



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACION

Componente práctico del Examen de Grado de carácter
Complejivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad
como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Elaboración de núcleos proteicos para la alimentación del ganado
porcino”

AUTOR:

Elías Fernando Galarza Cortez

TUTOR:

Dra. Lidia Leonor Paredes Lozano. MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2022

RESUMEN

Elaboración de núcleos proteicos para la alimentación del ganado porcino

Autor:

Elías Fernando Galarza Cortez

Tutor:

Dra. Lidia Leonor Paredes Lozano. MSc

Este trabajo expone los métodos e ideas para la elaboración de alimento balanceado para porcinos, involucrando enfoques claros y sencillos sobre cada uno de los componentes que permitan alcanzar de manera técnica los requerimientos nutricionales y energéticos para que la carga animal logre los objetivos esperados, por ello se analizó los beneficios del uso de núcleos proteicos hechos de forma artesanal lo cual conlleva a que el mismo porcicultor pueda ahorrar tiempo y dinero, y a su vez se pretende identificar la mejor formulación en cuanto a la elaboración de los mismos, obteniéndose conclusiones satisfactorias que pretenden generar posibles soluciones al incremento del valor de los fórmulas balanceadas que se comercializan hoy en día. Esta investigación socializa una alternativa favorable al pequeño productor para que elabore de forma responsable y técnica el alimento necesario para su propio hato.

Palabras claves: porcinos, núcleos proteicos, productor, alimentación.

SUMMARY

Processing of protein nuclei for pig feeding

Autor:

Elías Fernando Galarza Cortez

Tutor:

Dra. Lidia Leonor Paredes Lozano. MSc.

This work exposes the methods and ideas for the elaboration of balanced feed for pigs, involving clear and simple approaches on each one of the components that allow to technically reach the nutritional and energetic requirements so that the animal load achieves the expected objectives, therefore the benefits of the use of protein nuclei made in an artisanal way were analyzed, which leads to the pig farmer himself being able to save time and money, and at the same time it is intended to identify the best formulation in terms of their elaboration, obtaining satisfactory conclusions that seek generate possible solutions to increase the value of the balanced formulas that are marketed today. This research socializes a favorable alternative to the small producer so that he prepares the necessary food for his own herd in a responsible and technical way.

Key words: pigs, protein nuclei, producer, feed.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO I | 3 |
| MARCO METODOLÓGICO | 3 |
| 1.1 Definición del tema caso de estudio | 3 |
| 1.2 Justificación | 3 |
| 1.3 Objetivos | 4 |
| 1.3.1 Objetivo general | 4 |
| 1.3.2 Objetivos específicos | 4 |
| 1.4. Fundamentación teórica | 4 |
| 1.4.1 Núcleos proteicos | 4 |
| 1.4.2 Los núcleos proteicos y su clasificación | 5 |
| 1.4.3 Tipos de mezclas para los núcleos proteicos | 5 |
| 1.4.4 La mezcla y su homogenización | 6 |
| 1.4.5 Caracterización de las materias primas | 7 |
| a) Maíz..... | 7 |
| b) Soya..... | 8 |
| c) Afrecho de trigo..... | 8 |
| d) Polvillo..... | 9 |
| e) Melaza..... | 10 |
| f) Aceite natural de palma africana | 10 |
| g) Sal..... | 10 |
| 1.4.6 Nutrición animal | 11 |
| 1.4.7 Requerimientos nutricionales en porcinos | 12 |
| a. Tipos de producción o categorías | 13 |
| b. Motivos para una excelente alimentación porcina | 14 |
| c. Materia prima para alimentación de cerdos | 15 |
| 1.4.8 Metodologías para formular dietas balanceadas o núcleos proteicos | 17 |
| 1.4.9 Métodos de formulaciones | 18 |
| a) Prueba y error | 18 |
| b) Ecuaciones simultaneas | 18 |
| c) Cuadrado de Pearson..... | 20 |

| | |
|--|-----------|
| d) Programación lineal..... | 20 |
| a. Ejemplo de CUADRADO DE PEARSON | 21 |
| Según Clase (2012), se necesita una mezcla de alimento balanceado que tenga 20% PC, teniendo Cebada al 11.5% PC y Harina de pescado con 65% PC. El desarrollo de este método está regulado a:..... | 21 |
| b. Parámetros de Solver | 22 |
| C. Procedimiento para la elaboración de alimentos balanceados..... | 24 |
| d. Fórmula de alimentos para cerdos en etapa de crecimiento..... | 26 |
| e. Fórmula de alimentos para cerdos en etapa de crecimiento | 27 |
| 1.5 Hipótesis | 27 |
| 1.6 Metodología de la investigación | 28 |
| CAPÍTULO II..... | 29 |
| RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN | 29 |
| 2.1. Desarrollo del caso | 29 |
| 2.2 Situaciones detectadas (Hallazgo) | 30 |
| 2.3. Soluciones planteadas | 31 |
| 2.4 Conclusiones | 32 |
| 2.5 Recomendaciones | 33 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 34 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Composición química y digestibilidad del maíz en cerdos..... | 7 |
| Tabla 2. Composición química y digestibilidad de soya en cerdos..... | 8 |
| Tabla 3. Composición química y digestibilidad del trigo en cerdos..... | 9 |
| Tabla 4. Composición química y digestibilidad del polvillo de arroz en cerdos. | 9 |
| Tabla 5. Composición química y digestibilidad de la melaza en cerdos..... | 11 |

Índice de cuadros

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. Cuadrado de Pearson simple..... | 21 |
| Cuadro 2. Cuadrado de Pearson simple..... | 22 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Ventana de herramienta Solver..... | 23 |
| Figura 2. Figura 2. Hoja de cálculo para el uso de razones..... | 24 |

INTRODUCCIÓN

La elaboración de núcleos proteicos cumple un papel de vital importancia en el sector agropecuario, ya que, el 84% de los elementos para la fabricación de alimentos balanceados para animales se genera de los de cultivos de arroz, maíz, frejol, soya, etc., contribuyendo al desarrollo del área agrícola del país (Dezi 2010).

El Banco Central del Ecuador en sus informes del año 2015 sobre sector agrícola sostiene que en cuanto al porcentaje de producción destinado para alimentos balanceados se maximizó un 5%. En lo referente a la distribución interna de cosechas de soya, maíz amarillo, trigo y sorgo es fundamental para poder abastecer este mercado. Pronaca (Productora nacional de alimentos) y AFABA (Asociación ecuatoriana de alimentos balanceados), son los mayores procesadores industriales de alimentos balanceados y por ende sus productos van dirigidos a los sectores piscícolas, camaroneros, porcinos y avícolas (Rogel 2011).

En lo referente a alimentos balanceados es necesario considerar no solamente su importancia para la carga animal sino también para el productor, pues según de su calidad depende la rentabilidad y otros beneficios, tales como: almacenamiento o embodegaje para épocas de escases, ahorro de tiempo para la preparación y sencillez en el manejo para la alimentación de la carga animal (Durhanthon 2009).

