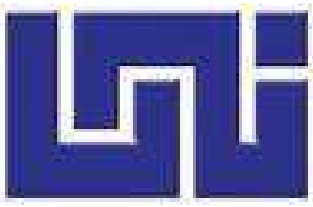
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA



“Formulación de alimento concentrado para aves y cerdos a partir del subproducto de la extracción de aceite de Ajonjolí”

Trabajo de diploma presentado por:

Br. Karen Elena Pavón García

Para optar al Título de:

Ingeniero Químico

Tutor:

Lic. José Canales Mairena

Managua, Nicaragua, Noviembre 2012

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primeramente a Dios por haberme permitido llegar a este momento tan importante de mi vida, como es la culminación de mi carrera universitaria, por guiar mi camino y llevarme hasta la meta a pesar de los obstáculos presentados en la trayectoria, gracias por todas las bendiciones recibidas.

Agradezco a los Ingenieros docentes que me apoyaron en la realización de este estudio monográfico, gracias por sus consejos, su tiempo, disposición y orientaciones que fueron de gran ayuda.

A la Cooperativa Juan Francisco Paz Silva, por el apoyo brindado desde la realización de mis pasantías profesionales, así como durante las etapas en que desarrolle mi tesis y por la confianza brindada. Gracias al Lic. Juan Bravo Reyes por su apoyo, a la Señora Ernestina Hernández por su disposición y el cariño brindado, al Lic. Eddar Castillo por su amable colaboración, de igual manera al Sr. Israel Cerros.

A las personas que de una u otra manera fueron parte conjuntamente en el desarrollo de mi tesis, dándome ánimos con sus palabras de aliento y brindándome cariño y amistad sincera.

DEDICATORIA

A DIOS ser supremo por darme vida, fe, fortaleza, sabiduría y cuidado en mi vida.

A mis padres, Henry Pavón y Verónica García, por todo el esfuerzo realizado durante mis estudios, para darme el privilegio hoy de llegar a este momento tan importante.

A mi hermana, Arlen Pavón por su apoyo incondicional, por sus palabras que me enseñaron a no rendirme y por su ejemplo de luchar siempre por lo que se quiere.

A mis tías, Leonor y Marta García, por estar siempre dispuestas a apoyarme y por mostrarme que todo es mejor cuando la familia esta unida.

RESUMEN

La producción de residuos generados por la industria agroalimentaria constituye un problema considerable, debido a su acumulación y el costo de su eliminación. Por ello se hace necesaria la búsqueda de alternativas para la utilización de estos subproductos y no sólo su eliminación efectiva e inocua.

Con el interés de crear una alternativa para dar un valor agregado al subproducto de la extracción de aceite de Ajonjolí conocido como "Torta" el estudio Monográfico consistió en la formulación de un concentrado para alimentación animal a partir de este, que contiene un alto valor proteico, se llevaron cabo tres etapas para la realización del estudio, distribuidas de la siguiente manera:

Caracterización de la materia prima, etapa en la cual se realizaron los análisis fisicoquímicos a la torta de ajonjolí obteniendo porcentajes de proteína 23.58%, humedad 4.98%, grasa 34.50%, fibra 8.57%, cenizas 7.76%, calcio 2.01%, fosforo 0.92 %, dichos análisis fueron realizados en el Laboratorio de Residuos Biológicos-MAGFOR.

Seguido de la elaboración de las mezclas de concentrado, en esta etapa se llevó a cabo la molienda y mezcla de las materias primas, posteriormente se les analizó el porcentaje de proteína de cada mezcla (cerdos y gallinas) mediante la determinación de nitrógeno según Kjedahl en alimentación animal, obteniendo para las mezclas los porcentajes siguientes; M_1= 12.58 y 15.19, M_2= 14.27 y 16.74, M_3= 18.32 y 14.35 para aves y cerdos respectivamente.

La fase experimental se realizó de Mayo a Julio 2012 en la finca Tamagás de la cooperativa Juan Fco. Paz Silva ubicada en el municipio de Achuapa con el objetivo principal de evaluar las diferentes mezclas tomando como variable a analizar el peso corporal de cerdos y gallinas. Transcurrieron 45 días de alimentación en los cuales se realizaron cuatro pesajes de cada uno de los animales desde el inicio al final de la evaluación. Se obtuvo un promedio de pesos finales de 22.75 lb en cerdos y 4.31 lb en gallinas.

Se realizó análisis de varianza para determinar cual de las tres formulaciones evaluadas en cerdos presentaban mejores resultados en base al porcentaje de proteína contenido en cada una de ellas, teniendo como resultado que no existe diferencia significativa entre las formulaciones lo que nos indica que cada una contiene un valor proteico adecuado para la alimentación de cerdos. Mientras tanto para gallinas se evaluó la mezcla que contenía el porcentaje de proteína más alto, 18%, donde se observó la mejora en la puesta de huevos y cambio de coloración de las crestas.

INDICE

AGRADECIMIENTO.....i
DEDICATORIA.....ii
I. INTRODUCCION..... 1
II. OBJETIVOS 2
III. MARCO TEORICO..... 3
3.1 Características generales de la semilla de Ajonjolí.....3
3.1.1 Fruto.....3
3.1.2 Semilla 3
3.1.3 Composición Nutricional de la semilla de Ajonjolí 3
3.1.4 Usos del Ajonjolí.....4
3.2 Extracción de Aceite de Ajonjolí.....5
3.2.1 Recepción de la materia prima.....5
3.3 Alimentos balanceados para animales.....6
3.3.1 Alimento para animales.....6
3.3.2 El rol de los ingredientes.....7
3.3.3 Materias Primas 7
3.3.4 Requerimientos Nutricionales 10
3.4 El cerdo 10
3.5 Aves de corral.....15
3.6 Métodos específicos de análisis de nutrientes 17
IV. HIPOTESIS 19
V. METODOLOGIA.....20
5.1 Materiales.....20
5.2 Método 21
5.2.1 Caracterización de la Materia Prima 21
5.2.2 Elaboración de mezclas.....21
5.2.3 Fase Experimental 22
5.2.4 Instalaciones y porqueriza 22
5.2.5 Tratamientos con las mezclas de concentrado 22
VI. PRESENTACION DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....24
6.1 Caracterización de la torta de ajonjolí 24
6.2 Elaboración de las mezclas de concentrado 25

6.3 Valoración de las mezclas de concentrado (etapa de prueba) 27
6.3.2 Mezcla evaluada en la alimentación de gallinas ponedoras 35
6.4 Diseño estadístico 36
6.6 Valoraciones Organolépticas 40
VII. CONCLUSIONES 41
VIII. RECOMENDACIONES 42
IX. NOMENCLATURA 43
X. BIBLIOGRAFIA 44
XI. ANEXOS 45

LISTADO DE TABLAS Y FIGURAS

Pág.

Tabla 3.1 Composición nutricional de la semilla de Ajonjolí……. 3
Tabla 3.2 Composición nutricional de la torta de Ajonjolí……. 4
Tabla 3.3 Alimentos corrientes en la dieta del cerdo……. 11
Tabla 5.1 Materias primas para la elaboración de alimento concentrado..... 20
Tabla 5.2 Materiales y Equipos de laboratorio……. 20
Tabla 5.3 Reactivos utilizados en análisis de Proteína……. 21
Tabla 5.4 Porcentajes de proteína en mezclas de concentrado para cerdos……..... 21
Tabla 5.5 Porcentajes de proteína en mezclas de concentrado para gallinas…….. 22
Tabla 5.6 Ubicación de Cerdos…….. 22
Tabla 5.7 Porcentajes de proteína en mezclas para cerdos……. 23
Tabla 5.8 Porcentajes de proteína en mezclas para gallinas..……. 23
Tabla 6.1 Resultados del análisis proximal de la torta de Ajonjolí……... 24
Tabla 6.2 Contenidos de materias primas en las mezclas de concentrado para cerdos……. 25
Tabla 6.3 Porcentaje de proteína en las mezclas de concentrado para cerdos ……... 25
Tabla 6.4 Contenidos de materias primas en las mezclas de concentrado para gallinas…….. 26
Tabla 6.5 Porcentaje de proteína en las mezclas de concentrado para gallinas……. 26
Figura 6.1 Comportamiento de peso Cerdo 1……. 27
Figura 6.2 Comportamiento de peso Cerdo 2……. 28
Figura 6.3 Comportamiento de peso Cerdo 3……. 29
Figura 6.4 Comportamiento de peso Cerdo 4……. 30
Figura 6.5 Comportamiento de peso Cerdo 5……. 31
Figura 6.6 Comportamiento de peso Cerdo 6……. 32
Figura 6.7 Comportamiento de peso Cerdo 7……. 32
Figura 6.8 Comportamiento de peso Cerdo 8……. 33
Figura 6.9 Aumento de peso Gallinas…….. 35

I. INTRODUCCION

La producción de residuos generados por la industria agroalimentaria constituye un problema considerable debido a su acumulación y el costo de su eliminación, por ello se hace necesaria la búsqueda de alternativas para la utilización de estos subproductos y no sólo su eliminación efectiva e inocua, debido a que esta posibilidad además de evitar trastornos medioambientales, crea nuevas fuentes de ingresos que aportan una mayor rentabilidad al proceso industrial de partida.

En Nicaragua, una variedad de alimentos han sido utilizados en ensayos de alimentación, usando cerdos en crecimiento y para engorde durante un período de 18 meses para evaluar varios alimentos producidos en el país entre los cuales se encuentran el maíz, sorgo, puntilla, mil-run, yuca, semolina, harina de semilla de algodón, harina de maní y harina de carne. Ninguno de los alimentos energéticos estudiados en el ensayo produjo resultados satisfactorios en el desarrollo de los cerdos, sin un alimento con suplemento proteico de alta calidad. (*Billy D. Nelson, 1971.")*

En el área de agroindustria se somete ha pensado la semilla de ajonjolí, el proceso se divide en tres turnos en los cuales se prensa 6 quintales de semilla haciendo un total de 18 quintales al día, de éstos se estima que aproximadamente 4 quintales son de torta que representa un 22% de la producción en los tres turnos, la cual no está siendo aprovechada en procesos alternos como es la elaboración de concentrado animal.

La torta de ajonjolí tiene como principal característica ser una rica fuente de proteína y puede ser utilizado para la alimentación de aves y cerdos, en los cuales es de gran importancia que su alimento contenga la cantidad de proteína necesaria para suplir el requerimiento de ésta en dichas especies.

El presente estudio monográfico tiene como propósito el aprovechamiento de los subproductos generados en la **Cooperativa Multisectorial Juan Francisco Paz Silva** ubicada en el municipio de Achuapa Departamento de León, la cual se dedica a la extracción de aceite de la semilla de Ajonjolí, de este proceso se obtiene el subproducto de interés "**Torta"** obtenida durante el prensado de dicha semilla. Se pretende la formulación de un concentrado para alimentación de aves de corral y cerdos a partir de torta de ajonjolí.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

- Formular a escala de laboratorio un alimento concentrado para aves y cerdos, a partir de subproducto de la extracción de aceite de la semilla de Ajonjolí.

Objetivos específicos

1. Determinar mediante análisis fisicoquímicos los porcentajes de humedad, cenizas, proteína cruda, Fósforo, Calcio y fibra cruda de la torta de Ajonjolí.

2. Realizar a escala de laboratorio las diferentes formulaciones de concentrado para obtener el producto final adecuado.

3. Evaluar las características organolépticas, textura, olor, color del producto final.

4. Evaluar la etapa funcional del alimento concentrado en los cerdos y aves, por un periodo de 45 días, tomando en cuenta la masa corporal y el valor proteico.

III. MARCO TEORICO

3.1 Características generales de la semilla de Ajonjolí

El ajonjolí es una planta anual, cuyo ciclo puede variar entre 80 y 130 días. Es una especie rústica y de rápido crecimiento. Posee sistema radicular bien desarrollado, muy ramificado y fibroso, formado por una raíz principal pivotante, generalmente superficial. La planta contiene entre 50% y 60% de aceites los cuales son de alta estabilidad, dada la presencia de antioxidantes naturales como la sesamolina, sesamina y sesamol. La composición de sus aceites esta en dependencia de las variedades de ajonjolí.

3.1.1 Fruto

El fruto es una cápsula de 2 a 5 cm de largo, formada generalmente de dos carpelos divididos en dos para formar cuatro celdas. Es pubescente y dehiscente con 15 a 25 semillas cada una

3.1.2 Semilla

La semilla es aplanada, pequeña, blanca, gris o negra en su exterior; mide de 2 a 4 mm de longitud y 1 a 2 milímetros de ancho. El ciclo vegetativo es variable, entre 90 y 130 días, dependiendo de las variedades y las condiciones ecológicas y edáficas; con una altura de planta entre 0.75 m a 3 m y producción promedio de 12 a 14 quintales por manzana según el manejo agronómico del cultivo.

3.1.3 Composición Nutricional de la semilla de Ajonjolí

Los datos de la composición nutricional se deben interpretar por 100 g de la porción comestible.

Tabla 3.1 Composición nutricional de la semilla de Ajonjolí

Compuesto	Cantidad
Calorías	570 Kcal
Agua	3 g
Proteína	17.81 g
Grasa	48 g
Cenizas	8 g
Carbohidratos	26.19 g
Fibra	9.3 g
Calcio	420 mg
Hierro	2.51 mg
Fósforo	762 mg

Fuente: http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/nut_search.pl

3.1.4 Usos del Ajonjolí

El ajonjolí se utiliza para la elaboración de aceite comestible y margarina. Es apreciado en los países que lo consumen por su sabor agradable y digerible.

También como ingrediente en la industria farmacéutica, la fabricación de jabones, cosméticos y pinturas. El ajonjolí en semillas es ampliamente usado en la comida internacional, especialmente en el oriente.

