla de algodón) en la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (*Sus scrofa*) en la comunidad de Quinchuquí-Otavaló”.

COSTOS TRATAMIENTO 4				
Concepto	Unidades	Cantidad	Unitario \$	Total
INVESTIGADORES	horas/trabajo	126	10	1260
TRANSPORTE	Carreras	6	5	30
4				1290
Costos Directos				
Insumos				
Animales	Cerdos	5	80	400
Balanceado Crecimiento	Kilogramos	296,15	0,37	109,5755
Balanceado Engorde	Kilogramos	403,9	0,38	153,482
Complejo B	100cc	1	4	5
AD3E	100cc	1	12	12
Pecutrin	Unidades	5	0,7	3,5
Antibióticos	100cc	1	25	25
Yodo	cc	1	4	4
Creso	cc	1	2	2
SUBTOTAL				714,5575
COSTOS INDIRECTOS				
Arriendo de instalaciones	corrales	1	160	160
Letreros	Unidades	1	2	10
Pala	Unidades	1	15	15
Escoba	Unidades	1	2	2
Botas	Unidades	1	12	12
Bombas	Unidades	1	40	40
SUBTOTAL				239
MATERIALES DE OFICINA				
Papelería en general	Unidades	1	60	60
SUBTOTAL				60
SUMA DE COSTOS				2350,030664
IMPREVISTOS				273,1
TOTAL DE COSTOS				2303,5575

Fuente: (Autor).

Análisis gráfico de costos de producción.

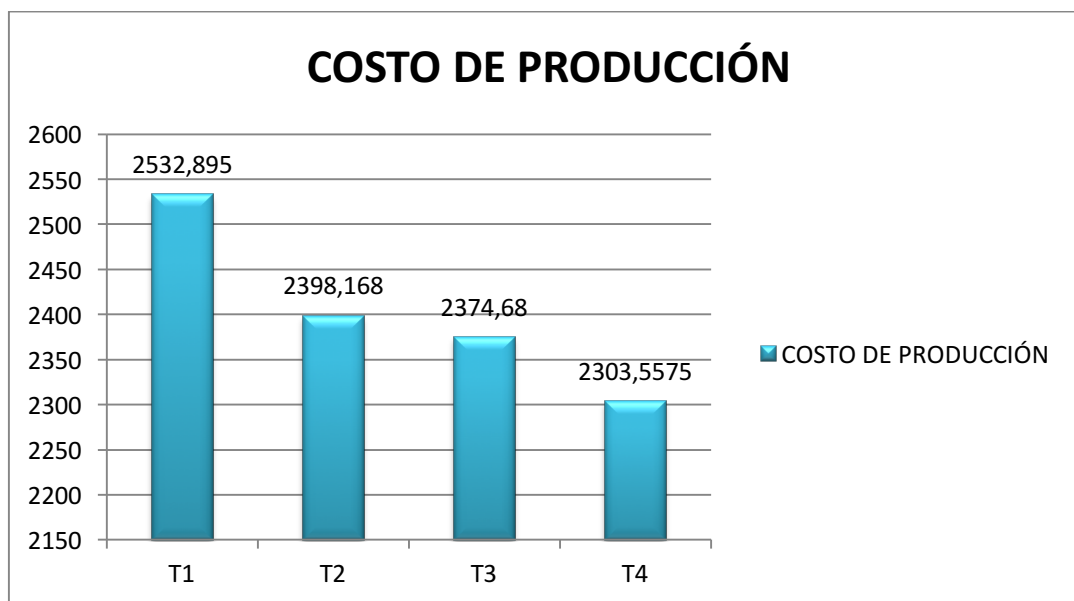


Fig. 6 Costos de producción por tratamiento.

Fuente: (Autor).

En la figura 6 se puede apreciar el costo total de la investigación de cada uno de los tratamientos siendo el más costoso el T1 (testigo) con 2532,89 dólares, mientras que el T2 (soya) y T3 (alfarina) tienen costos de producción similares de 2398,16 y 2374,68 dólares respectivamente y al final está el T4 (algodón) que tiene el costo de producción más bajo de 2303,55 dólares con relación a los demás tratamientos.

Puesto que el T4 (algodón) tiene un costo mas bajo, lo hace más rentable para los productores tanto pequeños como grandes pero habría que tomar en cuenta métodos de eliminar la fibra del grano de algodón para evitar tener problemas de morbilidad y mortalidad.