Los núcleos proteicos no es otra cosa que la formulación de dietas balanceadas. Por lo general existen diversos métodos en las cuales las materias primas de una forma muy bien establecidas y mezcladas pueden brindar los nutrimentos necesarios que requiere el animal para poder tener un desarrollo sostenible y de alto rendimiento. El método más aplicado es el denominado “programación lineal”, por motivo de que se ajusta la ración diaria también ofrece un equilibrio entre todas las materias primas a aplicarse,

presentando también una minimización en el costo de producción (Chachapoya 2014).

Los cerdos son animales monogástricos y son considerados especies menores, por lo cual esto conlleva a que los elementos que componen ciertos alimentos tengan un bajo nivel de aprovechamiento, ya que se requerirá un elevado consumo de energía para que puedan ser asimiladas por el organismo del animal, es por ello que el proceso de la molinería ayuda con gran efectividad el proceso de asimilación y de digestión de nutrientes dentro del organismo (León 2010).

La elaboración de los núcleos proteicos puede ser ejecutada por el productor para reducir costos, los beneficios generados por los alimentos balanceados permiten satisfacer los requerimientos nutrimentales necesarios para la carga animal y la facilidad de suministración de estos, influyen directamente con el desarrollo del sector porcícola del país (Dezi 2010).

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1 Definición del tema caso de estudio

La presente revisión bibliográfica tiende a recopilar y organizar información y datos pecuarios referentes a la elaboración de núcleos proteicos para la alimentación del ganado porcino, que permita analizar métodos para lograr óptimos resultados en cuanto a la producción de alimento balanceado.

1.2 Planteamiento del problema

Las dietas netamente balanceadas a pesar de que poseen una alta demanda por parte de los pequeños, medianos y grandes productores porcícolas del país tienen un precio muy alto llegando incluso a alcanzar alrededor del 84% dentro del presupuesto total de producción, y por ende el precio de la carne, en este caso de cerdo, presenta costos que se maximizan, e incluso depende también del factor agroindustrial ya que al existir el alza de combustibles o de las tarifas eléctricas el precio de los alimentos balanceados en el mercado también se ven afectados

Por lo cual es necesario conocer los diferentes componentes o materias primas que componen un núcleo proteico para de esta manera puedan ser elaboradas por el mismo productor y así abaratar costos de producción, además de poder brindar una dieta adecuada en las etapas de crecimiento y de engorde en los cerdos.

1.3 Justificación

La calidad de la carga animal está íntimamente relacionada al tipo de nutrición que se les brinde, por ello es fundamental una alimentación compuesta de los nutrientes necesarios para su desarrollo fenológico. En el mercado existen varias clases de alimentos balanceados o núcleos proteicos, pero estos varían de acuerdo a las materias primas de las que están formulados e incluso de las

dosis en su composición, existiendo así una de mejor calidad que otras. Por eso es necesario que el productor conozca los métodos para poder generar núcleos proteicos de excelente calidad y de esta manera pueda ayudarse en la minimización de los costos de producción, y es así como esta investigación busca generar posibles soluciones en lo referente a la dieta del ganado porcino, es decir, poder elaborar núcleos proteicos o mezclas balanceadas sin afectar los componentes nutrimentales que necesitan los porcinos incluyendo además abaratamiento de costos.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Describir la elaboración de núcleos proteicos destinados a la dieta del ganado porcino.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar los beneficios del uso de núcleos proteicos en porcinos.
- Destacar la mejor formulación en la elaboración de núcleos proteicos.

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1 Núcleos proteicos

Las actividades agroindustriales incluyen cadenas alimentarias, por ejemplo: el área agraria con la producción de cultivos de ciclo corto, como; maíz, trigo, sorgo y soya. En cuanto al sector pecuario con la producción de animales y la industria con la transformación de carne y huevos (Dezi 2010).

Alrededor del 80% del maíz que se consume en el Ecuador satisface las necesidades de las empresas que alimentan aves, cerdos, camarones y más. La industria requiere 62% de maíz, 32% de soya, 3% de sorgo y 3% de trigo para la elaboración de núcleos proteicos. El Banco Central del Ecuador (BCE),

informó en el año 2015 que empresas como PRONACA absorbieron el 37,2% del total de las importaciones del cultivo de maíz (Chachapoya 2014).

1.5.2 Los núcleos proteicos y su clasificación

Los núcleos proteicos se clasifican de la siguiente manera:

- **Refinado:** Elaborado a partir de aminoácidos sintéticos que sean químicamente puros, carbohidratos, ácidos grasos, vitaminas y minerales.
- **Semirrefinado:** Posee elementos o ingredientes naturales en estado puro. Es aplicado para determinar la eficacia de los ingredientes del alimento en relación a la conversión alimenticia, requerimientos de peso y tamaño.
- **Práctico:** Basado en elementos asequibles y fácilmente disponibles. El fin de esta elaboración es la de satisfacer los requerimientos nutricionales al menor costo (Maya 2016).

1.5.3 Tipos de mezclas para los núcleos proteicos

Los tipos de mezclas para la elaboración de núcleos proteicos son:

- a) En seco: Es una mezcla o aglomerado de componentes en el que no existe interacción química entre sus elementos. Sus propiedades cambian dependiendo de la composición y pueden depender de la técnica o forma de preparación. Los ingredientes de una "mezcla heterogénea" están separados y pueden considerarse como tales (INATEC 2016).
- b) Peletización: Su preparación es añadiendo vapor a los ingredientes totalmente molidos y mezclados con el fin de hidratarlos a una temperatura de 60-80 °C. Las estructuras cilíndricas (pellets) se forman a partir de la masa caliente y se endurecen cocinándolas en un horno rotatorio. Sus dimensiones dependen del tipo de alimento a preparar (Shimada 2017).
- c) El proceso de forzar una sustancia o mezcla en un molde, lo que da como resultado secciones transversales uniformes de varias formas utilizadas en

alimentos y otras industrias. Este proceso se puede ejecutar en caliente o en frío (Shimada 2017).

1.5.4 La mezcla y su homogeneización

Para lograr una utilización óptima, es importante homogeneizar adecuadamente la mezcla para que tanto los rumiantes como los monogástricos maximicen la absorción y utilización de sus nutrientes. El valor comercial para el fabricante es razonable para lograr el efecto deseado (Porcinas 2022).

a) Mezclado: Consiste en una de las operaciones más importantes en el proceso de elaboración de alimentos balanceados para animales. El propósito es mezclar los ingredientes de manera uniforme para que los animales que consumen este alimento tengan la cantidad adecuada de cada uno de los nutrientes de acuerdo a las necesidades nutricionales requeridas por ellos. Los componentes de una dieta balanceada deben agregarse al mezclador en el siguiente orden:

- Elementos principales (pastas, cereales).
- Elementos traza (vitaminas o premezclas).
- Aditivos (antibióticos, aceleradores, etc.)
- Líquidos (melaza, grasa, etc.)

b) Homogeneización: involucra que, en una dieta completa, este proceso no solo es deseable, sino también necesario para la maximización en la utilización de los nutrientes. El objetivo es que cada ración de una dieta equilibrada contenga la cantidad de cada ingrediente que un nutricionista considere necesario para cada animal. Esto se determina tomando múltiples muestras durante un período de tiempo (Poma 2018).