La semilla de ajonjolí se utiliza en la preparación de pan, galletas, confitería y en la extracción de aceite. Después de la extracción del aceite, queda la parte residual (torta) útil para la alimentación animal, contiene de 40% a 50% de proteínas.

a) Aceite de ajonjolí: puede usarse como cualquier otro aceite vegetal. Es muy estable al envejecimiento.

b) Tahín: pasta muy sabrosa que se obtiene moliendo las semillas. Sustituye con ventaja a la mantequilla y la margarina.

c) Torta de Ajonjolí es una masa residual que queda del proceso de extracción de aceite de Ajonjolí a partir de la semilla entera.

Tabla 3.2 Composición nutricional de la torta de Ajonjolí

Composición nutricional	Cantidad
Materia seca	91%
Energía metabolizable (aves)	2%
Energía metabolizable (cerdos)	3%
Proteína	46%
Metionina	1,4%
Metionina + cistina	2%
Lisina	1,3%
Calcio	1,9%
Fósforo disponible	0,3%
Grasa	6,8%
Fibra	6%
Ceniza	11,5%

Fuente: http://mundo-pecuario.com/ajonjoli_torta-281.html

3.2 Extracción de Aceite de Ajonjolí

3.2.1 Recepción de la materia prima

La primera etapa en la planta es la recepción de la semilla. En este punto se realiza un control de calidad fisicoquímico y sanitario. Se hace un análisis de humedad de la semilla.

Es importante que la materia prima esté libre de granos dañados por insectos, hongos, clima, por deficiente manipulación o condiciones inapropiadas de almacenamiento.

3.2.2 Almacenamiento

Los sacos de semilla de Ajonjolí son almacenados en las bodegas bajo condiciones de humedad adecuadas.

3.2.3 Limpieza

Las operaciones de limpieza eliminan cuerpos extraños, como pequeñas piedras o arenilla que puedan causar daños al equipo, previamente al ingreso de la semilla a la prensa. La eliminación de impurezas es fundamental para obtener un producto de óptima calidad.

3.2.4 Extracción

Las semillas son tratadas mecánicamente por medio de una prensa donde se extrae el aceite y se obtiene la torta proteínica.

El aceite crudo obtenido se deja reposando para que sedimenten partículas sólidas resultantes del prensado de la semilla.

3.2.5 Filtración

Para esta etapa se utilizan generalmente filtros prensa, equipos conformados por un cierto número de placas filtrantes con un diseño tal, que cuando se prensan una con otra se forman espacios o cámaras, capaces de resistir presiones internas en las cuales el aceite con los sólidos son forzados a pasar a través de los espacios.

3.2.6 Almacenamiento y empaque.

El producto terminado es almacenado y empacado para su posterior distribución. (Ver Anexo A)

3.3 Alimentos balanceados para animales

3.3.1 Alimento para animales

Son mezclas de ingredientes elaborados en forma tal que respondan a requerimientos nutricionales para cada especie, edad, estado productivo y tipo de explotación a que se destina el animal, bien sea suministrándolos como única fuente de alimento o como suplementos o complementos de otras fuentes nutricionales.

La formulación de raciones consiste en determinar la combinación óptima de ingredientes que permite un rendimiento productivo máximo, sin afectar el bienestar o la salud de los animales. Antes de empezar a formular raciones, es preciso conocer requisitos mínimos para lograr los resultados esperados.

a. Identificar los ingredientes, su disponibilidad y su composición nutritiva, además del precio. El valor nutritivo de las raciones elaboradas depende de la exactitud con que se haya valorado la calidad nutritiva de los ingredientes. El valor nutritivo de los concentrados es relativamente homogéneo entre diferentes muestras, los forrajes suelen tener un valor nutritivo muy variable que depende de las condiciones en que se han producido y conservado.

b. Determinar los requerimientos nutricionales del animal. Los nutrientes que habitualmente se tienen en consideración para formular las raciones de los animales monogástricos son la concentración energética y el aporte de proteína bruta, metionina, lisina, sodio, calcio y fósforo. Además, en casos concretos también se consideran otros nutrientes, como la fibra en las raciones de conejos, cuyes y caballos, los ácidos grasos esenciales en peces, etc. No obstante, existe una tendencia a mejorar las raciones considerando un mayor número de nutrientes, como otros aminoácidos esenciales, la relación entre calcio y fósforo, la relación entre ácidos grasos saturados e insaturados.

c. Establecer los límites de inclusión de ingredientes y nutrientes. Esto puede deberse a motivos tecnológicos (demasiada grasa dificulta la granulación de las mezclas), motivos fisiológicos tanto digestivo como metabólico (la inclusión de ciertos ingredientes se limita debido a su baja palatabilidad, o es necesaria una cierta cantidad de fibra para regular el funcionamiento intestinal de los monogástricos herbívoros, etc.). En los ingredientes, para su restricción, también se consideran la disponibilidad del producto, restricciones de origen químico como físico, especie animal y el factor económico. El valor nutritivo de las raciones debería calcularse no solamente en base a la suma de los nutrientes que la forman, sino también teniendo en cuenta las posibles interacciones entre nutrientes.

3.3.2 El rol de los ingredientes

Los tipos de ingredientes empleados usualmente en la formulación de un alimento balanceado para cualquier especie de animal de granja:

- Fuentes de energía.
- Fuentes de proteína.
- Fuentes de vitaminas y minerales.
- Aditivos no nutricionales.

Es importante el balance en la ración de los ingredientes respecto a su aporte en la clasificación anterior. Conocer los ingredientes proteicos, energéticos posibilitará una adecuada restricción al momento de incluir estos insumos en el modelo empleado para solucionar el problema de balanceo. En varios métodos de formulación de raciones, se efectúa la sustitución de ingredientes para ajustar el balance de proteínas, energía. Conocer aquellos ingredientes proteicos o energéticos, será entonces de utilidad apreciada.

3.3.3 Materias Primas

Para que una materia prima pueda ser empleada en la alimentación animal debe cumplir los siguientes requisitos:

- Poseer dentro de su composición una cantidad importante, más o menos constante de algunos nutrientes.
- Ser gustosa o palatable para el animal.
- Favorecer el mantenimiento de la condición corporal e incrementar la producción.
- Presentar un precio favorable y estar disponible constantemente en el mercado.
- Carecer de compuestos tóxicos.

a) Energéticas

Maíz. Dentro de los cereales es el que aporta mayor energía por su alto contenido de almidón y grasas, además de ser una fuente de ácidos grasos esenciales como el linoleico.

Sorgo. Este grano posee 10% de proteína y 3% de grasas. Algunas variedades contienen taninos, sustancias indigeribles que afectan el aprovechamiento de los carbohidratos fermentables y estructurales. En el sorgo hay 70% de almidón, 2,5% de fibra cruda y es pobre en carotenos. El grano de sorgo almacenado con humedad mayor del 15% permite el desarrollo de aflatoxinas.

Trigo. El trigo y sus subproductos actúan a nivel del intestino, como un alimento voluminoso y de fácil hidratación, lo que contribuye a regular el funcionamiento del aparato digestivo, evitando el estreñimiento.

Cebada. La principal utilización de la cebada se encuentra en la industria cervecera, la cual libera una serie de subproductos para la alimentación animal. Entre estos productos esta el germen de malta y el afrecho de cervecería, con mayores aportes de proteína, grasas y fibra, con respecto al grano entero.

Avena. La avena se emplea en la alimentación de rumiantes y equinos, siendo especialmente útil en estos últimos para prevenir cólicos, dado su carácter de alimento voluminoso.

Arroz. Entre los subproductos de la industria arrocera, empleados en la alimentación animal, figura la cascarilla que presenta limitaciones por su alto contenido de sílice, la pica del arroz, el salvado y las harinas aportan un buen nivel energético por su alto contenido de grasas (13%), y son buenas fuentes de ácido linoleico.

b) Proteicas

Soya. Este grano contiene 38% de proteínas. La torta de soya, obtenida mediante la trituración y el calentamiento del grano con el fin de obtener el aceite.

Algodón. Es una buena fuente de proteínas para monogástricos, teniendo como limitantes el bajo contenido de lisina y la presencia de *gosipol*, metabolito toxico, en especial para porcinos y aves.

Ajonjolí. La torta de ajonjolí contiene entre 36 y 44% proteína cruda y de 6% de grasa y es un alimento empleado con frecuencia en la dieta de aves y porcinos, a pesar de su deficiencia en lisina.

Girasol. La torta de girasol posee 30% de proteína cruda, pero tiene como limitantes su bajo contenido de lisina y el reducido aporte energético, debido a su alto nivel de fibra.

Maní o cacahuate. La torta de maní presenta 43% de proteína cruda y es un alimento muy apetecido por aves y porcinos. Por su alto contenido de zinc favorece el desarrollo de las aflatoxinas, que constituyen su principal limitante.

Harina de sangre. Proviene de la deshidratación de la sangre liquida y contiene entre un 70 y 80% de proteína cruda, incluyendo la que esta presente en contaminantes como orina, pelos, agua de lavado, etc. Sus principales limitantes son la baja digestibilidad y palatabilidad.

Harina de carne. Este ingrediente incluye trozos de carne, tendones, intestinos, pelos y fetos. Es una buena fuente de aminoácidos azufrados, metionina y cistina, pero es deficiente en lisina.

Lactosuero o suero de quesería. Constituye una buena fuente de energía por su contenido de lactosa y aporta una proteína de mayor calidad que la de los cereales; se emplea principalmente en la alimentación de porcinos.

c) Fuentes de minerales.

En la actualidad se reportan 22 minerales como elementos esenciales para la alimentación de animales. Se clasifican en macroelementos (calcio, fosforo, potasio, sodio, cloro, magnesio y azufre) y microlementos (hierro, yodo, zinc, magnesio, cobalto, molibdeno, selenio, cromo, estaño, vanadio, flúor, sílice, níquel y arsénico)

Los requerimientos alimenticios del animal son suplidos en cierta parte por el consumo de granos, pastos, tubérculos y oleaginosas. Los subproductos de origen animal aportan calcio, fosforo, hierro, zinc y selenio, mientras que los del trigo son una fuente de fosforo.

d) Fuentes de vitaminas.

Los principales recursos de vitaminas liposolubles A, D, E, K. son la leche pura, el aceite de hígado de bacalao, las semillas oleaginosas, los cereales y los subproductos de molinería. Las vitaminas hidrosolubles, C y complejo B, están ampliamente distribuidas en las harinas de Origen animal, los subproductos de cereales, los derivados lácteos, las levaduras de alimentos secos y las tortas de semillas oleaginosas.

A nivel comercial se encuentra una amplia gama de suplementos vitamínicos, protegidos contra la acción de los principales agentes que desnaturalizan las vitaminas, como son la humedad, el calor, la luz, los metales pesados y los procesos de oxidación y reducción.

e) Factores que afectan la digestibilidad de un alimento.

La digestibilidad de un alimento es bastante variable, siendo influidas por factores relacionados con el animal, con el medio ambiente y con el alimento, entre los cuales se destacan los siguientes:

- Edad del animal.
- Especie del animal.
- Composición del alimento.
- Composición de la dieta.
- Tamaño de la partícula del alimento.
- Tratamientos químicos.
- Presencia de factores antinutricionales.

3.3.4 Requerimientos Nutricionales

Los requerimientos de nutrientes de los animales son de mantenimiento, aquella relacionada con el mantenimiento normal de la fisiología (termorregulación, renovación de músculos, etc.) y los requerimientos de producción, relacionada a los productos animales (carne, huevos, leche, etc.).Se debe considerar la variabilidad en la respuesta animal cuando nos referimos a los requerimientos nutricionales de cada animal. Las principales tablas de necesidades nutricionales en América son elaboradas por el ***National Research Council (NRC).*** Asimismo, cada línea comercial suele proveer en sus manuales técnicos, los niveles de nutrientes con los cuales debe trabajarse.

3.4 El cerdo

Las necesidades nutricionales del cerdo se parecen a los del humano en más aspectos que cualquier otro mamífero no primate. Además el funcionamiento digestivo en humanos y cerdos es similar. Cuando los cerdos no son alimentados correctamente, pueda que sufran de deficiencias nutritivas más severas que otros animales. La razón de esto es que, en el tracto digestivo de los cerdos ocurre muy poca síntesis de proteína de buena calidad o de vitaminas. Por esto, la ración no solo debe contener suficiente energía y proteína, sino también los aminoácidos y vitaminas requeridos por el cerdo. *(Church et al., 2007).*

Tabla 3.3 Alimentos corrientes en la dieta del cerdo.

Alimentos groseros
Henos: de prado, de alfalfa
Pajas: de arroz, de cereales de invierno, de maíz (rastrojo), de leguminosas, de soya
Vainas: de guisantes de judías, zuro o carozo de maíz
Alimentos concentrados
Cereales: avena, cebada, centeno, trigo, maíz, sorgo, algodón, ajonjolí.
Leguminosas: algarrobas, alholva, habas, soya, yuca y bore.
Subproductos y residuos industriales (de molinería y de la industria azucarera): granzas de cereales, salvado de trigo, salvado de maíz, salvado de cebada, pulpa seca de remolacha.
Harinas de origen animal: de carne, de pluma, de hueso, de pescado.

Fuente: Manual de nutrición animal.

- **Finalidad**

La explotación del cerdo tiene como finalidad obtener alimento mediante el consumo de su carne y grasa, y lograr desechos metabólicos que se utilizan como fertilizante o fuente de energía. El principal objetivo de la cría de cerdo es la producción de carne magra, ya que la tendencia actual en el mercado es la de preferir el cerdo magro, por lo que ha disminuido el consumo de tocino.

- **Raza utilizada para el estudio**

Cerdos Landrace. Nativa de Dinamarca, es de color blanco libre de manchas. Tiene hocico alargado y fino, perfil rectilíneo, orejas grandes y finas dirigidas hacia adelante que le tapan prácticamente los ojos y le llegan casi hasta la punta del hocico. La principal característica es su gran longitud corporal: algunos reproductores alcanzan hasta 2 m de largo. La línea dorsal, por su extraordinaria longitud, es ligeramente ensilada. Produce gran cantidad de carne de primera calidad, con un jamón bien descendido y musculoso y un tocino delgado. Esta raza es débil de línea dorsal, por ser tan larga y presenta extremidades débiles. *(Manual de nutrición animal 1995).*

Cerdos de patio

Este cerdo se cría de manera independiente, busca por sí solo el alimento, también es sumamente adaptable, pues vive en los lugares cercanos a las viviendas sin necesidad de una construcción específica y, lo mejor, son muy resistentes a las enfermedades.