4.5.2. Producción neta (kg).

Cuadro N° 33: *Producción neta en kilogramos de la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (Sus scrofa) en la comunidad de Quinchuquí-Otavaló”.*

Tratamiento	peso Inicial promedio (Kg.)	peso final promedio (Kg.)	Producción neta (Kg.)
T1 (comercial)	19,6	93,3	73,7
T2 (soya)	22,5	90,4	67,9
T3 (alfarina)	20,1	77,9	57,8
T4 (Algodón)	20,7	87,25	66,55

Fuente: (Autor).

Con respecto a T1 el tratamiento con balanceado comercial, nos refleja una ganancia de peso de 73,7 kg; el tratamiento T2 Soya nos indica una ganancia de peso de 67,9kg ; el tratamiento T3 Alfarina, nos refleja una ganancia de peso de 57,8 kg; por ultimo el tratamiento T4, Algodón indica una ganancia de peso de 66,55kg, cabe recalcar que el tiempo para la ganancia de peso de todos los tratamientos fue de 16 semanas, por ende se puede notar que ningún tratamiento iguala al T1 testigo, y que el tratamiento T3 tiene la ganancia de peso mas baja.

4.5.3 Costo por kilogramo de carne producido (\$).

Cuadro N° 34: *Costo por kilogramo de carne producido de la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (Sus scrofa) en la comunidad de Quinchuquí-Otavaló”.*

Tratamiento	Inversión por unidad experimental (\$)	Peso obtenido (Kg)	Costo por Kg de Carne (\$)
T1 (comercial)	108,54	73,7	1,47
T2 (soya)	78,68	67,9	1,16
T3 (alfarina)	73,51	57,8	1,27
T4 (Algodón)	57,87	66,55	0,86

Fuente: (Autor).

La tabla N° 34 describe el costo que se requiere para producir un kilogramo de carne, dando un costo mas elevado en el T1 con 1,47 \$ mientras que T2 y T3 mantienen costos similares 1,16 \$ y 1,27 \$ respectivamente y el T4 que solo requiere 0,86 \$ para producir un kilogramo de carne; siendo el T4 el tratamiento que menos costo de inversión utiliza para producir 1 kg de carne.

4.5.4 Análisis venta al mercado.

Cuadro N° 35: Análisis de la venta al mercado de las unidades experimentales de la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (*Sus scrofa*) en la comunidad de Quinchuquí-Otavaló”.

Tratamiento	Peso unidad experimental (kg)	Peso rendimiento a la canal 80 % (kg)	Valor kg. Mercado (\$)	Ingreso (\$)
T1 (comercial)	93,3	74,64	3,3	246,31
T2 (soya)	90,4	72,32	3,3	238,65
T3 (alfarina)	77,9	62,32	3,3	205,66
T4 (Algodón)	87,25	69,8	3,3	230,34

Fuente: (Autor).

En el cuadro N° 35 se aprecia los pesos promedios en cada unidad experimental en kilogramos a la cual calculamos el rendimiento a la canal del 80 % del peso obtenido; el valor unitario de acuerdo al mercado es de 3,30 \$ el kilo.

Con estos datos se calculó la ganancia total en dólares, que van desde los 246,31 \$ en el tratamiento comercial (T1); en el tratamiento de soya (T2), una ganancia de 238,65 \$; se puede notar que el tratamiento Alfarina (T3), hay una ganancia de 205,66 siendo este tratamiento el mas bajo; y por ultimo el tratamiento algodón (T4), nos dio una ganancia de 230,34\$ la cual seria el que mas se asemeja al testigo pero con menos costo de inversión.

4.5.5 Comparación inversión ganancia.

Cuadro N° 36: *comparación inversión ganancia de la investigación “Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (Sus scrofa) en la comunidad de Quinchuquí-Otavalo”.*

COMPARACIÓN INVERSIÓN GANANCIA					
Tratamiento	Costo Alimentación (\$)	Costo Insumos 10% (\$)	Costo total (\$)	Valor Venta (\$)	Ganancia neta (\$)
T1 (comercial)	98,67	9,87	108,54	246,31	137,77
T2 (soya)	71,53	7,15	78,68	238,65	159,97
T3 (alfarina)	66,83	6,68	73,52	205,66	132,14
T4 (Algodón)	52,61	5,26	57,87	230,34	172,47

Fuente: (Autor).

La tabla N° 36 indica la ganancia neta obtenida después de restar los valores de gastos de alimentación e insumos, por lo tanto en el tratamiento comercial T1, se obtiene una ganancia neta de 137,77 \$ seguido del tratamiento T2 soya con una ganancia neta de 159,97 \$; en cuanto al tratamiento que menor ganancia neta tuvo fue el T3 alfarina con un valor de 132,14 \$ y por ultimo se encuentra el tratamiento Algodón T4 con una ganancia neta de 172,22\$ siendo esta la ganancia mas alta con menor costo de alimentación.

CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El consumo de alimento para cada uno de los tratamientos en evaluación fue similar, en el T3 y T4 se observaron cantidades pequeñas de alimento rechazado pero sin diferencias significativas entre tratamientos, es decir que estadísticamente todos los tratamientos son iguales.
- En esta investigación se determinó que el tratamiento T1 (testigo) fue el de mas eficiente con respecto al incremento de peso con un promedio de 93,3 Kg, seguido del tratamiento T2 (soya) con un promedio de 90,4 kg siendo los mejores de la investigación mientras T3 (alfarina) y T4 (algodón) se mantuvieron con un promedio de 77,9kg y 87,25 kg respectivamente y estadísticamente sin diferencias significativas entre tratamientos.
- En cuanto a la conversión alimenticia de esta investigación no se obtuvo diferencias significativas entre tratamientos en ninguno de los meses de evaluación, se pudo apreciar la mínima diferencia entre los tratamientos T1(testigo), T2(soya) T3(alfarina) y T4 (algodón) con valores de 2,15 ; 2,33 ; 2,74; 2,37 respectivamente
- En el análisis de morbilidad de los tratamientos, el T3 (alfarina) presento problemas digestivos, así como el T4 (algodón), que presento el índice de morbilidad mas alto, debido a la presencia de irritaciones intestinales de diferente índole por el alto contenido de fibra en su composición.
- En cuanto a los costos de producción de los tratamientos se concluye que T1 (testigo) es más costoso, el mismo que presenta un costo de 1,47 \$ por kilo de carne; le sigue el T3 (alfarina) con un costo de 1,27 \$ por kilo de carne, mientras T2 (soya) tiene un costo de 1,16 \$ por kilo de carne y por último el tratamiento T4 (algodón) que es el que tiene el costo mas bajo de 0,86 \$ por kilo de carne.

5.2. Recomendaciones

- En cuanto a consumo de alimento y ganancia de peso no existe ninguna recomendación, por que los resultados estadísticos no tuvieron diferencias significativas entre tratamientos.
- Se debe de tratar de bajar el índice de morbilidad en el tratamiento de alfarina para los animales realizando e investigando nuevas mezclas con otros subproductos de bajo costo pero que a su vez acepten y consuman con mayor facilidad.
- Se recomienda eliminar la cubierta fibrosa de la semilla de algodón mediante flameado para evitar problemas de palatabilidad, al mismo tiempo aumentar el grado de finura en el molido para evitar problemas digestivos (monogástricos).
- Investigar el efecto de las proteínas de origen vegetal en el rendimiento de machos enteros, castrados y hembras.
- Se recomienda almacenar los ingredientes y mezclas nutricionales de las dietas en un ambiente fresco y seco, para evitar que se humedezcan y prevenir índices altos de morbilidad.
- Realizar investigaciones más profundas del tratamiento 2 (soya) con diferentes niveles en la formulación para bajar costos de producción, ya que este tratamiento se acercó más a los valores de incremento de peso del T1 (balanceado comercial).
- Se recomienda utilizar el T4 (algodón) ya que su costo de producción es bajo, siendo así mas rentable para los productores pecuarios, también se puede notar que la ganancia de peso se acerca al T1 (testigo), pero hay que tener en cuenta que se debe bajar el porcentaje de fibra, (aumentando la finura en la molienda o mezclando nuevas materias primas) para evitar así muertes o daños a nivel de intestino.