1.5.5 Caracterización de las materias primas

Las propiedades físicas más preponderantes que son medidas en la compra y venta de materias primas son la humedad y las impurezas. Para la industria de piensos, el 14 % de humedad y el 2 % de contaminación son estándares básicos, pero varían según el tipo de producto. La humedad es un factor fundamental (León 2010)

Los alimentos con bajo contenido de humedad limitan el crecimiento de hongos y patógenos durante el almacenamiento, reducen el tiempo de procesamiento en el proceso de molienda y minimizan la pérdida de peso en el almacenamiento a largo plazo (Pino 2019).

a) Maíz

El maíz es el cultivo de mayor importancia en la alimentación porcina y es generalmente el ingrediente que aporta el mayor contenido energético para la dieta de los cerdos. La estructura de la planta consiste en raíces fibrosas que terminan en una raíz primaria, la cual se desarrolla en un sistema de raíces adventicias. El sistema de raíces adventicias germina al nivel del tallo y varían en tamaño. Las hojas son lanceoladas dispuestas e incrustadas en el tallo, posee dos tipos de flores, es decir, las masculinas y femeninas en un nivel más bajo en donde se desarrollará el fruto, la planta de maíz alcanza una altura de 2,5 a 3 m (Oriol 2019)

Tabla 1. Composición química y digestibilidad del maíz en cerdos

| Maíz, Grano 8,80% PB | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|---|----|------------------------|-----------------------------|---|----|
| | Principales Componentes (%) | | | | Principales Componentes (%) | | |
| | Mé dia | n | DE | | Mé dia | n | DE |
| Materia Seca | 92,6 | - | - | Mat. Orgánica (MO) | 91,3 | - | - |
| Proteína Bruta (PB) | 8,80 | - | - | Coef. Dig. MO Porcinos | 83,0 | - | - |
| Almidón | 66,1 | - | - | MO Dig. Porcinos | 75,8 | - | - |
| Fibra Bruta (FB) | 1,48 | - | - | MO No Dig. Porcinos | 15,5 | - | - |
| Coef. Dig. FB Porcinos | 41,4 | - | - | Extracto Etéreo (EE) | 4,08 | - | - |
| FDN | 11,2 | - | - | Coef. Dig. EE Aves | 92,0 | - | - |
| Coef. Dig. FDN Porcinos | 66,4 | - | - | EE Dig. Aves | 3,75 | - | - |
| FDA | 2,64 | - | - | Coef. Dig. EE Porcinos | 90,0 | - | - |
| Coef. Dig. FDA Porcinos | 68,2 | - | - | EE Dig. Porcinos | 3,67 | - | - |
| Ext. No Nitro. (ENN) | 76,7 | - | - | Ácido Linoleico | 1,78 | - | - |
| Coef. Dig. ENN Aves | 88,0 | - | - | Ácido Linoléico | 0,03 | - | - |
| ENN Dig. Aves | 67,5 | - | - | | | | |
| ENN No Dig.+ FB Aves | 10,7 | - | - | | | | |

Tomado: Rostagno, H. S. (2017). *Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos*. Brasil:

Universidad Federal de Viçosa. p 84,149,203,223.

b) Soya

Las semillas de soya son similares a la mayoría de las leguminosas, se desarrollan en una vaina y prácticamente no tienen saco embrionario, sino que tienen una cubierta o cáscara de semilla que es común en semillas de este tipo con embriones muy grandes. Se puede mencionar que el tamaño de la semilla está determinado por rasgos genéticos y ambientales (Digital 2022).

La harina de soya es uno de los insumos más requeridos para la producción de alimentos para animales. Dentro de la fórmula, constituye del 15 al 30 % y se clasifica por su alto contenido de proteínas de hasta el 48 %.

La soya no se produce a gran escala en el país. La mayor parte es importada y su costo es alto por motivo de la demanda internacional de propiedades que pueden usarse como biocombustibles (Dezi 2010).

Tabla 2. Composición química y digestibilidad de soya en cerdos

| Soja, Harina 48% PB | | | | | | | | |
|------------------------------------|---------------|----------|-----------|------------------------|---------------|----------|-----------|--|
| Principales Componentes (%) | | | | | | | | |
| | Mé dia | n | DE | | Mé dia | n | DE | |
| Materia Seca | 88,8 | 57 | 1,18 | Mat. Orgánica (MO) | 82,8 | - | - | |
| Proteína Bruta (PB) | 48,1 | 37 | 0,82 | Coef. Dig. MO Porcinos | 83,0 | - | - | |
| Almidón | 3,00 | 1 | - | MO Dig. Porcinos | 68,6 | - | - | |
| Fibra Bruta (FB) | 4,58 | 26 | 0,64 | MO No Dig. Porcinos | 14,1 | - | - | |
| Coef. Dig. FB Porcinos | 68,6 | 1 | - | Extracto Etéreo (EE) | 1,83 | 44 | 0,58 | |
| FDN | 14,9 | 1 | - | Coef. Dig. EE Aves | 50,0 | 1 | - | |
| Coef. Dig. FDN Porcinos | 82,6 | 1 | - | EE Dig. Aves | 0,92 | - | - | |
| FDA | 12,3 | 1 | - | Coef. Dig. EE Porcinos | 60,0 | 1 | - | |
| Coef. Dig. FDA Porcinos | 77,7 | 1 | - | EE Dig. Porcinos | 1,10 | - | - | |
| Ext. No Nitro. (ENN) | 28,2 | - | - | Ácido Linoleico | 0,77 | 1 | - | |
| Coef. Dig. ENN Aves | 27,0 | - | - | Ácido Linolénico | 0,10 | - | - | |
| ENN Dig. Aves | 7,61 | - | - | | | | | |
| ENN No Dig.+ FB Aves | 25,2 | - | - | | | | | |

Tomado: Rostagno, H. S. (2017). *Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos*. Brasil: Universidad Federal de Viçosa. p 84,149,203,223.

c) Afrecho de trigo

Es la culminación de la molienda de los granos de trigo y es un ingrediente importante en la formulación de este producto alimenticio, tiene un contenido proteico del 10-15% y contiene cantidades importantes de fósforo "P" y vitaminas del grupo B (Chachapoya 2014).

En lo referente a los derivados del trigo son muy apreciados para la alimentación de los cerdos debido a su alto porcentaje de fibra que mejora la digestión cuando se trata previamente debido a las propiedades nutricionales (Pooli 2018).