- **Nutrimentos de interés especial en la formulación de dietas para cerdos.**

El cerdo tiende a comer para satisfacer sus necesidades energéticas, por lo tanto las concentraciones de nutrientes específicos en la dieta se expresan generalmente en unidades por kilogramo de ración seca total ingerida a voluntad. El componente energético de la dieta es el elemento constituyente más grande y es por tanto el de mayor interés en la formulación de la dieta.

Los cerdos recién nacidos tienen la mayor necesidad de proteína; la leche contiene mucha proteína, de modo que la deficiencia de proteína durante el periodo de lactación no es un problema. No obstante los cerdos recién destetados son especialmente vulnerables de la insuficiencia de proteína porque su requerimiento total es muy grande y permanece alto ya bien entrado en el periodo de posdestete inicial. Un nivel inferior al óptimo de proteína total reduce el índice de crecimiento y la eficiencia de utilización del alimento. *(Church et al., 2007).*

- **Proteína**

La proteína alimentaria es quizá el tipo de nutriente cuya deficiencia es más frecuente, sobre todo porque la mayoría de los alimentos disponibles como fuentes de energía tienen poca proteína y los complementos proteínicos son muy caros. Las necesidades de proteína del cerdo se satisfacen mediante una selección apropiada de aminoácidos esenciales más un suministro adecuado de fuentes de nitrógeno no específicas para uso en la síntesis de aminoácidos no esenciales.

Los cerdos recién nacidos tienen la mayor necesidad de proteína; la leche contiene mucha proteína, de modo que la deficiencia de proteína durante el periodo de lactación no es un problema. No obstante los cerdos recién destetados son especialmente vulnerables a la insuficiencia de proteína porque su requerimiento total de proteína para un crecimiento normal es muy grande. Un nivel inferior al óptimo de proteína total reduce el índice de crecimiento y la eficiencia de utilización del alimento. *(Church et al., 2007).*

- **Minerales**

Los minerales que comúnmente necesitan consideración en la alimentación de cerdos son: calcio, fósforo y sal en porcentajes de 0.5 % de sal, 0.45% de calcio y de 0.27 a 0.30% de fósforo, son suficientes para satisfacer las necesidades de los cerdos. El fósforo se relaciona se relaciona con el metabolismo del calcio y la cantidad de fósforo en la dieta afecta la necesidad de calcio. Una relación óptima Ca: P en la dieta esta entre 1:1 y 2:1, dependiendo de la biodisponibilidad de estos elementos en cada uno de los alimentos usados. *(Church et al., 2007).*

- **Vitaminas**

Las vitaminas A, D y las series del complejo B, así como también la riboflavina, ácido pantoténico y niacina, son de gran importancia en la alimentación de cerdos. Sin embargo el método más simple y más seguro de asegurar cantidades adecuadas de estas vitaminas en la ración, es usar vitaminas para cerdos producidas comercialmente y en la dosis recomendada.

- **Tamaño óptimo del grano**

La molienda es el método más común de procesamiento de alimentos para el productor de cerdos y casi todos los ingredientes del alimento se someten a algún tipo de reducción de tamaño de partícula.

La reducción de tamaño de las partículas aumenta la superficie del grano, lo que permite una mayor interacción con las enzimas digestivas, hay mejora de la eficiencia alimenticia y también mejora la facilidad de manejo y mezcla de características. *(www.akahl.de)*

- **¿Cuál es el tamaño óptimo de la partícula?**

Los resultados de las investigaciones en el sector de la alimentación animal muestran que no sólo la fórmula y los ingredientes contribuyen al éxito de la alimentación, sino que también la estructura del pienso (la granulometría) y la forma del pienso (por ejemplo gránulos/pellets, migas) ejercen cierta influencia. Al evaluar los gránulos, se debe tener en cuenta que cada proceso de granulación también incluye la trituración adicional de las partículas más gruesas.

En las últimas décadas, ensayos de alimentación con piensos harinosos para cerdos han mostrado que una estructura más gruesa y, sobre todo, un bajo contenido de finos influyen el resultado de engorde y el estado de salud de los cerdos de modo favorable. Anteriores estudios científicos han demostrado una mejor digestibilidad en el caso de un producto más fino. Sin embargo, los resultados de los ensayos de larga duración no tienen en cuenta la salud de los animales. *(Becker 1967)*

Varios estudios llevados a cabo en los años noventa y los resultados más recientes muestran que el riesgo de úlceras gástricas aumenta con un creciente contenido de finos y que el volumen gástrico también cambia. Esto causa un consumo reducido de piensos y, en casos extremos, la muerte de los animales. También se demostró que se sobrestimó la mejor digestibilidad de los ingredientes, tales como el almidón o la proteína, de los piensos finamente molidos, especialmente porque la digestión posterior fermentativa en el intestino grueso compensa en gran medida una digestibilidad ligeramente inferior en el intestino delgado. Una molienda más gruesa también apoya la formación del gradiente de pH en el estómago y por lo tanto la resistencia del tracto gastrointestinal contra agentes patógenos.

Desde el punto de vista técnico, una granulometría no uniforme causa una segregación y un alto porcentaje de finos produce malas propiedades de flujo en los silos. Para evitar las influencias negativas arriba mencionadas, un bajo contenido de finos de 25 % < 5 mm se persigue para la alimentación de pienso en harina gruesa, con una granulometría media en el rango de 0,5 a 1,6 mm. (*Morgan et al., 1965).*

- **Alimentación durante el ciclo de vida del cerdo (destete).**

Esta etapa del ciclo de la vida del cerdo se ubica de manera arbitraria como el periodo a partir del destete generalmente entre 4 a 5 semanas a más o menos un peso de 45 kg de peso vivo, de 12 a 16 semanas de edad. Durante este periodo el contenido de nutrientes de la dieta es menos decisivo que en etapas anteriores, pero más críticos que en el periodo de finalización. Los cambios en las necesidades nutricionales a medida que el cerdo madura se relacionan con cambios en el índice de crecimiento y la composición corporal. La concentración de grasa en el organismo aumenta rápidamente a expensas del agua, y aunque el porcentaje de proteínas en el organismo permanece más bien estable la relación caloría proteína aumenta de manera constante hacia el peso de comercialización.

Además de los factores nutricionales, la forma física de los alimentos es importante. Los comprimidos de ciertos tipos de alimentos en especial los que contienen cebada y otros granos fibrosos, pueden mejorar el crecimiento y la eficiencia de utilización del alimento; la finura de la molienda y la cantidad de polvo del alimento contribuyen a variaciones en el rendimiento de los cerdos en crecimiento.

3.5 Aves de corral

Aves de corral es un término que se refiere a las aves domésticas granívoras y aves acuáticas que se utilizan para producir carne y huevos. Las especies de aves de corral tienen mucho en común en el tipo de alimentos que ingieren y en la manera en que digieren esos alimentos y absorben y metabolizan los nutrientes.

Dado que el alimento representa del 70 al 80% de los costos de producción de carne o huevo; las dietas no solo deberán ser adecuadas desde el punto de vista nutricional, sino también producir en el menos costo posible un kilogramo de carne o de huevo. *(González., 1971)*

❖ Funcionamiento de la digestión aviar

Las aves carecen de dentadura, por eso la comida entra entera a su organismo. Es el buche el aparato que se encarga de salivar la comida y el estómago, el que mezcla los alimentos con los jugos gástricos. En la molleja se produce el siguiente paso: en ella hay piedrecitas que el ave ha tragado previamente y que le ayudan a moler la comida. Los nutrientes se absorben cuando los alimentos llegan al intestino. *(Church et al., 2007).*

❖ Minerales

El calcio (Ca) y el fósforo (P) son los principales elementos estructurales de los huesos y el Ca es el elemento principal de la cáscara del huevo. El equilibrio entre los minerales seleccionados es una consideración importante en la nutrición aviar. Una dieta rica en Ca aumenta la necesidad de P de las aves en crecimiento. Una proporción de Ca y P disponible de 1:1 a 2:1 es aceptable para aves en crecimiento.

Una proporción muy grande por ejemplo de 10:1 o más se usa en el alimento de gallinas ponedoras debido a su necesidad extraordinariamente grande de Ca para la formación de la cáscara del huevo.

❖ Gallinas ponedoras

Las gallinas ponedoras necesitan proteína como fuente de aminoácidos. No hay una necesidad de proteína por si misma, solo la necesidad de aminoácidos esenciales y suficiente nitrógeno adicional para permitir la síntesis de aminoácidos esenciales. No obstante es útil considerar la necesidad de aminoácidos en términos de necesidad de proteína y que cada aminoácido represente un cierto porcentaje de proteína total.

Todas las gallinas ponedoras tienen requerimientos especiales a partir de las 20 semanas, cuando comienza la postura, sobre todo en la cantidad de calcio que debe contener la ración diaria de las aves. La cantidad de calcio que requieren las gallinas ponedoras va variando de acuerdo con la edad de postura de las mismas; comienzan con un requerimiento de 3% y aumenta hasta 4% al final de la postura. (*Church et al., 2007)*.

❖ Granulometría de piensos para aves

Las aves eligen su alimento por tamaño y consistencia. En el pico tiene mecano-receptores que detectan esas dos características y seleccionan las partículas de acuerdo al tamaño de su pico. Por regla general la molienda tiene como objetivo reducir el tamaño de partícula lo más posible y hacer que la dispersión sea la menor posible. Pero desde un punto de vista nutritivo una molienda demasiado fina (inferior a 600 micrómetros) causa ulceración en el estómago de los cerdos y alteraciones en el funcionamiento de la molleja de las aves. Se considera que la partícula debería estar óptimamente en 650 a 700 micrómetros.
(http://www.engormix.com)

3.6 Métodos específicos de análisis de nutrientes

3.6.1 Análisis proximal

El propósito principal de un análisis proximal es determinar, en un alimento, el contenido de humedad, grasa, proteína y cenizas. Estos procedimientos químicos revelan también el valor nutritivo de un producto y como puede ser combinado de la mejor forma con otras materias primas para alcanzar el nivel deseado de los distintos componentes de una dieta. Es también un excelente procedimiento para realizar control de calidad y determinar si los productos terminados alcanzan los estándares establecidos por los productores y consumidores. *(Maynard., 1987)*

a) Materia Seca. El propósito de éste es determinar el contenido de agua (humedad) presente en una muestra a través de secarla en un horno en un tiempo determinado, por lo general se utilizan temperaturas entre 100 y 105ºC. La humedad también se determina con medidores de humedad, que son instrumentos que dan un resultado inmediato por medio de una sonda que se introduce en el material que se estudia.

b) Proteína cruda. El procedimiento que se utiliza para determinar la cantidad de proteína cruda se conoce como el método de Kjeldahl. El material que se va a analizar primero se digiere en H_2SO_4 concentrado, ácido que convierte el Nitrógeno en $(NH_4)_2SO_4$. Luego se enfría esta mezcla se diluye con agua y se neutraliza con NaOH, que transforma al N en una forma de aminoácido ioniza.

c) Extracto etéreo. Este procedimiento requiere que las muestras molidas se sometan a extracción con éter dietílico por un periodo de cuatro horas o más. Las sustancias solubles en éter incluyen una gran variedad de compuestos orgánicos, de los cuales solamente algunos tienen valor nutritivo. Los que tienen importancia cuantitativa incluyen las grasas verdaderas y los ésteres de los ácidos grasos, algunos lípidos compuestos y las vitaminas o provitaminas liposolubles como los carotenoides.

d) Cenizas. Las cenizas son el residuo que queda después que todo el material combustible se ha quemado en un horno a una temperatura entre 500 y 600ºC. Desde el punto de vista de la nutrición, los valores de las cenizas tienen poca importancia, aunque los valores muy elevados podrían indicar que existe contaminación con suelo o dilución de alimentos con sustancias como sal y roca caliza.

e) Fibra Cruda. La cantidad de fibra cruda se determina hirviendo una muestra que se ha sometido a extracción con éter, primero en ácido diluido y luego en una base diluida; posteriormente, se filtra, se seca y se quema en un horno. La fracción de fibra cruda es la diferencia entre el peso antes y después de quemar la muestra. Se trata de un intento de imitar el proceso digestivo que ocurre primero en el estómago y luego en el intestino delgado de los animales. La fibra cruda esta formada principalmente por carbohidratos estructurales vegetales como celulosa y hemicelulosa, pero también contiene algo de lignina, que es una sustancia muy poco digerible presente en la porción fibrosa de los tejidos vegetales.

f) Extracto libre de Nitrógeno (ELN). El ELN es la diferencia que existe entre el peso original de la muestra y la suma de los pesos del agua (materia seca), el extracto etéreo, la proteína cruda, la fibra cruda y las cenizas. El ELN está formado de manera principal por carbohidratos fácilmente aprovechables, como azúcares y almidones, pero también puede contener algo de hemicelulosa y lignina. Desde el punto de vista de la nutrición, la fracción de ELN de los granos se utiliza en un alto grado por casi todas las especies animales. *(Church et al., 2007).*

IV. HIPOTESIS

- H_o: Las mezclas M_1= M_2= M_3 son iguales, contiene la proteína necesaria para la alimentación de cerdos

- H_1: Al menos una de las mezclas no contiene la proteína necesaria para la alimentación de cerdos.