CAPÍTULO 6. BIBLIOGRAFÍA CITADA

6.1. Bibliografía

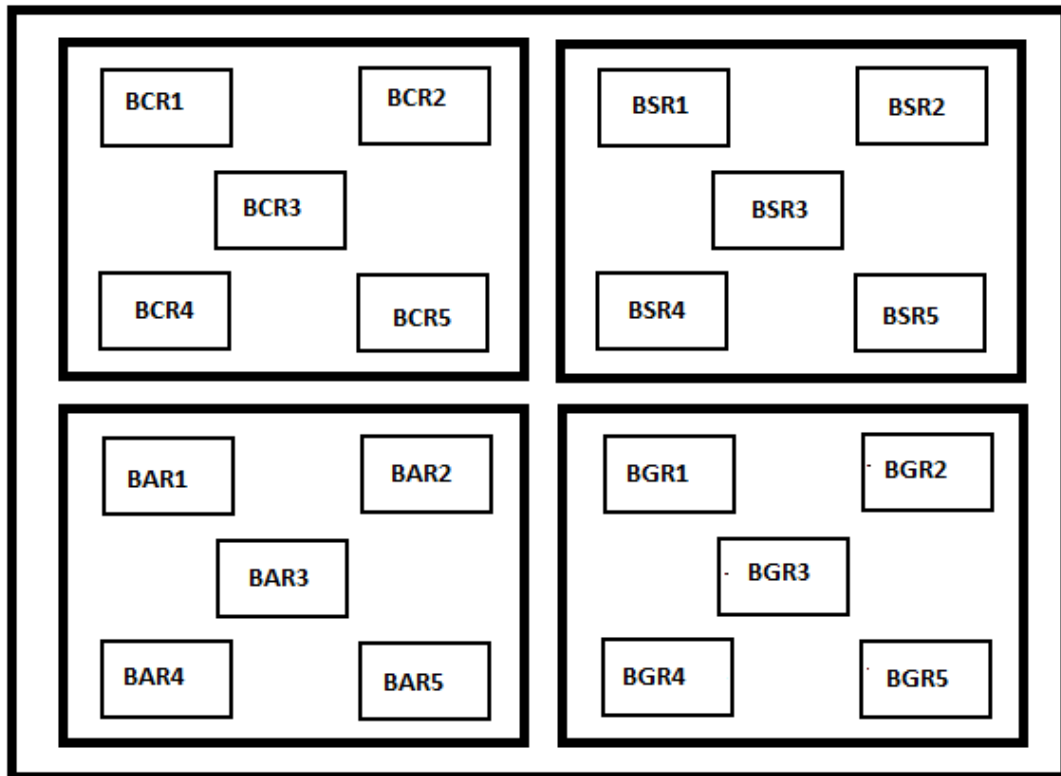
1. ASOCIACIÓN SOYA NICARAGUA (2005). *Soya*. Recuperado del 2 de febrero de 2009. Desde: http://www.soynica.org.ni/soya_vnutri.php
2. Badui D. (1993). *Química de los alimentos*. Facultad de Química. Universidad Autónoma de México. Cap. 3 pag 617-635 Ed. Alhambra Mexicana S. A. Cuarta Edición.
3. Belmar, R ; Nava, R. (2007). *Factores anti nutricionales en la alimentación de animales mono gástricos*. Recuperado desde: [http://www.sian.info.ve/porcinos.\(2007\).La alimentación de cerdos.](http://www.sian.info.ve/porcinos.(2007).La%20alimentaci3n%20de%20cerdos.)
4. Bacardit, P.(2008). *Alimentación no convencional de Cerdos*, la utilización de recursos disponibles. Recuperado desde: <http://www.cipav.org.co/cipav/resrch/livestk/piedad.htm>.
5. Campalbadal, C. (2007). *PORCIMENTOS*. Programa de Alimentación en Cerdos. Recuperadodesde:<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00144.PDF>
6. CAMPAVADAL. (2001). *Manual Guía Técnica de cerdos materias primas alternativas*. Recuperado desde. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00144.PDF>
7. Carrero G. (2005) *Partes del aparato digestivo del sistema digestivo del cerdo*. SENA Manual. pág. 38
8. Canpiño, G. (2010). Comportamiento de Cerdos de Engorde. Tabla de consumo de alimento esperado según el peso de los animales. Recuperado desde: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S01217092010000200005&script=sci_arttext
9. Church, P. (1996). *Fundamentos de Nutrición y Alimentación de animales*. LIMUSA. pág. 98-101. Recuperado desde: <http://www.casadellibro.com/libro-fundamentos-de-nutricion-y-alimentacion-de-animales-2-ed/9789681852993/810964>
10. Coles, H. Eritrocitos, E. (1986). *Diagnóstico y patología en veterinaria*. 4ª edición. Interamericana. Mc. Graw-Hill. México. Cap. 2. Página 12-43
11. Crawley, H. (1993). *Natural occurrence of vitamins in food*. Berry Ottaway. Ed. The Technology of vitamins in food. Chapter II. 19-40.
12. Dewdney, M. (.2005). *Nutrición pecuaria*. Recuperado desde: <http://www.edis.ifas.ufl.edu>.
13. Dukes, H. y Swenson, M. (1981). *Fisiología de los animales domésticos*. Cuarta Edición Aguilar, México.