Tabla 3. Composición química y digestibilidad del trigo en cerdos

Trigo, Grano

| Principales Componentes (%) | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------|---|------|------------------------|--------|---|------|--|
| | Mé dia | n | DE | | Mé dia | n | DE | |
| Materia Seca | 87,5 | 5 | 0,71 | Mat. Orgánica (MO) | 85,9 | - | - | |
| Proteína Bruta (PB) | 11,5 | 5 | 0,63 | Coef. Dig. MO Porcinos | 87,7 | - | - | |
| Almidón | 56,7 | 4 | 3,10 | MO Dig. Porcinos | 75,3 | - | - | |
| Fibra Bruta (FB) | 2,37 | 5 | 0,13 | MO No Dig. Porcinos | 10,6 | - | - | |
| Coef. Dig. FB Porcinos | - | - | - | Extracto Etéreo (EE) | 1,61 | 5 | 0,16 | |
| FDN | 11,32 | 5 | 1,39 | Coef. Dig. EE Aves | 68,0 | 2 | 0,00 | |
| Coef. Dig. FDN Porcinos | - | - | - | EE Dig. Aves | 1,09 | - | - | |
| FDA | 3,09 | 5 | 0,32 | Coef. Dig. EE Porcinos | 70,0 | 2 | 0,00 | |
| Coef. Dig. FDA Porcinos | - | - | - | EE Dig. Porcinos | 1,13 | - | - | |
| Ext. No Nitro. (ENN) | 70,4 | - | - | Ácido Linoleico | 0,68 | 2 | 0,00 | |
| Coef. Dig. ENN Aves | 86,0 | - | - | Ácido Linoléico | - | - | - | |
| ENN Dig. Aves | 68,5 | - | - | | | | | |
| ENN No Dig.+ FB Aves | 12,2 | - | - | | | | | |

Tomado: Rostagno, H. S. (2017). *Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos*. Brasil: Universidad Federal de Viçosa. p 84,149,203,223.

d) Polvillo

Resulta de moles granos hasta convertirlos en un polvo fino el cual es más digerible que el propio grano. El arroz *Oriza sativa* es una planta anual con un tallo redondo y hueco. Es altamente digestible (Chachapoya 2014).

Tabla 4. Composición química y digestibilidad del polvillo de arroz en cerdos

| Principales Componentes (%) | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------|----|------|------------------------|--------|---|------|--|
| | Mé dia | n | DE | | Mé dia | n | DE | |
| Materia Seca | 88,4 | 11 | 1,86 | Mat. Orgánica (MO) | 87,5 | - | - | |
| Proteína Bruta (PB) | 8,34 | 11 | 0,44 | Coef. Dig. MO Porcinos | 93,1 | - | - | |
| Almidón | 74,9 | 5 | 1,29 | MO Dig. Porcinos | 81,5 | - | - | |
| Fibra Bruta (FB) | 0,60 | 7 | 0,24 | MO No Dig. Porcinos | 6,04 | - | - | |
| Coef. Dig. FB Porcinos | - | - | - | Extracto Etéreo (EE) | 1,21 | 6 | 0,05 | |
| FDN | 6,33 | 7 | 2,81 | Coef. Dig. EE Aves | 84,0 | 2 | 5,66 | |
| Coef. Dig. FDN Porcinos | 14,5 | 2 | 0,03 | EE Dig. Aves | 1,02 | - | - | |
| FDA | 6,53 | 5 | 1,78 | Coef. Dig. EE Porcinos | 86,0 | 2 | 0,02 | |
| Coef. Dig. FDA Porcinos | 93,0 | 2 | 0,01 | EE Dig. Porcinos | 1,04 | - | - | |
| Ext. No Nitro. (ENN) | 77,4 | - | - | Ácido Linoleico | 0,37 | 3 | 0,03 | |
| Coef. Dig. ENN Aves | 89,0 | - | - | Ácido Linoléico | 0,14 | 3 | 0,1 | |
| ENN Dig. Aves | 68,9 | - | - | | | | | |
| ENN No Dig.+ FB Aves | 8,50 | - | - | | | | | |

Rostagno, H. S. (2017). Rostagno, H. S. (2017). *Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos*. Brasil: Universidad Federal de Viçosa. p 84,149,203,223.

e) Melaza

La melaza, o jarabe de caña de azúcar, es un producto viscoso elaborado a partir de la caña de azúcar. Un color marrón muy oscuro, similar a la miel. Es dulce y el regusto es ligeramente amargo (Chachapoya 2014).

La melaza de caña de azúcar tiene hasta un °Brix normal de 79,5 y pesa 1,39 kg por litro. La melaza se utiliza en forrajes como agente aromatizante. Debido a su efecto laxante, no se recomienda una ingesta dietética excesiva.

Tabla 5. Composición química y digestibilidad de la melaza en cerdos

Caña de Azúcar Melaza

| | Principales Componentes (%) | | | | Principales Componentes (%) | | |
|-------------------------|-----------------------------|---|----|------------------------|-----------------------------|---|----|
| | Média | n | DE | | Média | n | DE |
| Materia Seca | 73,9 | 1 | - | Mat. Orgánica (MO) | 65,2 | - | - |
| Proteína Bruta (PB) | 3,66 | 1 | - | Coef. Dig. MO Porcinos | - | - | - |
| Almidón | - | - | - | MO Dig. Porcinos | - | - | - |
| Fibra Bruta (FB) | 2,46 | 1 | - | MO No Dig. Porcinos | - | - | - |
| Coef. Dig. FB Porcinos | - | - | - | Extracto Etéreo (EE) | 0,10 | - | - |
| FDN | - | - | - | Coef. Dig. EE Aves | - | - | - |
| Coef. Dig. FDN Porcinos | - | - | - | EE Dig. Aves | - | - | - |
| FDA | - | - | - | Coef. Dig. EE Porcinos | - | - | - |
| Coef. Dig. FDA Porcinos | - | - | - | EE Dig. Porcinos | - | - | - |
| Ext. No Nitro. (ENN) | 58,9 | - | - | Ácido Linoleico | - | - | - |
| Coef. Dig. ENN Aves | - | - | - | Ácido Linoléico | - | - | - |
| ENN Dig. Aves | - | - | - | | | | |
| ENN No Dig.+ FB Aves | - | - | - | | | | |

Tomado: Rostagno, H. S. (2017). *Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos*. Brasil: Universidad Federal de Viçosa. p 84,149,203,223.

f) Aceite natural de palma africana

De las semillas de palma se extrae el aceite crudo. La palma africana es muy aplicada en dietas por su gran valor energético y es conocida como aceite rojo por su elevado contenido en betacaroteno (Agri-Resources 2021).

g) Sal

Crea problemas como la retención de líquidos si se toma en exceso, pero es necesario porque posee calcio, magnesio y manganeso. La sal naturalmente

no tiene calorías, su principal función está relacionada con el paladar, realza el sabor de las comidas, además tiene otras funciones como el de conservar alimentos. Previene la salivación excesiva, previene los espasmos musculares, etc (Shimada 2017).