V. METODOLOGIA

5.1 Materiales

5.1.1 Materia Prima

Las materias primas utilizadas para la elaboración de las muestras de alimento concentrado para cerdos y aves se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5.1 Materias primas para elaboración de alimento concentrado

Materias Primas	
Fuentes Energéticas	**Fuente de minerales y Proteínas**
Maíz Sorgo	Torta de Ajonjolí Frijoles

5.1.2 Materiales y Equipos de Laboratorio

Tabla 5.2 Materiales y Equipos de Laboratorio

Equipos	**Materiales**
Equipo KJELTEC 2200 FOSS, para determinación de proteína.	Espátulas
Tecator™ Digestor FOSS	Pinzas metálicas
Horno Furnace 6000	Crisoles
Balanza Sartorius	Balón fondo plano 2000 ml
Molino para granos Victor	Balones 100 ml
Desecador	Pipetas graduadas de 10 ml
Balanza analítica Sartorius	Probetas graduadas de 10 ml, 50 ml, 250 ml
	Tapones de goma
	Soportes universales

Tabla 5.3 Reactivos utilizados en Análisis de Proteína

Reactivos
Acido bórico
Etanol absoluto
Acido sulfúrico concentrado
Hidróxido de sodio
Indicador verde bromocresol
Indicador rojo de metilo
Tabletas para digestar muestra en el análisis de proteína, Kjeltabs Cu/3,5

5.2 Método

5.2.1 Caracterización de la Materia Prima

En la caracterización de la materia prima se determinaron los parámetros físicos químicos de la torta de Ajonjolí, como Proteína, Humedad, Cenizas, Grasa, Fibra, Calcio y Fósforo. (Ver Anexo B)

5.2.2 Elaboración de mezclas

Se elaboraron en el laboratorio de operaciones unitarias las mezclas de concentrado para cada especie, mediante molienda y mezclado, conteniendo cada una un porcentaje distinto de cada una de las materias primas utilizadas como se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 5.4 Contenidos de materias primas en las mezclas de concentrado para cerdos

Materias primas	M_{1} %	M_{2} %	M_{3} %
Torta Ajonjolí	40	30	24
Maíz	20	27	30
Sorgo	20	23	30
Frijol	18	18	14
Sal mineral	2	2	2

Tabla 5.5 Contenidos de materias primas en las mezclas de concentrado para gallinas

Materias primas	M_{1} %	M_{2} %	M_{3} %
Torta Ajonjolí	50	40	60
Maíz	30	28	18
Sorgo	18	30	20
Sal mineral	2	2	2

El porcentaje de proteína de las mezclas se realizó mediante el método Kjedahl en el laboratorio de operaciones unitarias. (Ver Anexo C)

5.2.3 Fase Experimental

En la finca Tamagás ubicada en el Municipio de Achuapa departamento de León se completaron 45 días de alimentación a 8 cerdos de los cuales cuatro eran de raza Landrace y 4 de raza criolla. También fueron alimentadas 8 gallinas ponedoras para analizar la funcionalidad del alimento concentrado.

5.2.4 Instalaciones y porqueriza

Los cerdos fueron alojados en tres corrales con las medidas siguientes, 2.8 metros de ancho, 3.10 metros largo, una altura de 1.50 metros, piso de cemento y techo de zinc. Estos contaron con comederos y bebederos para disponer de agua a voluntad. Mientras tanto las gallinas contaron con un área de 8 m^2, y una caseta de zinc, lugar en el cual ponían huevos.

5.2.5 Tratamientos con las mezclas de concentrado

Para llevar a cabo el ensayo se utilizó 8 cerdos (4 de la raza Landrace y 4 criolla con un peso promedio al inicio de 19.6 libras. Las gallinas ponedoras iniciaron con un peso promedio de 3.28 lbs.

Los cerdos fueron ubicados de la manera que muestra la siguiente tabla

Tabla 5.6 Ubicación de cerdos en tres corrales

Corrales	Cerdos
1	1y 2
2	3 y 4
3	5,6,7 y 8

La tabla 5.7 muestra los tratamientos correspondientes a las tres diferentes mezclas de concentrado que fueron evaluadas y su respectivo porcentaje de proteína.

Tabla 5.7 Porcentajes de proteína en mezclas para cerdos

Mezcla	Descripción % de proteína
M_1	15.19
M_2	16.74
M_3	15.35

Para la alimentación de las gallinas se tomó el valor más alto de los porcentajes de proteínas contenidos en las mezclas elaboradas.

Tabla 5.8 Porcentajes de proteína en mezclas para gallinas

Mezcla	% de proteína
M_1	12.58
M_2	14.27
M_3	18.31

Este criterio de selección está basado en la revisión bibliográfica la cual en el cuadro 8 de la página 93 E. Ávila González (1971) "Manual Alimentación de las aves" refiere las necesidades de proteína y aminoácidos esenciales para aves (Ver anexo E):

Necesidades de proteína y aminoácidos esenciales para aves	
Proteína	Gallinas ponedoras y reproductoras (%)
	15.0-18.0

VI. PRESENTACION DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la formulación del concentrado animal se llevaron a cabo tres etapas distribuidas de la siguiente manera:

6.1 Caracterización de la torta de ajonjolí

Se realizaron los análisis físicos químicos mediante el análisis proximal, el cual tiene un propósito principal que es determinar, en un alimento, el contenido de proteína, humedad, grasa, fibra y cenizas además de calcio y fósforo, dichos análisis fueron realizados en el Laboratorio de Residuos Bilógicos – MAGFOR. (Ver anexo B)

La siguiente tabla muestra los porcentajes obtenidos en el análisis proximal de la torta de ajonjolí

Tabla 6.1 Resultados del análisis proximal de la torta de Ajonjolí

Resultado de análisis proximal	
Análisis	**Resultado (%)**
Proteína	23.58
Humedad	4.98
Grasa	34.50
Fibra	8.57
Cenizas	7.76
Calcio	2.01
Fosforo	0.92

La tabla 6.1 muestra la composición nutricional de la torta de Ajonjolí, se puede observar un porcentaje de proteína de 23.58% lo que la hace apta para elaborar alimento concentrado para animales.

6.2 Elaboración de las mezclas de concentrado

En esta etapa se llevó a cabo la molienda y mezcla de las materias primas para la elaboración de las mezclas de concentrado de aves y cerdos. (Ver anexo D), posteriormente se analizó el porcentaje de proteína a cada mezcla mediante la determinación de nitrógeno según Kjedahl en alimentación animal *(Laboratorio de Operaciones Unitarias FIQ – UNI).*

Se tomo como base de cálculo 500 g para la elaboración de las mezclas tanto de aves como de cerdos, a continuación se muestran los contenidos de cada materia presente en las mezclas.

6.2.1 Mezclas de concentrado para cerdos

Igualmente para cerdos se elaboraron tres mezclas de concentrado conteniendo diferentes porcentajes de las materias primas incluidas.

Tabla 6.2 Contenidos de materias primas en las mezclas de concentrado para cerdos

Materias primas	M_{1} %	M_{2} %	M_{3} %
Torta Ajonjolí	40	30	24
Maíz	20	27	30
Sorgo	20	23	30
Frijol	18	18	14
Sal mineral	2	2	2

A cada una de las mezclas descritas anteriormente se le analizó la proteína en la tabla 6.2 se muestran los porcentajes arrojados por análisis en las mezclas de concentrado para cerdos.

Tabla 6.3 Porcentajes de proteína en las mezclas de concentrado para cerdos.

Tipo de muestra	Numero de muestra	% torta ajonjolí	% proteína
Mezclas de Concentrado	M_1	40	15.19
	M_2	30	16.74
	M_3	24	14.35

Se puede notar que en este caso el porcentaje de proteína más alto esta presente en la mezcla 2 la cual contiene un 40% de torta de ajonjolí.

6.2.2 Mezclas de concentrado para gallinas

La siguiente tabla muestra los porcentajes de cada una de las materias primas que contiene la mezcla de concentrado para gallinas ponedoras.

Tabla 6.4 Contenidos de materias primas en las mezclas de concentrado para gallinas.

Materias primas	M_1 %	M_2 %	M_3 %
Torta Ajonjolí	50	40	60
Maíz	30	28	18
Sorgo	18	30	20
Sal mineral	2	2	2

Posteriormente se realizaron los análisis de proteína a las mezclas anteriormente descritas.

La tabla 6.4 Muestra los resultados que se obtuvieron en el análisis de proteína contenido en las mezclas de concentrado para gallinas.

Tabla 6.5 Porcentajes de proteína en las mezclas de concentrado para gallinas

Tipo de muestra	Numero de muestra	% torta ajonjolí	% proteína
Mezclas de Concentrado	M_1	50	12.58
	M_2	40	14.27
	M_3	60	18.31

Se puede notar que el valor de proteína mas alto esta presente en la mezcla 3 que contiene un 60% de torta de ajonjolí, ya que esta por si sola alcanza un valor proteico de 23.58%, por lo cual fue elegida dicha mezcla para ser valorada en la alimentación de gallinas ponedoras según criterio tomado de la bibliografía en el cual hace referencia a las necesidades de proteína en la etapa de vida de gallinas.

6.3 Valoración de las mezclas de concentrado (etapa de prueba)

6.3.1 Mezclas de alimento concentrado evaluadas en Cerdos

La torta de ajonjolí fue obtenida del área de Agroindustria de la cooperativa Juan Fco. Paz Silva durante el proceso de extracción de aceite. Se completó la mezcla de concentrado con la inclusión de otras materias primas (maíz, sorgo, frijol y 2% de sal).
Las principales observaciones durante esta etapa de prueba del concentrado fueron la buena palatabilidad del alimento (aceptación), y consumo del mismo, pero debido a la corta edad (40 días de nacidos) de los cerdos Landrace estos presentaron diarreas ya que su sistema digestivo no podía procesar el alimento solido debido a que estos antes de ser separados de la madre su alimentación era básicamente leche materna. Por lo cual se decidió que la mejor manera de consumo del concentrado para dichos cerdos era la cocción del mismo.

Se les proporcionó una ración de 300 g de concentrado para cada cerdo en dos periodos de tiempo, uno por la mañana y otro por la tarde. Se tomó como referencia para la formulación de las mezclas de concentrado un producto comercial considerando las siguientes condiciones: Alimento completo con 16% de proteína para fase de engorde de cerdos entre los 12 y 25 Kg. de peso. Basado en la composición de las diferentes mezclas, se presentan a continuación los siguientes gráficos para ver el comportamiento de la alimentación en el peso vivo de los cerdos en función del tiempo.

Los Cerdos 1 y 2 fueron alimentados con la Mezcla 1 descrita en la Tabla 6.4 de los Contenidos de materias primas en las mezclas de concentrado para cerdos

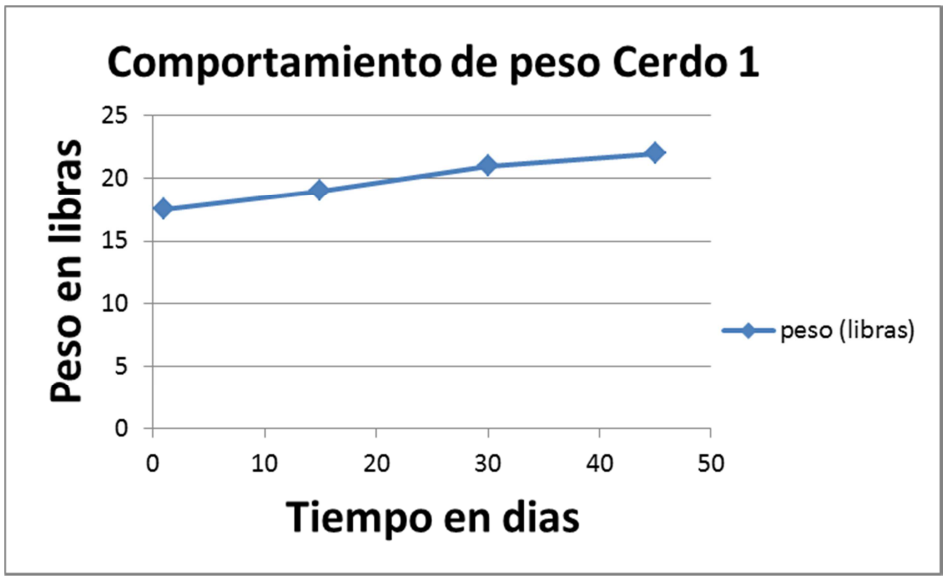


Figura 6.1 Gráfico Comportamiento de peso Cerdo 1

Se puede apreciar en la figura 6.1 el aumento de peso del Cerdo 1, el cual presentó un peso inicial de 17.5 lbs, observó un aumento de peso en los primeros quince días donde alcanzó 19 lbs y su peso final fue de 22 lbs.

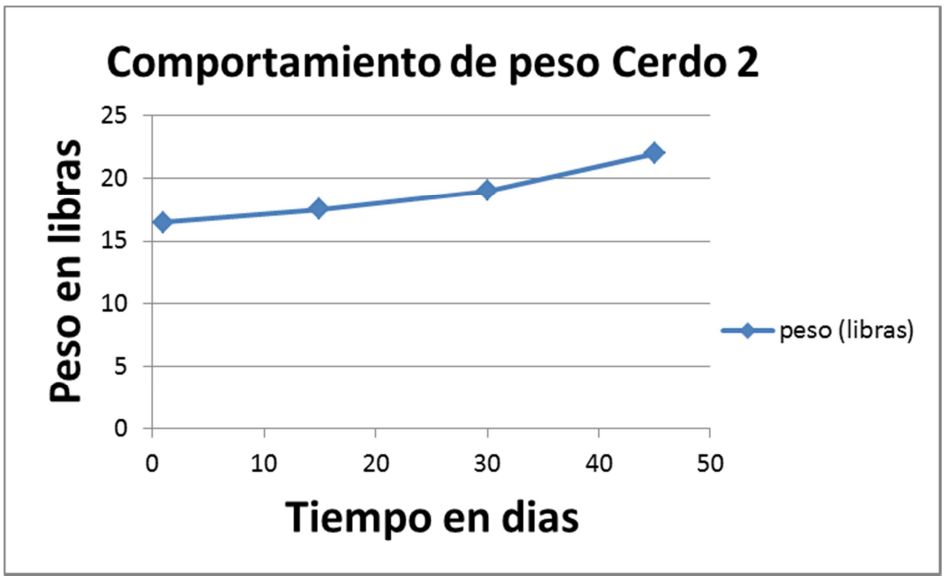


Figura 6.2 Gráfico Comportamiento de peso Cerdo 2

La figura 6.2 muestra el comportamiento de aumento de peso del Cerdo 2 el cual presentó un peso inicial de 16.5 lbs y se puede apreciar el cambio respecto al tiempo durante el periodo de alimentación, teniendo como valor final 22 lbs.