14. Dyer, I. (1972). *Necesidades de minerales* Capítulo 17: 381-404. Eds. Hafez, E. S. E. y Dyer, I.A Editorial Acribia.
15. El hoy. (2012). *Harina de pescado, un balanceado de peso*. Recuperado desde: <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/harina-de-pescado-un-balanceado-de-peso-405186.html>
16. Engormix. (2002). *Minerales y vitaminas en la nutrición animal*. Recuperado desde: <https://www.engormix.com/MA-balanceados/formulacion/foros/minerales-vitaminas-nutricion-animal-t18650/800-p0.htm>
17. Elizondo, J (2002). *Estimación lineal de los requerimientos nutricionales del nrc para cabras*. Recuperado desde: http://www.tablas_nutricionalesnrc.com. (2002). Formulación de raciones.
18. Easter, A. y Ellis, P. (2000). *Manual de Alimentación de Cerdos*. España. Pág.1-20
19. El COMERCIO. (30 junio 2012). Producción de algodón repunta. Recuperado desde: <http://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/produccion-de-algodon-repunta.html>
20. Fajardo, C.(2009). *Requerimientos Nutricionales de cerdos de cría*. Recuperado desde: <http://www.engormix.com>
21. FEDNA.(2004). Tablas FEDNA de valor nutritivo de Forrajes y Subproductos fibrosos húmedos. Fundación para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, 70 pp. Recuperado desde: http://www.fundacionfedna.org/subproductos_fibrosos_humedos/bagazo-de-cerveza-h%C3%BAmedo
22. Garzón, V. (2010). *La soya, principal fuente de proteína en la alimentación de especies menores*. Recuperado desde: <http://www.engormix.com/MA-avicultura/nutricion/articulos/soya-principal-fuente-proteina-t3104/141-p0.htm>
23. Gallo, J. (1996). *Producción Porcina*. s/n. Quito, Ecuador.1 ed. Edit Ministerio De Agricultura y Ganadería (MAG). p.113.
24. Gómez, A.;Martinez, B.; Figueroa, J. ; González,Y. ; Hernández, J. (1996).*Cambios en algunos componentes químicos y nutricionales durante la preparación de tortillas de maíz elaboradas con harinas instantáneas obtenidas por extrusión continua*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 46(4):315-319.
25. Guada J. (1993). *Efectos del procesado sobre la degradabilidad ruminal de la proteína y almidón*. IX Curso de Especialización FEDNA. Barcelona – España.
26. Guamán, R. y COL. (2003). *Desarrollo de líneas de soya para la alimentación humana*. Universidad del Azuay. Cuenca.

27. Hamond, M. (1991). *Técnicas De Manejo Y Alimentación De Cerdos*. sn. México D.F .México. 3 ed. Edit Continental S.A., pp.55-61.
28. Hanson C.. (1993). Ciencia y Tecnología en alfalfa.
29. Labala, J. (2011). Vetifarma.Universo Porcino. Recuperado desde: http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/nutricion_porcina_09-2011_las_vitaminas_y_la_produccion_porcina.html
30. LÍDERES. (5 septiembre 2011). La alfalfa alimenta al ganado de la sierra. Recuperado de: http://www.agrytec.com/pecuario/index.php?option=com_content&view=article&id=5699%3AAla-alfalfa-alimenta-al-ganado-de-la-sierra &catid=12%3a_noticias &Itemid=14
31. LÍDERES. (2008). La melaza. Endulza a los ganaderos y agricultores. Recuperado desde: <http://www.revistalideres.ec/lideres/melaza-endulza-ganaderos-agricultores.html>
32. MAGAP. (2012). El precio de ka soya se fijo en 30 dolares el quintal. Recuperado desde: <http://www.agricultura.gob.ec/el-precio-de-la-soya-se-fijo-en-30-00-el-quintal/>
33. Macdonal, P., Edwards, R. yGreenhalgh, J.(1999). *Nutrición Animal*. 5ª ed. Zaragoza. España. Acribia. 576 p
34. Marks, J. (1993). *Biological functions of vitamins*. In: The technology of vitamins in food ed. Berry Ottaway. Chapter 1: 1-17.
35. Montiel, C. (1980) *Biblioteca Ganadera*, Alimentación Practica Del Cerdo.2 ed. Edit. AEDOS. pp 25-27.
36. National research council. (1998) *Nutrient Requirements of Swine*. W.C., EstadosUnidos. NationalAcademyPress. 189 p
37. Nationalresearchcouncilnrc (1995). *Requerimientos nutricionales*.
38. Nahara, F . (2006). *Uso de alimentos alternativos en feedlot*. Recuperado desde :<http://www.producción-animal.com.ar> (2006) materias primas.
39. Orskov, J. (1981). En: *Recent Developments in Ruminant Nutrition*. Butterworths, London.
40. Proyecto SICA. (2006). *Impacto del fenómeno del niño en la cadena agroalimentaria de: maíz –duro- soya*. Recuperado desde: <http://www.sica.gov.es>. (2006). Producción de maíz y soya en el Ecuador.