1.5.6 Nutrición animal

Nutrición es una serie de métodos en los cuales el animal consume y utiliza todo lo suministrado para su mantenimiento, desarrollo y a su vez en la producción y reproducción. Lo cual es diferente a las plantas, cuyo proceso es diferente, pues solo absorben materiales inorgánicos, como pueden ser el oxígeno y a su vez los fertilizantes (INATEC 2016).

La alimentación en los porcinos se ha modificado con el paso del tiempo, pues ha dejado de ser artesanal. En la actualidad, la alimentación tiene fundamentos fenológicos y fenométricos. Se puede decir que estos principios sirven tanto para un sistema pastoril, así como para un sistema hecha para estabulación (SANTINI 2014).

La nutrición es un tema importante por lo que es necesario conocer el proceso de adquisición y asimilación de los alimentos”. pues de este factor radica el desarrollo fenométrico en el caso de los cerdos (Vidal 2017).

En lo pecuario, la alimentación correcta de los animales no es otra cosa que la de satisfacer necesidades nutrimentales y en saber aprovechar los nutrientes en su cuerpo para realizar sus funciones básicas, al tiempo que mejora las condiciones de producción, tales como: Carne, leche, huevos o fibra. Los nutrientes esenciales incluyen proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales. Todos estos aspectos se reflejan en el crecimiento, producción, multiplicación y mantenimiento (León 2010)

Existen factores que regulan la alimentación, por ejemplo:

- Niveles de energía: Los animales consumen hasta estar satisfechos.
- Ingesta de proteínas en la dieta: si la dieta es baja en proteínas, la ingesta de alimento aumentará.

- Palatabilidad de los alimentos: El sabor, olor, textura, temperatura y consistencia de los alimentos, y cuando los alimentos no son muy sabrosos se reduce el consumo.
- Presencia de toxinas: mecanismos de defensa o prevención cuando los alimentos tienen un sabor extraño
- Capacidad Gastrointestinal: Cada especie animal tiene sus propias características morfológicas y se alimenta a su máxima capacidad.
- Digestibilidad del alimento: Cuanto mayor sea la digestibilidad del alimento, más fácilmente los nutrientes son absorbidos por el cuerpo y más rápido se excretan del tracto digestivo, aumentando así el apetito del animal.
- Temperatura ambiente: En general el consumo de balanceado disminuye cuando la temperatura supera los 25 °C (Rogel 2021).

1.5.7 Requerimientos nutricionales en porcinos

La genética de los cerdos en el transcurso de los últimos años ha sufrido grandes cambios y por ende eso ha repercutido que haya cambios en la alimentación, pues obligadamente si hay cambios en la genética deben existir cambios en la nutrición animal, para poder lograr todos los requerimientos y una mejor rentabilidad, pues el animal al obtener mejor tamaño y peso mediante la manipulación genética debe ser solventado también con una mejor alimentación (Pooli 2018).

El objetivo de la creación de núcleos proteicos es obtener un alimento que posea nutrientes necesarios que suministre los requerimientos genéticos, para ellos hay que considerar las condiciones fenológicas del cerdo, además el aspecto sanitario, también los aspectos ambientales, manejo o direccionamiento y producción (Pooli 2018).

Los porcinos son mamíferos omnívoros y su alimentación puede ser con plantas como de animales. Por tanto, sus facetas de desarrollo, crecimiento y engorde requieren una dieta equilibrada de aminoácidos, minerales y vitaminas y un aporte constante de agua. La dieta debe considerar aspectos fenotípicos

como la raza y factores meteorológicos como la temperatura ambiente y la humedad relativa para promover una ingesta óptima de alimentos sin causar malestar fisiológico (León 2010).

Si bien los cerdos son animales de sangre caliente, su temperatura corporal está regulada por termotransferencia, por ello, en climas cálidos es indispensable regular el consumo de miel, en climas fríos favorece la producción de energía y a su vez el aumento del consumo de grasas lo cual altera el equilibrio térmico, generando una maximización de las reservas de lípidos (VIDAL 2022).

a. Tipos de producción o categorías

Según Chachapoya (2014), en cuanto a los tipos de producción indica lo siguiente.

1) Cerdos de engorde: los cerdos para alimento presentan cuatro etapas:

- Etapa de destete (primera edad) va a partir de los 21 (3 semanas) hasta los 28 días (4 semanas) en caso de destete temprano. El peso total en esta etapa es de 5 a 10 kg,
- Etapa de pos-destete (segunda edad) parte desde los 28 días (4 semanas) hasta los 40 días (6 semanas) de edad. El peso total va desde 10 a 25 kg.
- Etapa de cebo «crecimiento» corresponde desde los 25 hasta los 60 kg de peso total.
- Etapa de cebo «acabado» corresponde desde los 60 kg hasta el faenamiento, lo cual es cuando alcanzan los 120 kg de peso total.

2) Cerdos reproductores: En cuanto a los cerdos reproductores y a las cerdas gestantes y lactantes se alimentan según su peso.

Por lo general, los cerdos no receptan fácilmente los cambios en la dieta, por lo que estos cambios deben realizarse con la menor frecuencia posible y cualquier cambio debe ser gradual (Poma 2018).

En cerdas reproductoras específicamente durante la gestación la alimentación es muy similar al tipo de alimentación del verraco. Pero, en el último mes su nutrición deberá ser reforzada con proteínas, entre 1,5 Kg a 3,1 Kg por cada día (FAO 2020).

3) Preinicio: Se debe suministrar con balanceado de inicio cuyo contenido proteico sea del 24% y a su vez el cual debe ser reforzado con vitaminas y minerales.

4) Inicio: El contenido proteico de este alimento debe poseer entre el 18 al 20% de proteína.

5) Desarrollo: El concentrado para cerdos en desarrollo debe poseer hasta el 14% de proteína.

6) Hembras en periodo de lactación: Diariamente a la hembra en estado de lactación debe ser alimentada con 1.5 Kg de alimento concentrado el cual debe tener entre 11 y 13% de proteína despues del parto y a su vez alimentar con contenido de alto nivel energético para aumentar la producción de leche y minimizar las pérdida de peso.

7) Verracos: Su alimentación debe ser de menos energía pero mayor suministro de proteína de alrededor del 17%.

8) Cerdas en reposición: Su alimentación debe ser como si fuesen animales de cebo de hasta 100Kg, y a su vez con alimentos más diluidos para evirar la creación excesiva de grasa (INATEC 2016).

b. Motivos para una excelente alimentación porcina

1. La alimentación representa el más alto costo dentro del costo de producción, pues esto equivale entre el 66 y hasta el 85%.
2. Se puede decir que la genética y la alimentación juegan un papel preponderante en cuanto a la calidad del hato porcícola.
3. El sistema digestivo del cerdo no reconoce algunos nutrientes, en su mayoría a las proteínas sobre todo en etapa de engorde.