Los Cerdos 3 y 4 fueron alimentados con la Mezcla 2 descrita en la Tabla 6.4 de los Contenidos de materias primas en las mezclas de concentrado para cerdos.

La figura 6.3 se puede observar la línea de comportamiento de peso del cerdo número 3 que fue alimentado con la mezcla 2. Se aprecia que el peso inicial del cerdo fue de 15 lbs en los primeros quince días manteniendo su peso, esto debido a que durante la adaptación al alimento sólido, este presentó diarrea por lo cual no se observó aumento respecto al tiempo.

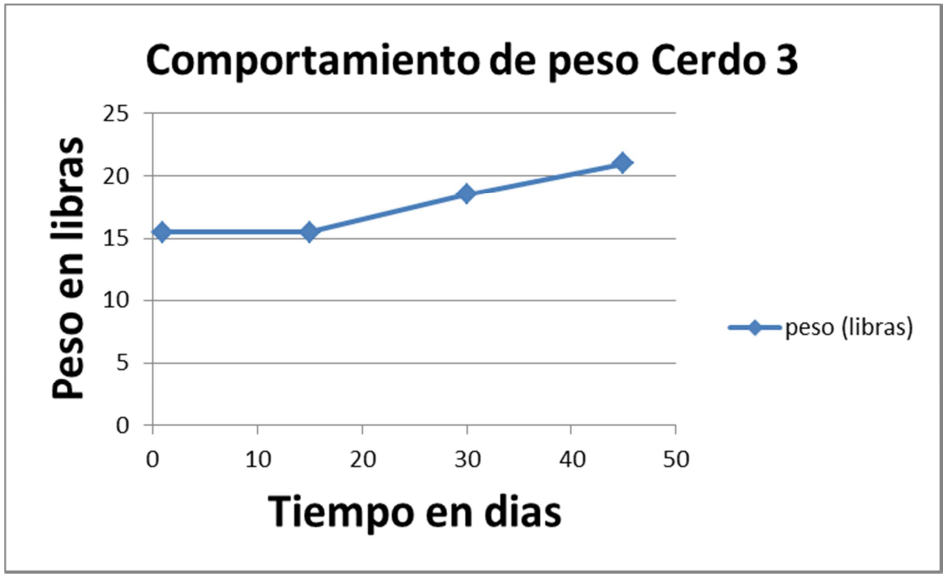


Figura 6.3 Gráfico Comportamiento de peso Cerdo 3

Como se menciono anteriormente en el acápite 6.3 se procedió a la cocción del alimento, debido a la condición de diarrea que presento el Cerdo 3, lo cual mejoró su condición, aumentando de peso, siendo su valor final del 21 lbs.

La figura 6.4 muestra el comportamiento de peso del cerdo número 4, se aprecia que el peso inicial de este cerdo fue de 15 lbs al igual que el cerdo 3, se puede notar que hubo un aumento de peso considerable en los primeros quince días de alimentación en comparación con su compañero de corral, alcanzando 18.5 lbs, cabe mencionar que este cerdo no presentó diarrea. El peso final observado para el cerdo 4 fue de 23 lbs.

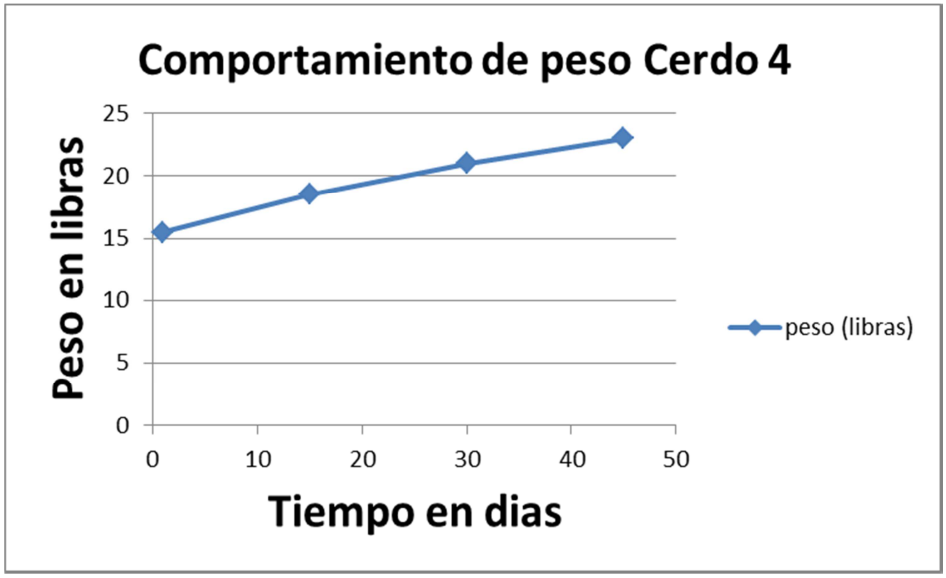


Figura 6.4 Gráfico Comportamiento de peso Cerdo 4

Los cerdos 5, 6, 7 y 8 fueron alimentados con la Mezcla 3, descrita en la Tabla 6.4 de los Contenidos de materias primas en las mezclas de concentrado para cerdos, durante los 45 días en que se monitoreo la funcionalidad del alimento concentrado.

Es importante mencionar que estos cerdos eran criollos y que no presentaron diarreas durante la etapa de prueba además de ser de mayor edad (3 meses) en comparación con los cerdos Landrace.

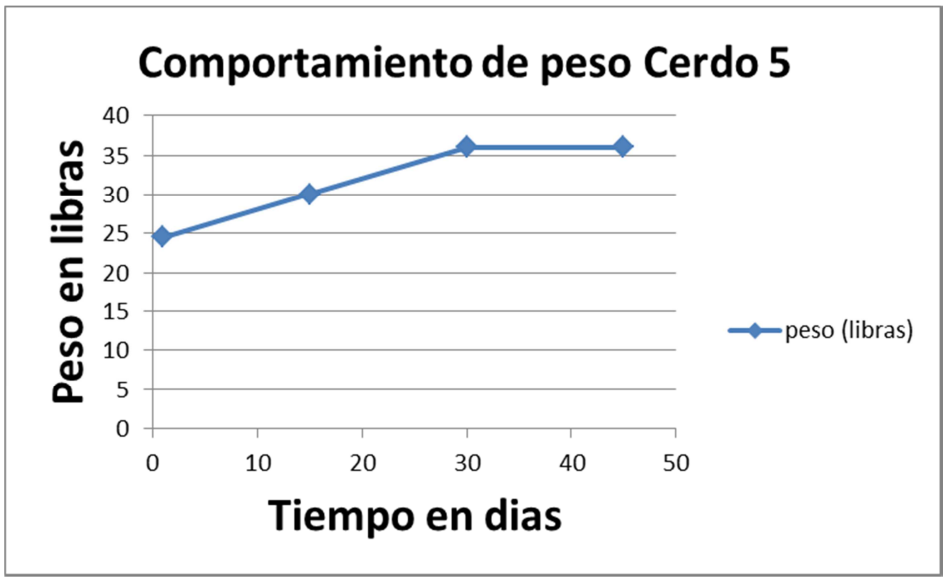


Figura 6.5 Gráfico Comportamiento de peso Cerdo 5

Se puede apreciar en la figura 6.5 que el Cerdo 5 presentó un peso inicial de 25 lbs y se da un aumento notable de peso durante los primeros quince días de alimentación alcanzando 30 lbs de peso las cuales se mantienen hasta el final de la alimentación.

El comportamiento en el aumento de peso vivo del Cerdo 6 se presenta en la figura 6.6, donde se puede apreciar que el peso inicial fue de 23 lbs, aumentando paulatinamente durante el tiempo de alimentación, luego se observa que tuvo giro considerable en los últimos quince días, y peso final fue de 30 lbs.

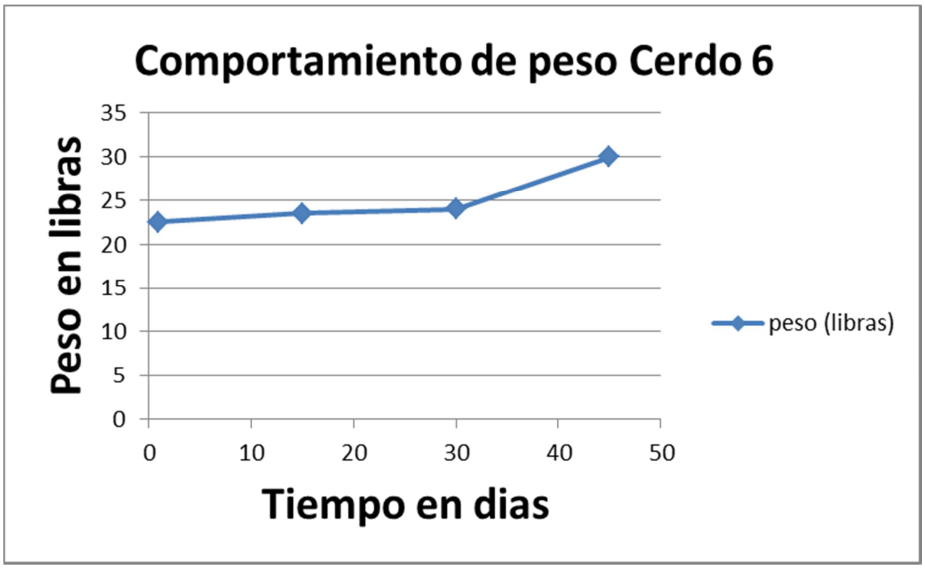


Figura 6.6 Gráfico Comportamiento de peso Cerdo 6

La figura 6.7 muestra la ganancia de peso vivo del Cerdo 7 el cual presento un peso inicial de 21 lbs y fue aumentando en cada pesaje respecto al tiempo hasta obtener un peso final de 30 lbs.

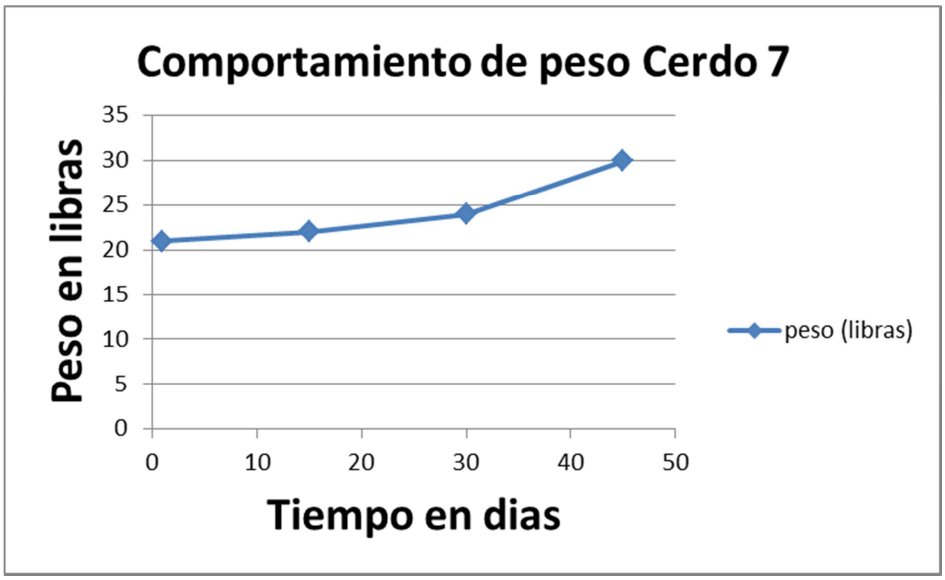


Figura 6.7 Gráfico Comportamiento de peso Cerdo 7

En el siguiente gráfico se puede apreciar el peso inicial del Cerdo 8 que fue de 24 lbs se noto un aumento considerable durante los primeros quince días de alimentación, 33.5 lbs, y su peso final fue de 34 lbs.

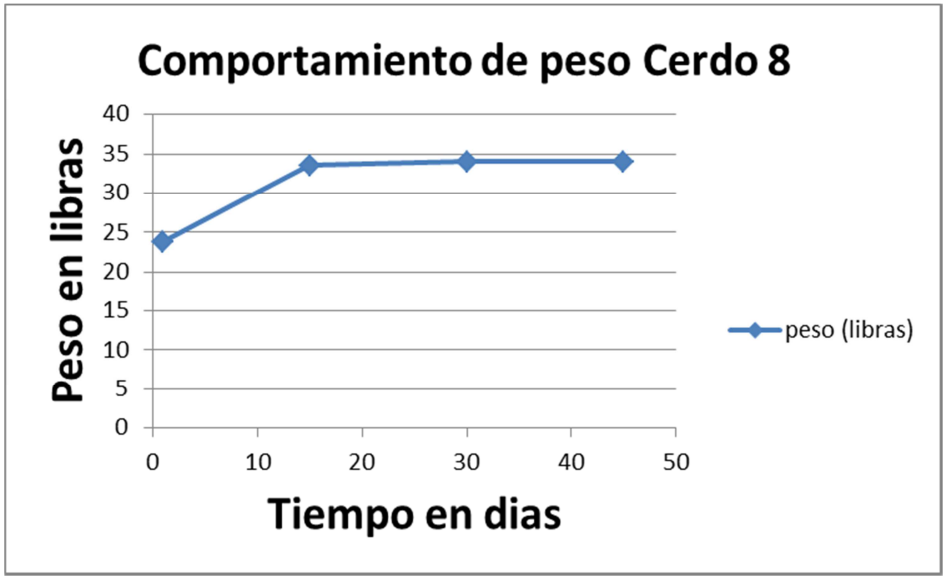


Figura 6.8 Gráfico Comportamiento de peso Cerdo 8

Tomando en cuenta las condiciones de alimentación, referente a los comederos, que fueron improvisados, se observó la dificultad de los cerdos 3 y 4 alimentados con la mezcla 2 para ingerir la ración suministrada, la apertura de este era muy angosta en comparación con los cerdos alimentados con la mezcla 1, que de igual manera tenían un comedero improvisado pero este presentaba mayor diámetro de apertura.

a.

b.

c.

d.