41. Pro Ecuador. (2012). *Harina de pescado. Información de Mercado*. Quito.
Recuperado desde: http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2015/01/PROEC_PPM2014_HARINAPESCADO_COREA.pdf
42. *Requerimientos nutricionales de los cerdos*. (2008). Recuperado desde:
<http://www.vetplus.org>.(2008).
43. SICA.(2006). *Cultivo permanente*. Superficie de edad. Superficie por edad y variedad de plantación y prácticas de cultivo. Recuperado desde:
<http://sica.gov.ec/censo/docs/nacionales>
44. Salvado, F. (2000). *Consumo de alimento*.[http://www.comunidad.uach.mx/ fsalvado/20engorda.htm](http://www.comunidad.uach.mx/fsalvado/20engorda.htm)
45. Sáenz, R.(2012). *Sistema digestivo del cerdo*. Función, recuperado desde:
http://www.ecured.cu/index.php/Sistema_digestivo_del_cerdo
46. Salvador, F; Díaz, L. (2008). *Alimentación de cerdos en engorda*. Recuperado desde:
<http://comunidad.uach.mx>.(2008). (Necesidades de proteína).
47. Salvador, F. (2008). *Alimentación de no rumiantes*. Zootecnia y Ecología.
Recuperado desde: <http://www.comunidad.uach.mx>.
48. Salvador, F. (2000). *Alimentación de no rumiantes*. Alimentación de aves, porcina, equina y conejos. Recuperado desde:
<http://www.comunidad.uach.mx/fsalvado/20engorda.htm>.
49. Shimplom, D. (1993). *Nutritional aspect of vitamins in the technology of vitamins in food*. First edition. England.sn. Zaragoza, España. Edit. Limusa S.A. Chapter II 42-59. pp. 345, 346 , 347
50. UCO. (2005). *Tablas de composición química* . Fedna. Recuperado desde:
[Ihttp://www.uco.es/servicios/nirs/fedna/tablas/protvegVAL.pdf](http://www.uco.es/servicios/nirs/fedna/tablas/protvegVAL.pdf)
51. UCO.(1994).*Composición química de la fibra*. Fedna. Recuperado desde:
www.uco.es/servicios/nirs/fedna/tablas/fibraTEX.pdf (1994)
52. Vetplus. (2008). *Necesidades de la proteína*. Recuperado desde:
http://www.vetplus.co.nz/ourteam.php?personnel_id=8
53. Wall, J.; Carpenter, K.. (1988). *Variation in availability of niacin in grain products*. Food Technol. 42(10): 198-204.

7. ANEXOS

Anexo 1.- *Distribución de tratamientos y unidades experimentales.*

BC = tratamiento 1 (testigo)

BS= tratamiento 2 (soya)

BA= tratamiento 3 (alfarina)

BG= tratamiento 4 (algodón)

R= repetición

Anexo 2.- *Identificación de las unidades experimentales con aretes.*



Anexo 3.- *Formulación Balanceada al 18 % de proteína para etapa de crecimiento.*

FORMULACION CON ALFARINA			
INGREDIENTE	PROTEINA %	CANTIDAD (kg)	PC % EN RACION
ALFARINA	18	29	5,22
HARINA DE TRIGO	15	26	4,03
AFRECHO DE CERVEZA	24	30	7,2
AFRECHO DE TRIGO	12	5	0,6
AFRECHO DE CEBADA	12	4	0,504
MAIZ DURO	0,9	4	0,364
MELAZA	0,3	1	0,03
SALES MINERALES	0	1	0
		100	17,948

FORMULACION CON SOYA			
INGREDIENTE	PROTEINA %	CANTIDAD (kg)	PC % EN RACION
SOYA	36	19	6,84
HARINA DE TRIGO	15	15	2,325
AFRECHO DE CERVEZA	24	15	3,6
AFRECHO DE TRIGO	12	14	1,68
AFRECHO DE CEBADA	12	15	1,89
MAIZ DURO	0,9	18	1,638
MELAZA	0,3	3	0,09
SALES MINERALES	0	1	0
		100	18,063