4. Para obtener el mayor tamaño y peso es necesario brindarle al animal todos los requerimientos nutricionales (Rogel 2021).

c. **Materia prima para alimentación de cerdos**

Materia prima: la materia prima es una serie de ingredientes de diversos orígenes, los cuales que dependiendo las características de sus componentes químicos y físicos pueden ser utilizados en los requerimientos alimenticios de los cerdos.

En la materia prima se puede considerar lo siguiente:

1. **Proteicos:** Las proteínas son estructuras muy complejas, su componente principal son los aminoácidos, los cuales son diversos con diferentes funciones, se aplican en las mezclas alimenticias ya que los cerdos no pueden sintetizarla por sí mismo. Los aminoácidos cumplen su función directamente en el metabolismo del animal, partiendo desde la herencia en su DNA hasta la formación de los músculos (INTA 2016).

Los aminoácidos más importantes son:

- Fenilalanina
- Arginina
- Valina
- Histidina
- Isoleucina
- Cistina y metionina
- Triptófano
- Treonina
- Lisina

Además, las proteínas también pueden tener 2 tipos de orígenes, como:

- a. Origen animal: Son originarios de animales como subproductos.
- b. Origen vegetal: Son subproductos de plantas, siendo las más sobresalientes debido a sus componentes la soya y el girasol. Las

proteínas de origen animal, pueden presentar a su vez dos factores, los cuales son:

- Factores antinutricionales: se puede decir que son sustancias vegetales sin fibra.
- Inhibidores de enzimas proteasas: Son proteínas inhibidoras de las enzimas quimiotripsina y tripsina, las cuales se relacionan directamente con el sistema digestivo de los animales (Campabadal 2009)

2. Energéticos:

Los productores de energía, pueden ser:

- a. Hidratos de carbono: estos poseen características químicas complejas, y son los generadores energéticos más importantes en la alimentación porcina.
- b. Cereales: son de origen vegetal, siendo el maíz el más usado en el planeta para la nutrición de los cerdos.
- c. Lípidos: Aportan por lo general alrededor de 2,25 más energía que los mismos Hidratos de carbono
- d. Fibra: Vienen directamente de vegetales, por motivos de que forman parte de estructura fenológicas y fenométricas, los componentes primordiales de las fibras son la lignina, la hemicelulosa y la celulosa. Las cantidades de fibra en los alimentos para los cerdos deben ser muy bajos, pues su exageración minimiza la absorción de nutrientes y aceleran la velocidad de la digestión, lo cual puede generar que los cerdos bajen de peso muy rápido (Campabadal 2009).

Hay que considerar también lo que son las vitaminas y el agua como elementos indispensables para el crecimiento animal.

1.5.8 Metodologías para formular dietas balanceadas o núcleos proteicos

Los porcinos deben ser alimentados con alimentos concentrados, específicamente con cereales, proteínas de origen vegetal, como lo es en el caso de la soya. Por lo general la harina de carne no es permitida, pues incluso en ciertos países del mundo hasta ciertos antibióticos están prohibidos o sino están bajo un control muy estricto (Porcinas 2022).

La alimentación de los porcinos es muy importante, pues de ella depende la calidad del hato y también la rentabilidad económica, esta alimentación puede representar hasta un 85% de los costos, por tal razón el productor debe conocer aportes técnicos sobre producción animal en cuanto a la nutrición de cerdos (Campabadal 2009)

La alimentación animal es desde el punto de vista económico el mayor factor de costo en la cría de animales, y su costeo determina el éxito en lo referente a los sistemas o métodos de producción animal

Los errores de cálculo del alimento o las imprecisiones en los cálculos del alimento, con el tiempo, contribuyen a disminuir el nivel de productividad de los animales que son genéticamente adecuados para una óptima reproducción. En cuanto a la elaboración de fórmulas para raciones alimenticias en su contexto significa "ajustar la cantidad de un ingrediente deseado en una ración de modo que el porcentaje de nutrientes o materia seca del alimento por unidad de peso satisfaga las necesidades del animal" (SANTINI 2014).

Para realizar el cálculo de raciones, se debe comprender lo siguientes:

- Con raciones equilibradas, es posible generar una producción que corresponda a la calidad genética del animal.
- La producción económica se puede realizar mediante un suministro adecuado. Pues vale indicar que la alimentación representa en el costo de producción el costo más elevado.
- Solo los animales bien alimentados pueden lograr su máximo nivel de explotación correspondiente a su genética.

Para realizar formulaciones básicas es necesario conocer:

- Necesidades nutricionales de los animales.
- Disponibilidad de alimentos
- Tipos de raciones;
- Consumo estimado de balanceado.

La técnica del balance sobre raciones alimenticias se desarrolla con ejemplos sencillos y otros más elaborados. Hay muchas formas de equilibrar las raciones, desde las más sencillas hasta las más complejas y técnicas (León, 2010)

1.5.9 Métodos de formulaciones

La forma más fácil de calcular las raciones de alimento es mediante prueba y error utilizando métodos de programación lineal utilizados en la formulación científica de alimentos (Durhanthon 2009)

a) Prueba y error

Es uno de los métodos que más se practica para equilibrar raciones debido a su simple enfoque y operación. Se caracteriza por la baja utilización de comida y de nutrientes. Sin embargo, si usa una hoja de cálculo matemático, este método puede ser muy útil ya que puede equilibrarlo con 10-15 alimentos y ajustar alrededor de 6 nutrientes (Clase 2012).

b) Ecuaciones simultaneas

Este método utiliza el álgebra con el fin de calcular raciones alimenticias y esta solución matemática propone un sistema de ecuaciones lineales en el que los alimentos están representados por variables que representan raciones alimenticias.

Por ejemplo:

Se tiene 2 elementos, el primero es maíz y el segundo es soya, los contenidos proteicos son de 8,8% y 45% para la otra. Se requiere una dieta con el 15% de PC. (Clase 2012).

Los valores se expresan por Kilogramos:

$$X + Y = 1.00 \dots (1)$$

$$0.088X + 0.45Y = 0.15 \dots (2)$$

Donde:

X = MG en la mezcla.

Y = TS en la mezcla.

En la columna 1 se representa al Maíz y la segunda columna a la soya. La 1era fórmula no es otra cosa que la mezcla final igualada a la unidad, y a su vez está multiplicada por 100, nos dará como resultado el 100% que no es otra cosa que la mezcla requerida. En la fórmula 2 señala los niveles de proteína, y estos son igualados a 0.15 (15%) que es lo recomendable.