Se puede observar en las imágenes a y b el comedero para los cerdos 3 y 4 se aprecia lo incomodo que es para ambos comer al mismo tiempo, en comparación a los cerdos 1 y 2 que lograron alimentarse de una manera mas cómoda y presentaron mayor consumo de la ración suministrada.

6.3.2 Mezcla evaluada en la alimentación de gallinas ponedoras

Al evaluar la mezcla de concentrado para gallinas ponedoras fue seleccionada la Mezcla 3 que contiene el valor proteico mas alto en comparación con las Mezclas 1 y 2 elaboradas, el porcentaje de proteína presente en la Mezcla 3 es de 18.31 % el cual esta dentro del rango de las necesidades de proteína de las gallinas ponedoras.

Fueron 8 gallinas alimentadas durante un periodo de 45 días en el cual las observaciones principales fueron el aumento en la puesta de huevos, ya que tenían un ritmo continuo de día de por medio, al suministrar el alimento en la primera semana se observó que diario ponían huevos, además se notó el cambio de coloración de la cresta, éste pasó de ser rojo pálido a un rojo intenso.

El siguiente gráfico muestra el comportamiento en el aumento de peso de las gallinas ponedoras. Se puede observar el aumento de peso presentado por cada gallina durante quince días. Donde el mayor peso alcanzado fue para las gallinas 4 y 6 al concluir el tiempo de alimentación, siendo su peso final de 5.5 lb.

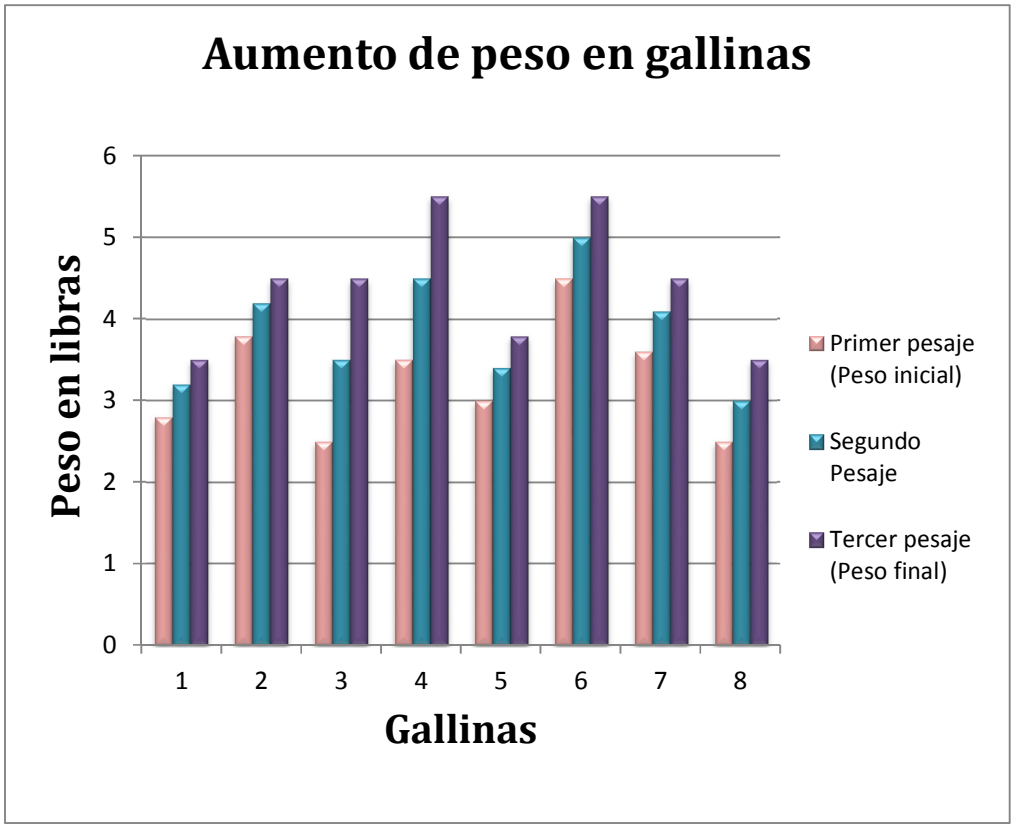


Figura 6.9 Gráfico Aumento de peso gallinas ponedoras

6.4 Diseño estadístico

Se evaluaron los resultados obtenidos en la etapa de prueba de las mezclas de concentrado en cerdos, mediante el método de análisis de varianza simple ANOVA, con una precisión de 0.05 para el cual se tendrá un nivel de significancia del 95%.

6.4.1Comparación de las mezclas 1 y 2

Tabla 6.6 Comparación Mezcla 1 y Mezcla 2

Mezclas	Pesaje 1	Pesaje 2	Pesaje 3	Pesaje 4
Promedios de peso M_1	17	18.25	20	22
Promedios de peso M_2	15.5	17	19.75	22

Hipótesis
H_0: $M_1=M_2$
H_1: $M_1 \neq M_2$

Al hacer el análisis de varianza de un solo factor mediante Excel se tomaron en cuenta el valor de F y el valor crítico para F de la siguiente manera:

$$F > F_{\text{valor crítico}}$$

Tenemos: $26.4301 > 6.5913$ es verdadero

Por lo cual se rechaza H_0, lo que indica que con un nivel de significancia de 0.05 y según los datos existe diferencia significativa entre ambas mezclas.

RESUMEN				
Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
1	2	32.5	16.25	1.125
2	2	35.25	17.625	0.78125
3	2	39.75	19.875	0.03125
4	2	44	22	0

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor critico F*
Entre grupos	38.40625	3	12.80208333	26.4301075	0.0042546	6.591382116
Dentro de los grupos	1.9375	4	0.484375			
Total	40.34375	7				

6.4.2 Comparación Mezcla 2 y Mezcla 3

Tabla 6.7 Datos a comparar de las mezclas 2 y 3

Mezclas	Pesaje 1	Pesaje 2	Pesaje 3	Pesaje 4
Promedios de peso M_2	15.5	17	19.75	22
Promedios de peso M_3	22.95	27.25	28.75	40

Hipótesis

H_0: $M_2=M_3$
H_1: $M_2 \neq M_3$

Al hacer el análisis de varianza de un solo factor mediante Excel se tomaron en cuenta el valor de F y el valor crítico para F de la siguiente manera:

$$F > F_{\text{valor crítico}}$$

Tenemos: $0.7099 > 6.5913$ es falso

Por lo cual se acepta H_0, lo que indica que con un nivel de significancia de 0.05 y según los datos no existe diferencia significativa entre ambas mezclas.

RESUMEN				
Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
1	2	38.45	19.225	27.75125
2	2	44.25	22.125	52.53125
3	2	48.5	24.25	40.5
4	2	62	31	162

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	***Suma de cuadrados***	***Grados de libertad***	***Promedio de los cuadrados***	***F***	***Probabilidad***	***Valor crítico para F***
Entre grupos	150.5775	3	50.1925	0.70998029	0.594706827	6.591382116
Dentro de los grupos	282.7825	4	70.695625			
Total	433.36	7				

6.4.3 Comparación Mezcla 1 y Mezcla 3

Tabla 6.8 Datos a comparar de las mezclas 1 y 3

Mezclas	Pesaje 1	Pesaje 2	Pesaje 3	Pesaje 4
Promedios de peso M_1	17	18.25	20	22
Promedios de peso M_3	22.95	27.25	28.75	40

Hipótesis

H_0: $M_1=M_3$
H_1: $M_1 \neq M_3$

Al hacer el análisis de varianza de un solo factor mediante Excel se tomaron en cuenta el valor de F y el valor crítico para F de la siguiente manera:

$$F > F_{\text{valor crítico}}$$

Tenemos: $0.6788 > 6.5913$ es falso

Por lo cual se acepta H_0, lo que indica que con un nivel de significancia de 0.05 y según los datos no existe diferencia significativa entre ambas mezclas.

RESUMEN				
Grupos	***Cuenta***	***Suma***	***Promedio***	***Varianza***
1	2	39.95	19.975	17.70125
2	2	45.5	22.75	40.5
3	2	48.75	24.375	38.28125
4	2	62	31	162

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	***Suma de cuadrados***	***Grados de libertad***	***Promedio de los cuadrados***	***F***	***Probabilidad***	***Valor crítico para F***
Entre grupos	131.6025	3	43.8675	0.67884673	0.609275263	6.591382116
Dentro de los grupos	258.4825	4	64.620625			
Total	390.085	7				

6.5 Formulas de cálculo para el análisis de varianza de un solo factor.

Tabla 6.9. Tabla ANOVA para análisis de varianza de un solo factor

Fuente de Variación	*Grados de libertad*	*SS (Suma de Cuadrados)*	*MS (Cuadrados Medios)*	*f calculada*
Tratamiento	k-1	TSS	MST	$\frac{MST}{MSE}$
Error	n-k	SSE	MSE	
Total	n-1	SST		

Fórmulas de Cálculo

k: número de tratamientos
n: $n_1 + n_2 + \ldots + n_k$ tamaño de muestras

TSS: Suma de cuadrados de los tratamientos
.

$$TSS = \sum_{i=1}^{k} \frac{T_i^2}{n_i} - \frac{\left(\sum y\right)^2}{n_i}$$

SSE: Suma de cuadrados del error.

$$SSE = SST - TSS$$

SST: Suma de cuadrados totales.

$$SST = \sum y^2 - \frac{\left(\sum y\right)^2}{n}$$

MST: Media de la suma de los tratamientos.

$$MST = \frac{TSS}{k-1}$$

MSE: Media de la suma de los errores.

$$MSE = \frac{SSE}{n-k}$$

6.6 Valoraciones Organolépticas

Durante la etapa de elaboración de mezclas se valoraron las características organolépticas del producto terminado, tales como aroma, color y textura, para las formulaciones del alimento concentrado. A continuación se muestran las tablas de resultados obtenidos.

Tabla 6.1 Valoración organolépticas de las Mezclas de concentrado para cerdos

Mezcla	Aroma	Color	Textura
M_1	Agradable, similar a una mezcla de cereal	Café claro con pigmentos rojos	Granulada
M_2	Agradable, similar a una mezcla de cereal	Café claro con pigmentos rojos	Granulada
M_3	Agradable, similar a una mezcla de cereal	Café claro con pigmentos rojos	Granulada

Tabla 6.2 Valoración organolépticas de las mezclas de concentrado para gallinas

Mezcla	Aroma	Color	Textura
M_1	Agradable, similar a una mezcla de cereal	Café claro	Granulada
M_2	Agradable, similar a una mezcla de cereal	Café claro	Granulada
M_3	Agradable, similar a una mezcla de cereal	Café claro	Granulada

VII. CONCLUSIONES

- Se realizaron los análisis físicos químicos a la torta de ajonjolí conteniendo esta un porcentaje de proteína de 23.58% adecuado para la alimentación de las especies de interés. De igual manera al analizar las mezclas de concentrado el valor de proteína se encontró en los rangos de las necesidades nutricionales de dicho parámetro para gallinas y cerdos.

- Se elaboraron de manera satisfactoria a escala de laboratorio las mezclas de concentrado para gallinas y cerdos, fueron evaluadas las características organolépticas presentes en el producto terminado.

- Se evaluó la funcionalidad del concentrado en cerdos y aves obteniendo resultados favorables en cuanto a la palatabilidad (aceptación) del alimento.

- Se procesaron los datos de aumento de peso en cerdos mediante análisis de varianza de un solo factor, estos indicaron que entre las mezclas no existía diferencia significativa por lo cual se aceptó $H_{0,}$ se concluye que las tres mezclas evaluadas contienen un porcentaje proteico adecuado para la alimentación de Cerdos.

- La mezcla valorada en gallinas ponedoras favoreció al mantenimiento de la condición corporal además de incrementar la producción de huevos.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el análisis financiero para estimar los costos en la producción del concentrado para aves y cerdos.

- Es importante tomar en cuenta las condiciones de alimentación en cuanto a los comederos y bebederos, por lo cual se recomienda que para tener un mejor consumo del alimento o ración suministrada estén disponibles comederos y bebederos adecuados a las necesidades de las aves y cerdos.

- Se recomienda variar la formulación incluyendo pre-mezclas de vitaminas como alternativa de alimentación.

- Se recomienda que el alimento concentrado sea dirigido a cerdos de mayor edad, aproximadamente 3 meses de edad, cuando su sistema digestivo este mas desarrollado y pueda procesar este tipo de alimentación sólido o bien que presente un peso inicial de 20 kg, esto basado en el requerimiento de proteína de cerdos bajo dichas condiciones de edad y peso.

- Se recomienda realizar la valoración del tiempo de vida de anaquel del producto.

IX. NOMENCLATURA

Abreviaturas	
Lbs.	Libras
Qq	Quintales
g	Gramos
Kg	Kilogramos
Ca	Calcio
P	Fosforo
%	Porcentaje
^0C	Grados Celsius
L	Litros
Mg	Miligramos
ml	Mililitros
H_2SO_4	Acido sulfúrico
HCl	Acido clorhídrico
Na_2SO_4	Carbonato de sodio

X. BIBLIOGRAFIA

1. Billy D. Nelson (1971) "Nutrición de cerdos en Nicaragua: Resumen de experimentos efectuados en el periodo Enero 1970 a Junio 1971." Ministerio de agricultura y ganadería, Managua, Nicaragua.

2. D.C. Church, W.G. Pond, K.R. Pond (2007) "Fundamentos de nutrición y alimentación de animales", 2da edición.

3. Elías Martínez Rayo (2007) "Estadística y Probabilidad" 1a edición, Lea Grupo Editorial. Managua, Nicaragua.

4. E. Ávila González (1971) "Manual Alimentación de las aves" Universidad Nacional Autónoma de México, México. Universidad Nacional Agraria, CENIDA, Managua, Nicaragua.

5. Fuller, M.F. (Ed.). (2004) "Enciclopedia de nutrición y producción animal", Acribia, Zaragoza España. Universidad Nacional Agraria, CENIDA, Managua, Nicaragua.