FORMULACION CON SEMILLA DE ALGODÓN			
INGREDIENTE	PROTEINA %	CANTIDAD (kg)	PC % EN RACION
SEMILLA DE ALGODÓN	29	18	5,22
HARINA DE TRIGO	15	9	1,395
AFRECHO DE CERVEZA	24	27	6,48
AFRECHO DE TRIGO	12	15	1,8
AFRECHO DE CEBADA	12	12	1,512
MAIZ DURO	0,9	17	1,547
MELAZA	0,3	1	0,03
SALES MINERALES	0	1	0
		100	17,984


Formulación Balanceada al 15 % de proteína para etapa de engorde

FORMULACION CON ALFARINA			
INGREDIENTE	PROTEINA %	CANTIDAD (kg)	PC % EN RACION
ALFARINA	18	18	3,24
HARINA DE TRIGO	15	17	2,63
AFRECHO DE CERVEZA	24	18	4,32
AFRECHO DE TRIGO	12	12	1,44
AFRECHO DE CEBADA	12	12	1,512
MAIZ DURO	0,9	21	1,911
MELAZA	0,3	1	0,03
SALES MINERALES		1	0
		100	15,083

FORMULACION CON SOYA			
INGREDIENTE	PROTEINA %	CANTIDAD (kg)	PC % EN RACION
SOYA	38	13	4,94
HARINA DE TRIGO	15	5	0,775
AFRECHO DE CERVEZA	24	5	1,2
AFRECHO DE TRIGO	12	25	3
AFRECHO DE CEBADA	12	25	3,15
MAIZ DURO	0,9	25	2,275
MELAZA	0,3	1	0,03
SALES MINERALES	0	1	0
		100	15,37

FORMULACION CON SEMILLA DE ALGODÓN			
INGREDIENTE	PROTEINA %	CANTIDAD (kg)	PC % EN RACION
SEMILLA DE ALGODÓN	28	12	3,36
HARINA DE TRIGO	15	5	0,775
AFRECHO DE CERVEZA	24	15	3,6
AFRECHO DE TRIGO	12	20	2,4
AFRECHO DE CEBADA	12	20	2,52
MAIZ DURO	0,9	26	2,366
MELAZA	0,3	1	0,03
SALES MINERALES	0	1	0
		100	15,051

Anexo 4.- Análisis Químico de proteína.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
IBARRA - ECUADOR

Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos

Informe N°: 082 - 2012 Ibarra, 24 de octubre de 2012

Análisis solicitado por: Sr. Luis Armando Coenjo

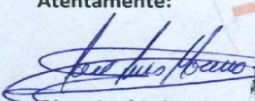
Número de muestras : Tres

Fecha de recepción de las muestras: 11 de octubre de 2012


Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Metodo de ensayo
		Alfarina	Algodón	Soya	
Humedad	g/100 g	6,86	5,97	7,06	AOAC 925.10
Cenizas	g/100 g	8,88	4,00	6,67	AOAC 923.03
Proteína	g/100 g	18,28	28,71	36,14	AOAC 920.87
Extracto Etéreo	g/100 g	5,29	13,38	14,2	AOAC 920.85
Fibra	g/100 g	8,72	32,23	5,01	AOAC 985.29
Carbohidratos Totales	g/100 g	60,69	47,94	35,93	Cálculo
Energía	Kcal/100 g	363,49	427,02	416,08	Cálculo

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:



Dicq. José Luis Moreno
Técnico de Laboratorio



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
IBARRA - ECUADOR

Anexo 5.- *Flameado de la semilla de algodón para eliminar la pelusa.*



Anexo 6.- *Mezcla manual de ingredientes para las dietas.*



Anexo 7.- *Vacuna contra el cólera porcino.*



Anexo 8.- *Alimento ofrecido a los tratamientos.*



Anexo 9.- *Pesaje del alimento rechazado.*



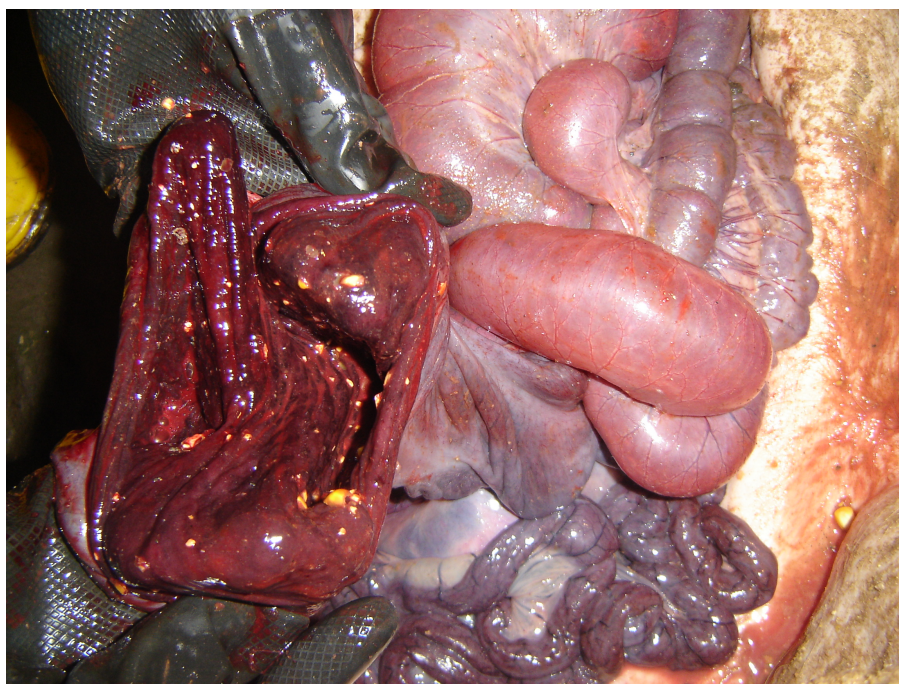
Anexo 10.- *Pesaje de las unidades experimentales.*



Anexo 11.- *Resultado final del tratamiento T1.*



Anexo 12.- *Necropsia de la unidad experimental.*



Anexo 12.- *Informe diagnostico Post Mortem.*

**CLINICA VETERINARIA
SAO PAULO**

Dir.: Av. Quito y 31 de Octubre
Telf.: 080624658
OTAVALO – ECUADOR

INFORME DE DIAGNOSTICO POST MORTEN

Otavalo 12 de febrero del 2013

El día de hoy nos fuimos a la instalación Porcina de Quinchuqui de la tesis de grado del Sr. Luis Conejo. Se procedió al diagnostico y se observó las siguientes lesiones anatomopatologicas:

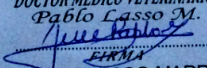
Una vez abierta la cavidad abdominal se observo necrosis a nivel del intestino delgado con hemorragia interna en el mismo y también en el intestino grueso se observo una colecistitis.

Los demás órganos internos como el hígado, el vaso, y corazón se encontraron normales.

Es todo cuanto puedo afirma en cuanto al diagnostico.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, el presente documento lo puede hacer uso como estime conveniente.

Atentamente

DOCTOR MÉDICO VETERINARIO
Pablo Lasso M.

.....
Dr. PABLO LASSO MARROQUIN
Nº COMVI 027
DOCTOR MEDICO VETERINARIO

8. IMPACTO AMBIENTAL

8.1. Lista de chequeo

LISTA DE CHEQUEO DE LA INSTALACIÓN PORCINA		
IMPACTOS NEGATIVOS PROBABLES	SI	NO
1. ¿Se hará alguna modificación en el suelo que promueva o acelere procesos importantes de erosión u otros procesos morfodinámicos?		X
2. ¿Se atravesará o bordeará algún cuerpo de agua (río, quebrada, laguna, etc.) temporal o permanente, o algún área inundable?		X
3. ¿Se generarán efluentes líquidos durante la construcción u operación?	X	
4. ¿Se generará algún tipo de contaminante del aire durante la construcción u operación que pueda afectar a terceros?		X
5. ¿Podría la actividad propuesta afectar algún factor natural o a un recurso hídrico adyacente o próximo a las áreas de actividad?	X	
6. ¿Podría afectar la actividad a la vida animal o los peces?		X
7. ¿Podría afectar la actividad a la vegetación natural?		X
IMPACTOS POSTIVOS PROBABLES		
1. ¿Se hará alguna modificación en el suelo que garantice la detención o desaceleración de la erosión y de otros procesos morfodinámicos negativos?	X	
2. ¿Se Beneficiara de algun modo la poblacion existente en a zona?	X	
3. ¿Se disminuirá la generación de efluentes líquidos durante la construcción u operación?		X
4. ¿Se controlará y disminuirá la emisión de contaminantes en el aire que puedan afectar a terceros?	X	
5. ¿Podría la actividad propuesta ayudar para el buen uso de las tierras para la producción agraria o maderera?	X	

DESCRIPCIÓN

En el implante del proyecto de cerdos se describen muchos factores negativos q se debe tener muy en cuenta como es la contaminación del aire y del agua de la zona pero también existen impactos positivos que son muy importantes como es la ayuda al desarrollo agrario-orgánico mediante la producción de estiércol y al mismo tiempo la satisfacción de alimento requerido para las personas con la producción de carne porcina.