- Para poder ejecutar este sistema, la ecuación o formulación (1) se debe multiplicar por -0.088 para de esta manera eliminar una de las variables que es incógnita

$$-0.088X - 0.088Y = -0.088$$

$$0.088X + 0.450Y = 0.150$$

$$\text{-----}$$
$$0.450Y - 0.088Y = 0.062$$

$$Y = 0.1713$$

- Reemplazando en la ecuación (1):

$$X + 0.1713 = 1.00$$

$$X = 0.8287$$

De esta manera se debe multiplicar por 100 para volver a expresarse en porcentaje

$$X = (0.8287)100 = 82.87\%$$

$$Y = (0.1713)100 = 17.13\%$$

$$\text{-----}$$
$$100.00\%$$

Por lo tanto, el resultado obtenido necesita ser comprobado en cuanto al contenido de proteína, para ello se debe multiplicar el contenido de proteína co

el porcentaje en la ración, de esta forma debe dar como resultado el 15% requerido:

$$\begin{aligned}(0.088 * 0.8287)100 &= 7.29 \\ (0.450 * 0.1713)100 &= 7.71 \\ 7.29 + 7.71 &= 15\%\end{aligned}$$

Con este ejemplo se puede comprobar lo correcto del método algebraico en la formulación de raciones balanceadas, obteniéndose de esta manera 82.87% de Maíz y 17.13% de soya, sumando los dos es igual a la cantidad final de 100%.

c) Cuadrado de Pearson

Se pueden mezclar hasta 6 ingredientes con varias concentraciones de nutrientes para lograr obtener una mezcla de concentración requerida (proteína, energía). Un ejemplo simple es cuando los nutrientes, las proteínas o la energía están en equilibrio, generalmente considerando dos componentes en el desarrollo del proceso. Este proceso da la oportunidad de crear raciones con más cantidad de ingredientes y nutrientes, y por ello las raciones se preparan con más cuidado (Clase 2012).

d) Programación lineal

La ración o mezcla menos costosa se equilibra con la disponibilidad de nutrientes de las fuentes de menor precio y a su vez satisfactorias para proporcionar las cantidades requeridas de varios nutrientes clave. En este método es importante considerar varios aspectos que pueden determinar su uso, así:

- Los núcleos proteicos corresponden entre el 60 y el 80 % de los costos en los sistemas de producción para la cría de animales.
- Los animales no pueden alcanzar genéticamente todo su potencial si no se les alimenta adecuadamente.
- Se utiliza alimento que no solo satisface las necesidades del animal, sino que también cueste la menor cantidad de dinero.

- Considerando los costos de energía, se alcanza un alto grado de complejidad cuando se debe combinar balance y balance de costo mínimo. En este caso recurrimos a técnicas de mejoras como la programación lineal (Dezi 2010).

a. Ejemplo de CUADRADO DE PEARSON

Según Clase (2012), se necesita una mezcla de alimento balanceado que tenga 20% PC, teniendo Cebada al 11.5% PC y Harina de pescado con 65% PC. El desarrollo de este método está regulado a:

El contenido de nutrientes de un alimento debe ser superior a (HP=65% PC) al requerido (20%), y otro inferior (CG=11.5% PC).

Se organizan los datos (ilustración), disminuyendo el menor valor del mayor. (20- 11.5 y 65-20).

Finalmente se tiene la mezcla deseada y el contenido proteico ajustado: $(0.115 * 0.8411)100 = 9.67\%$ $(0.65 * 0.1589)100 = 10.33\%$

El método también permite realizar raciones con mayor número de ingredientes y nutrientes, teniéndose mayor cuidado en elaborar la ración.

Cuadro 1. Cuadrado de Pearson simple

| | | Partes | Porcentaje |
|----------------------------|-----------|-------------|---------------|
| Cebada grano = 11.5 | | 45.0 | 84.11 |
| | 20 | | |
| | | | |
| Hna. pescado = 65 | | 8.5 | 15.89 |
| | | 53.5 | 100.00 |

Cuadro 2. Cuadrado de Pearson simple

| Alimentos | % | PC, % |
|---------------------|---------------|--------------|
| Cebada grano | 84.11 | 9.67 |
| Hna. pescado | 15.89 | 10.33 |
| Total | 100.00 | 20.00 |

Cuadro 1 y 2,. Tomado: Clase. (2012). MÉTODOS DE FORMULACIÓN DE RACIONES. Obtenido de

<https://eliasnutri.files.wordpress.com/2012/04/clase-b-taller-2012-i-modo-de-compatibilidad.pdf>

b. Parámetros de Solver

En el desarrollo de la programación lineal, el uso de herramientas como Solver es muy necesario, porque es el de más fácil manejo.

Para su ejecución Solver necesita la definición la estructuración de celdas con variables cambiantes, celda objetivo y a su vez restricciones.

Figura 1. Ventana de herramienta Solver



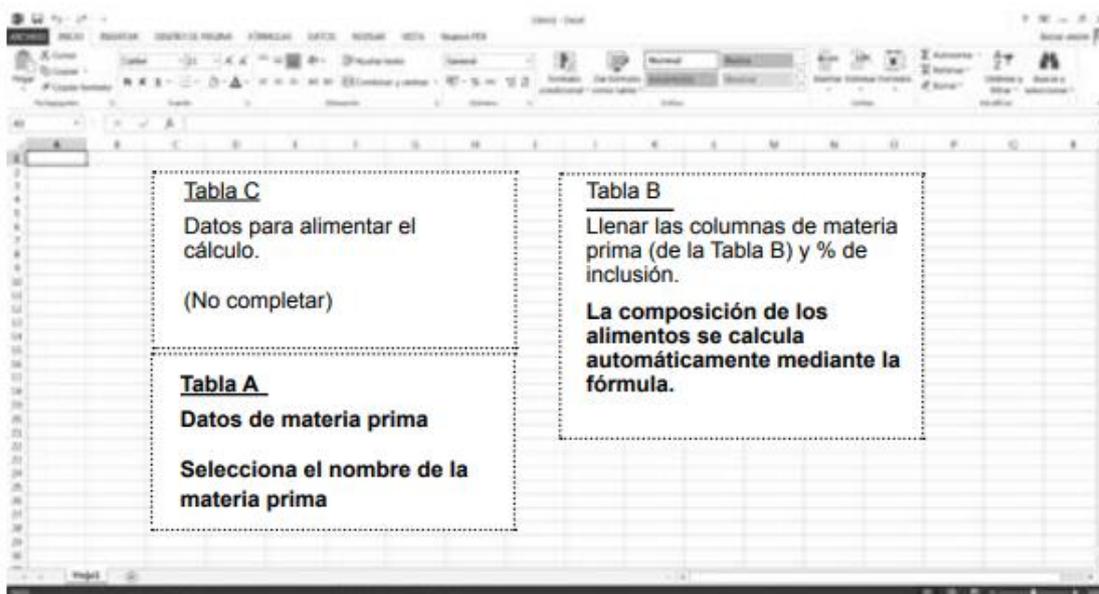
Tomado: Quim, R. A. (Diciembre de 2005). *Elaboración de un modelo de programación lineal para la planificación de producción de productos de cerdo en la Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas de la EAP, Zamorano*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/fcf49e98-ab3d-43c7-938f-5b56ff4f7617/content>

- a. Celda objetivo: su trabajo es de minimizar o maximizar durante el desarrollo del ejercicio y no es otra cosa que la sumatoria de márgenes.
- b. Celdas cambiantes: son las que Solver usa para enfocarse en simular el desarrollo de un ejercicio
- c. Restricciones: No son otras cosas que todas las limitantes que usa solver en el momento de la simulación de un ejercicio (Quim 2005).