6. J.T. Morgan, D. Lewis (1965) "Nutrición de aves y cerdos", Acribia, Zaragoza, España. Universidad Nacional Agraria, CENIDA, Managua, Nicaragua.

7. John V. Bateman (1970) "Manual de métodos analíticos", Herrero-Hermanos, México. Universidad Nacional Agraria, CENIDA, Managua, Nicaragua.

8. Manual de nutrición animal (1995), Terranova editores, 1ra edición Ltda.-Panamericana editorial.

9. M. Becker "Análisis y valoración de piensos y forrajes" (1967), Acribia, Zaragoza, España. Universidad Nacional Agraria, CENIDA, Managua, Nicaragua.

10. Maynard, "Nutrición Animal, Fundamentos de la alimentación del ganado (1987) 2da edición. Universidad Nacional Agraria, CENIDA, Managua, Nicaragua.

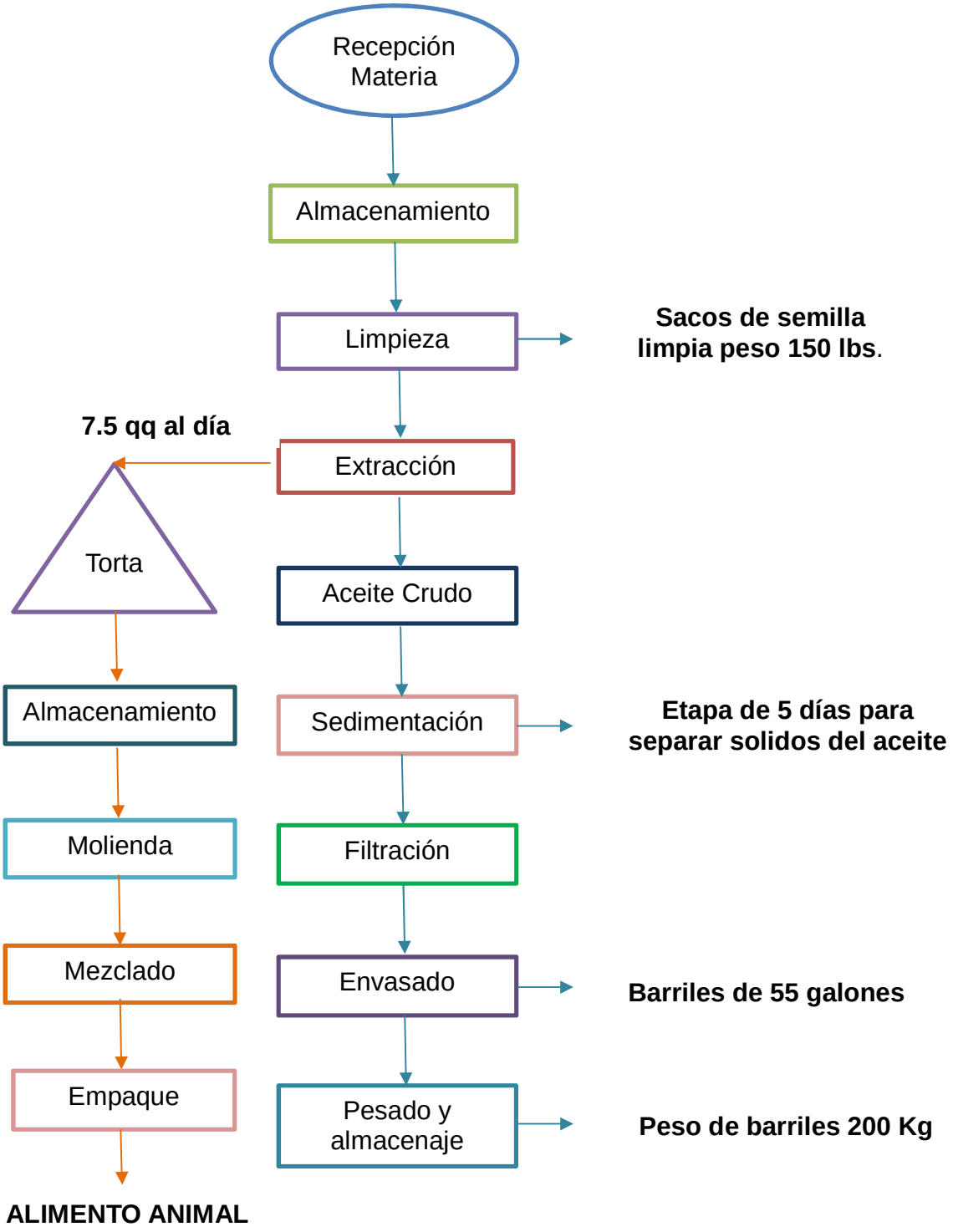
11. www.engormix.com (visitado el 18 de septiembre 2011, a las 01:15 pm)

12. www.akahl.de (visitado el 15 febrero de 2012, a las 10:45 am)

XI. ANEXOS

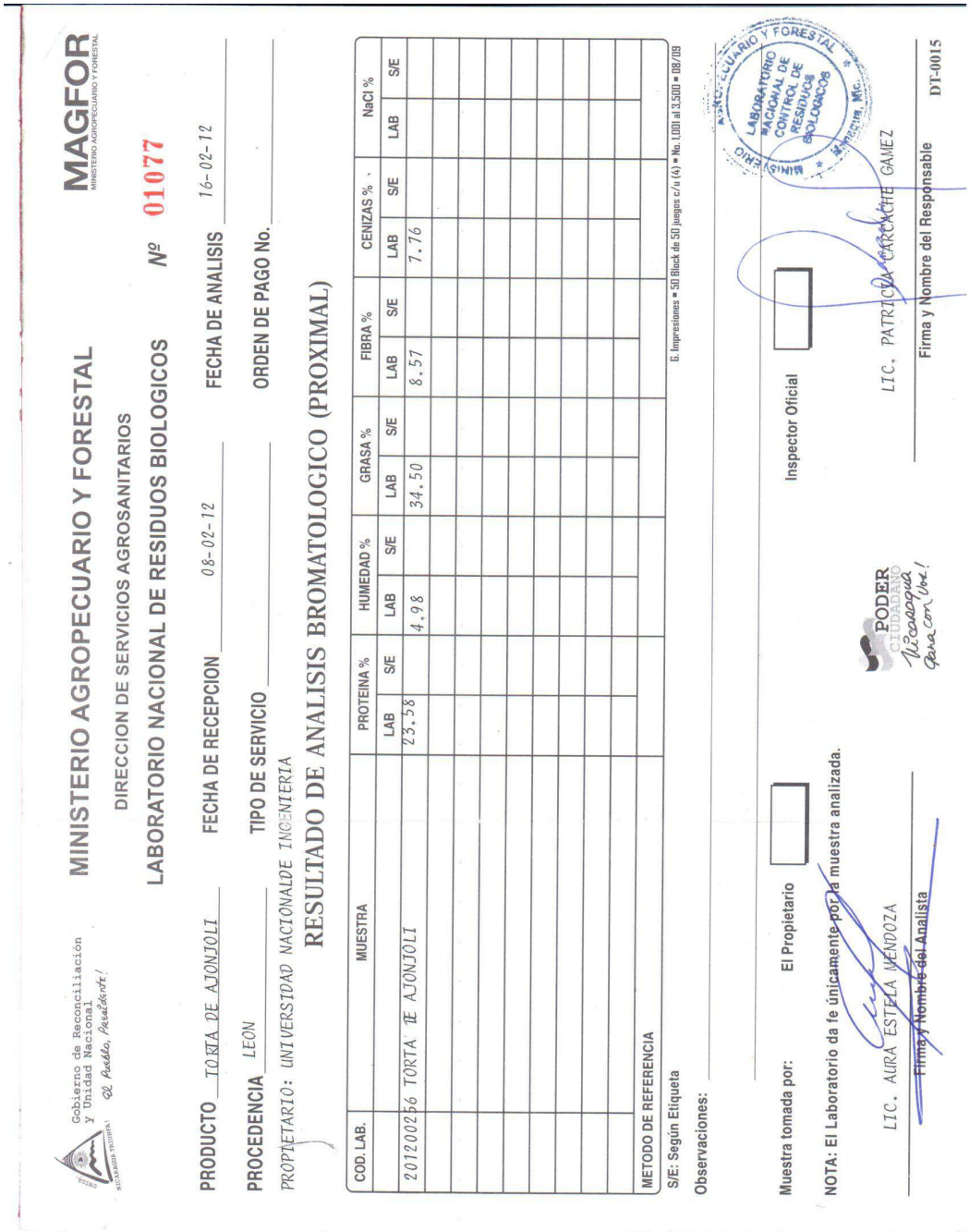
ANEXO A

Descripción del proceso general de extracción de Aceite de Ajonjolí.



ANEXO B

Resultados del Análisis proximal realizado a la torta de Ajonjolí



Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional
¡El Pueblo, Presidente!

MINISTERIO AGROPECUARIO Y FORESTAL
DIRECCION DE SERVICIOS AGROSANITARIOS
LABORATORIO NACIONAL DE RESIDUOS BIOLOGICOS

MAGFOR
MINISTERIO AGROPECUARIO Y FORESTAL

Nº 01077

PRODUCTO TORTA DE AJONJOLI FECHA DE RECEPCION 08-02-12 FECHA DE ANALISIS 16-02-12

PROCEDENCIA LEON TIPO DE SERVICIO ORDEN DE PAGO No.

PROPIETARIO: UNIVERSIDAD NACIONALDE INGENIERIA

RESULTADO DE ANALISIS BROMATOLOGICO (PROXIMAL)

COD. LAB.	MUESTRA	PROTEINA %		HUMEDAD %		GRASA %		FIBRA %		CENIZAS %		NaCl %	
		LAB	S/E	LAB	S/E	LAB	S/E	LAB	S/E	LAB	S/E	LAB	S/E
20120256	TORTA DE AJONJOLI	23.58		4.98		34.50		8.57		7.76			
METODO DE REFERENCIA													

S/E: Según Etiqueta

G. Impresiones ■ 50 Block de 50 juegos c/u (4) ■ No. 1,001 al 3,500 ■ 08/09

Observaciones:

Muestra tomada por: El Propietario ☐ Inspector Oficial ☐

NOTA: El Laboratorio da fe únicamente por la muestra analizada.

LIC. AURA ESTELA MENDOZA
Firma y Nombre del Analista

LIC. PATRICIA CARCACHE GAMEZ
Firma y Nombre del Responsable

DT-0015

LABORATORIO NACIONAL CONTROL DE RESIDUOS BIOLOGICOS

PODER CIUDADANO
Adelante para con Vos!

Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional
El Pueblo, Presidente!

MINISTERIO AGROPECUARIO Y FORESTAL
DIRECCION DE SALUD ANIMAL
LABORATORIO NACIONAL DE RESIDUOS QUIMICOS Y BIOLOGICOS
ENEL Central 300 m. al sur, Managua. Tel: 2267-4002, Fax: 2267-0211

Pag.____de ____

INFORME DE RESULTADOS (MINERALES)

No 1248

TORTA DE AJONJOLI

Código Lab.: 20120256 Matriz: _____
Propietario: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Fecha de Recepción: 08-02-12 Orden de pago No. _____
Dirección: _____ Fecha de análisis: 16-02-12 Ref. método: _____
Procedencia: LEON Muestra tomada: _____ POE: _____

Análisis	Resultados		Unidades
	Lab.	S/E	
CALCIO	2,01		%
FOSFORO	0,92		%

OBSERVACIONES: _____

S/E: según etiqueta
Nota: El laboratorio de fé únicamente de la muestra analizada
Este resultado puede ser reproducido en su totalidad solamente con la aprobación del Jefe de Laboratorio.

LABORATORIO NACIONAL DE CONTROL DE RESIDUOS BIOLOGICOS

LIC. AURA ESTELA MENDOZA
Nombre y Firma del Analista

LIC. PATRICIA CARCACHE GAMEZ
Nombre y Firma del Responsable

DT - 0016

ANEXO C

Determinación de proteína cruda (nitrógeno Kjeldahl).Método oficial AOAC 2001.11 en alimentación animal, forrajes, granos y semillas oleaginosas

- **Principio**

El método implica digestión de la muestra en H_2SO_4 para convertir el nitrógeno proteico en sulfato de amonio. El punto de ebullición se eleva mediante la adición de sulfato de potasio. Elevar la temperatura de ebullición es necesario para romper los enlaces peptídicos y convertir los grupos amino en la proteína a los iones de amonio. Un catalizador de cobre se añade para mejorar la velocidad de reacción. Entonces amoniaco es liberado por destilación alcalina y se cuantifica por titulación con una solución de acido estandarizado.

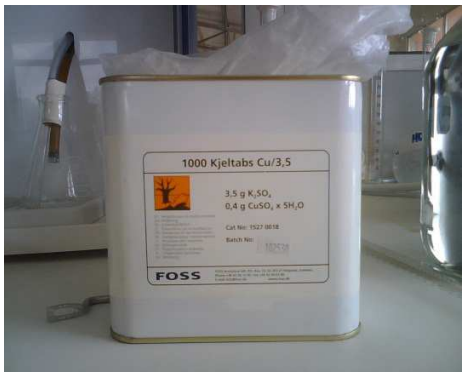
- **Reactivos**

Acido sulfúrico: concentrado, 95-98% H_2SO_4 grado reactivo.
Sal y catalizador: Kjeltabs Cu (3.5 g K_2SO_4 y 0.4 g $CuSO_4$ por tableta).
Solución de hidróxido de sodio: al 40% peso/peso.
Solución de indicador rojo de metilo: disolver 100 mg de rojo de metilo en 100 ml de metanol.
Solución de indicador verde bromocresol: disolver 100 mg de verde bromocresol en 100 ml de metanol.
Solución de acido bórico: al 4% peso/volumen disolver 400 g de ácido bórico en 5-6 L de agua desionizada caliente. Mezclar y añadir mas agua desionizada caliente a un volumen de aproximadamente 9 L. Enfriar a temperatura ambiente y adicionar 100 ml de solución verde bromocresol y 70 ml de solución rojo de metilo. Hacer un volumen final de 10 L.

- **Preparación de la muestra.** Moler las muestras en un molino de laboratorio adecuado.
- **Procedimiento para la digestión**
  Digestión. Activar el bloque de digestión y calentar a 420^0C
  Peso de la muestra. Pesar 1 g de la muestra con una precisión de +/- 0.1 mg en un tubo de digestión de 250 ml

Corridas. Cada ejecución debe contener un blanco de reactivo
Adicionar 2 Kjeltabs. Tabletas de cobre catalizador a cada tubo

1. Tubos Kjedahl 250 ml



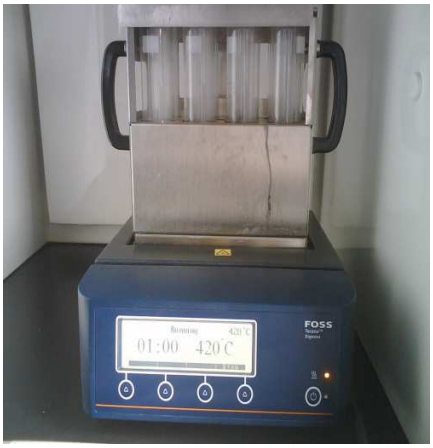
2. Tabletas Kjeltabs

3. Tabletas Kjeltabs

Adición de H_2SO_4. Utilizando una pipeta dispensadora adicionar 12 ml de H_2SO_4 a cada tubo

4. Extracción y adición de H_2SO_4

Duración de la digestión. 60 minutos



- **Destilación.** Se realiza automáticamente en el destilador Kjeldahl.

- **Titulación.** Se realiza adicionando HCl estandarizado a la muestra previamente digestada y destilada. Tomando como punto final el cambio de color, y se anota la cantidad de ml necesarios para llegar a dicho punto.

- **Calculo del %N mediante la formula**

$$\%\ Nitrógeno\ Kjeldahl = \frac{(V_S - V_B) \times N \times 14.01}{W\,(mg)}$$

Donde:

V_S= ml de acido estandarizado utilizados para la titulación de la muestra
V_B= ml de acido estandarizado utilizados para la titulación del blanco
N= normalidad del HCl estándar
14.01= peso atómico del Nitrógeno
W= peso de la muestra en mg

- **Calculo del % de proteína cruda según la formula**

$$\%\ Proteina\ Cruda = \%\ Nitrógeno\ Kjeldahl \times F$$

Donde:

F= factor para convertir Nitrógeno a proteína 6.25

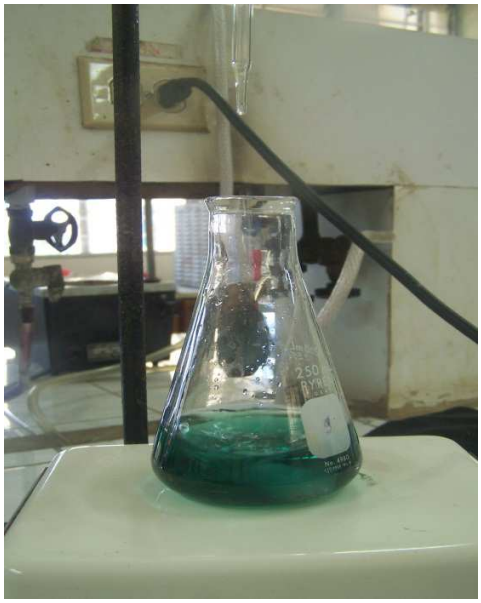
- **Concentración del titulante**

Debe asegurarse que la concentración de HCl sea la que debe ser. Una titulación con una solución predeterminada de Carbonato de Sodio (Na_2SO_3) como se describe a continuación es por tanto necesaria. Concentraciones incorrectas de HCl pueden causar errores sustanciales.

a. Sustancia patrón. Pesar aproximadamente 10 g deNa_2SO_3 anhidro, hacer uso de un mortero para reducir el tamaño y obtener un polvo fino, secar durante 1hora a 265°C y luego enfriar en un desecador, después transferir el carbonato de sodio a un beaker con una tapa hermética y almacenar en el desecador.
b. Soluciones indicadoras. Disolver 0.1 g de rojo de metilo en 100 ml de metanol 95%, igualmente disolver 0.1 g de verde bromocresol en 100 ml de metanol 95%.
c. Procedimiento. Pesar aproximadamente 0.4 gramos de la sustancia estándar utilizando una balanza analítica y anotar el pesaje (**W_1**), transferir el carbonato de sodio a un matraz receptor y agregar 40 ml de agua destilada, añadir 8 gotas de cada una de las soluciones indicadoras y titular hasta el cambio de color a rosa, anotar la cantidad de ml utilizados (**A_1**), hervir esta solución durante unos minutos hasta que el color se torne verde, enfriar rápidamente a temperatura ambiente con agua corriente y continuar la titulación hasta que se produce el próximo cambio de color a rosa tenga en cuenta este volumen (**A_2**), nuevamente hervir la solución durante unos minutos hasta que se torne verde, se enfría la solución a temperatura ambiente y se continua con la titulación hasta que se produzca el cambio de color, tenga en cuenta el volumen (**A_3**).
d. Calculo de la concentración del titulante mediante la formula:

$$Normalidad\ HCl = \frac{18.870 \times W_1}{(A_1 + A_2 + A_3)}$$

- **Estandarización del HCl**



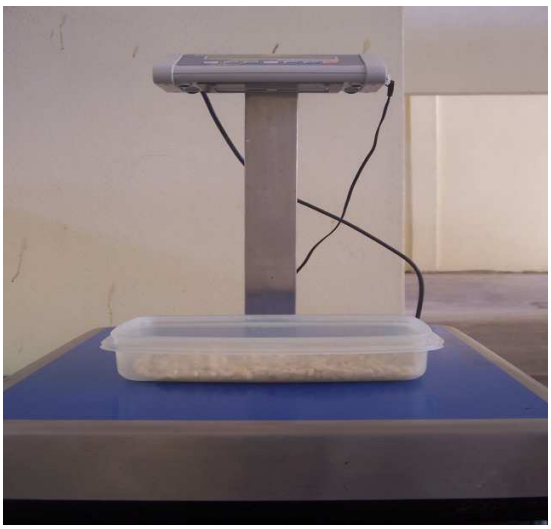
ANEXO D

Fotos de la elaboración de las mezclas de concentrado

Equipo utilizado para la molienda y pesaje de los granos

Molino para granos "Victor"

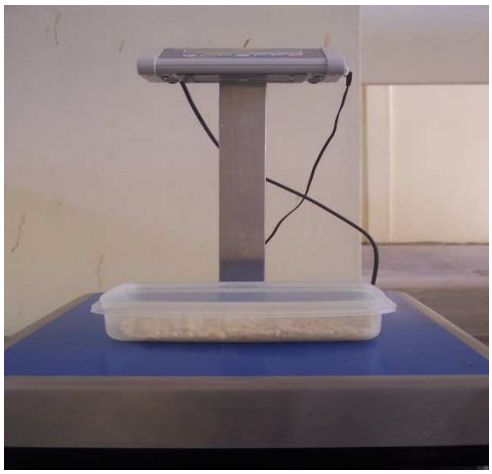
Balanza *Kern Ds*



Pesaje y molienda de las materias primas

Torta de Ajonjolí

Maíz



Sorgo

Frijoles

Frijoles después de la molienda

Mezcla de concentrado para cerdos

Mezcla 1-Cerdos

Mezcla 2-Cerdos

Mezcla 3-Cerdos

Mezclas de Concentrado

Fotos de las mezclas de concentrado para gallinas

Materias primas utilizadas

Maíz

Sorgo

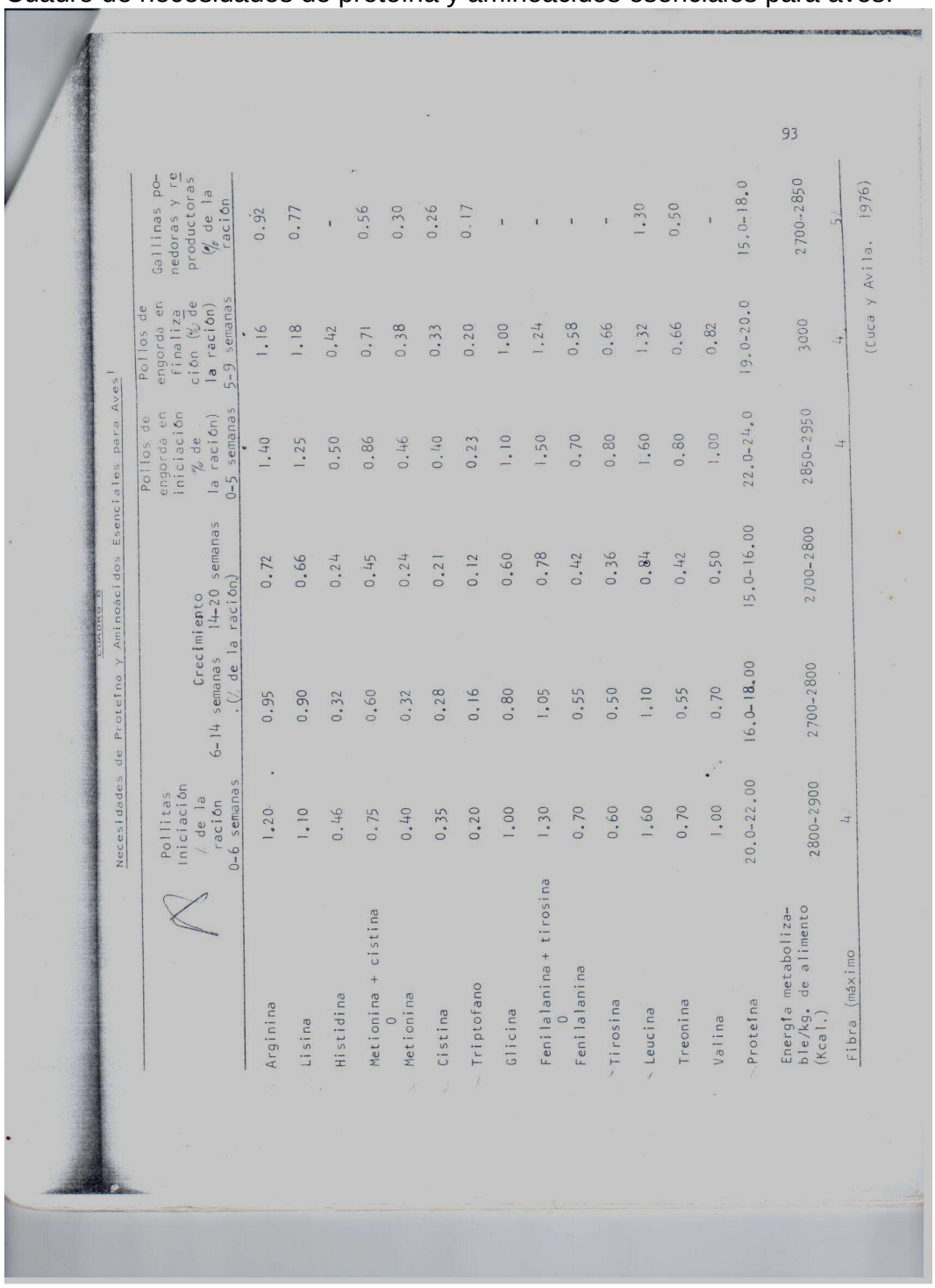
Torta de Ajonjolí

Concentrado para gallinas

Muestras de concentrado para gallinas

ANEXO E

Cuadro de necesidades de proteína y aminoácidos esenciales para aves.



CUADRO 8

Necesidades de Proteína y Aminoácidos Esenciales para Aves[1]

	Pollitas Iniciación % de la ración 0-6 semanas	Crecimiento 6-14 semanas % de la ración	Crecimiento 14-20 semanas % de la ración	Pollos de engorda en iniciación % de la ración 0-5 semanas	Pollos de engorda en finaliza ción (% de la ración) 5-9 semanas	Gallinas po- nedoras y re productoras % de la ración
Arginina	1.20	0.95	0.72	1.40	1.16	0.92
Lisina	1.10	0.90	0.66	1.25	1.18	0.77
Histidina	0.46	0.32	0.24	0.50	0.42	-
Metionina + cistina	0.75	0.60	0.45	0.86	0.71	0.56
Metionina	0.40	0.32	0.24	0.46	0.38	0.30
Cistina	0.35	0.28	0.21	0.40	0.33	0.26
Triptofano	0.20	0.16	0.12	0.23	0.20	0.17
Glicina	1.00	0.80	0.60	1.10	1.00	-
Fenilalanina + tirosina	1.30	1.05	0.78	1.50	1.24	-
Fenilalanina	0.70	0.55	0.42	0.70	0.58	-
Tirosina	0.60	0.50	0.36	0.80	0.66	-
Leucina	1.60	1.10	0.84	1.60	1.32	1.30
Treonina	0.70	0.55	0.42	0.80	0.66	0.50
Valina	1.00	0.70	0.50	1.00	0.82	-
Proteína	20.0-22.00	16.0-18.00	15.0-16.00	22.0-24.0	19.0-20.0	15.0-18.0
Energía metabolizable/Kg. de alimento (Kcal.)	2800-2900	2700-2800	2700-2800	2850-2950	3000	2700-2850
Fibra (máximo	4			4	4	5/

(Cuca y Avila. 1976)

93

ANEXO F

Fotos de cerdos Landrace alimentados con Mezcla 1

Cerdos Landrace alimentados con Mezcla 2

Cerdos criollos alimentados con Mezcla 3

Gallinas ponedoras alimentadas con Mezcla 3 (18.31% proteína)

Fotos de la elaboración de las mezclas para los 45 días de alimentación

1

2

.

3

4

1. Torta de Ajonjolí
2. Inclusión de Frijoles
3. Inclusión de Sorgo y Maíz
4. Mezcla de los ingredientes