Características de Solver:

1. Área de desposte: Tiene gran importancia en el proceso y es parte de las celdas cambiantes.
2. Volumen de producción: Se relaciona con el volumen, el cual es parte de las celdas cambiantes.
3. Hojas de resultados: Es una hoja de cálculo en donde se reflejan los resultados que emite el programa de programación lineal después de la simulación (Quim 2005).

Figura 2. Hoja de cálculo para el uso de raciones



Tomado: INATEC. (2016). *Manual del protagonista: Nutrición animal*. Obtenido de <https://www.biopasos.com/documentos/087.pdf>

C. Procedimiento para la elaboración de alimentos balanceados

Según INATEC (2016), mediante la ejecución de núcleos proteicos se pueden brindar raciones basadas en los requerimientos nutricionales necesarios para los animales.

Para la elaboración de núcleos proteicos se deben seguir los siguientes pasos:

1. Almacenamiento de materia prima

Tiene como finalidad almacenar por un determinado tiempo los elementos necesarios para la elaboración de los concentrados o núcleos proteicos.

Por lo general los granos (maíz, sorgo, soya) y harinas (harina de pescado, harina de soya, harina de carne) se almacenan en sacos.

2. Limpieza de materia prima

Se la hace de forma manual o con maquinaria, dependiendo del caso o del volumen. De esta manera se limpia el producto para asegurar la calidad del mismo quitando cuerpos extraños.

3. Formulación

Para la formulación de debe considerar lo siguiente:

- Considerar los requerimientos fenológicos y fenométricos de cada especie para particularizar los ingredientes.
- Identificar la calidad de los ingredientes según la época, proveedores y constancia de los productos que estén en el mercado.
- Determinar los niveles nutrimentales de cada ingrediente.
- Especificar el precio de cada uno de los ingredientes
- Conocer las limitantes de cada uno de los ingredientes y planificar según la ración más barata.
- Reconocer el nivel de palatabilidad en los animales de los ingredientes.
- Ejecutarla metodología más conveniente.

4. Dosificación

Este proceso ayuda medir las cantidades de los ingredientes para realizar una cierta cantidad de alimento antes de la molienda y del mezclado de todos los elementos. Estas cantidades dependen de la formulación y por ello debe ser respetada estrictamente.

Las dosificaciones se pueden hacer por opciones (Ver anexos)

5. Molienda

La molienda no es otra cosa que triturar los granos en porciones más pequeñas haciendo que se vuelvan polvo o harina, para de esta manera hacer más sencilla la mezcla de los elementos, la molienda ayuda a tener un buen sabor y maximiza beneficiarse de los nutrientes de los granos en el sistema digestivo de los animales.

Las herramientas más aplicadas durante la molienda es el molino de martillos.

6. Mezclado

Brinda una mejor interacción entre los ingredientes, puede ser de forma manual o mecánica para lograr un producto totalmente homogéneo, el cual pueda ser aceptado por el hato de animales.

Para realizar una buena mezcla se deben respetar los parámetros originados de los requerimientos nutricionales de las formulaciones, y a su vez medidas y pesos de las dosificaciones.

7. Empacado

Después de la mezcla se ejecuta el empacado, el cual debe ser hecho herméticamente, considerando; luz, oxígeno y humedad. Y por último se debe considerar la colocación de la etiqueta, en la cual irán las características del producto.

d. Fórmula de alimentos para cerdos en etapa de crecimiento

| Ingredientes | Cantidad Kg |
|--------------|-------------|
| Maíz | 28 |
| Sorgo | 27 |
| Soya | 18 |
| Semolina | 15 |
| Melaza | 7 |
| Sal mineral | 4 |
| Sal común | 1 |
| TOTAL | 100 |

Tomado: Yerbez, M. (2016). *Guía de granja*. Obtenido de Fórmula para Preparar Alimento para Cerdos: <https://guiadegranja.com/formula-para-preparar-alimento-para-cerdos-pdf/#como-hacer-alimento-para-cerdos-en-crecimiento>

Esta fórmula cumple con las necesidades nutrimentales de los cerdos ya que contiene los niveles de energía, proteínas y grasas necesarias para esta fase de desarrollo del cerdo y es empleada para cerdos que pesan desde los 20 Kg en adelante o a su vez desde que poseen 10 semanas de edad.

Específicamente esta fórmula debe ser quitada en la dieta de los cerdos cuando estos alcanzan los 41 kg de peso vivo, la intención de esta dieta pretende hacer crecer al cerdo como sus características genéticas lo permitan (Yerbez 2016).

e. Fórmula de alimentos para cerdos en etapa de crecimiento

| Ingredientes | Cantidad Kg |
|---------------------|-------------|
| Salvado de maíz | 30 |
| Harina de moringa | 20,18 |
| Harina de maíz | 17 |
| Harina de coquito | 10 |
| Harina de trigo | 9,7 |
| Aceite vegetal | 10,5 |
| Lisina | 0,14 |
| Phosbic | 0,52 |
| Carbonato de Calcio | 0,79 |
| Sal común | 0,3 |
| TOTAL | 100 |

Tomado: Yerbez, M. (2016). *Guía de granja*. Obtenido de Fórmula para Preparar Alimento para Cerdos: <https://guiadegranja.com/formula-para-preparar-alimento-para-cerdos-pdf/#como-hacer-alimento-para-cerdos-en-crecimiento>

Esta receta es para cerdos desde los 40 Kg hasta que obtengan las características comerciales aceptables para la venta, las mezclas de alimento para crecimiento y engorde tienen un alto nivel de parentesco, pues su objetivo primordial es el de aumentar el tamaño de los cerdos (Yerbez 2016).

Para mi criterio, esta es la mejor formulación para la etapa de engorde o acabado en los cerdos ya que cumple con sus requerimientos nutricionales tanto de proteína como de grasas que este necesita, para dar su máximo potencial de conversión y obtener rentabilidad para los productores.

1.6 Hipótesis

Ha: La elaboración de núcleos proteicos para la alimentación del ganado porcino representa un método necesario y beneficioso para la crianza animal

H0: La elaboración de núcleos proteicos para la alimentación del ganado porcino no representa un método necesario y beneficioso para la crianza animal

1.7 Metodología de la investigación

La investigación titulada “Elaboración de núcleos proteicos para la alimentación del ganado porcino”, abarca variables como; conjunción, esquematización u ordenamiento y a su vez el análisis de varias investigaciones o síntesis científicas, monografías, tesis de grado y postgrado, las mismas que están relacionadas al tema en estudio para lograr un enfoque claro y directo en la redacción de la tesina.

La estructuración técnica y académica de la investigación conllevó los meses de junio hasta agosto. En lo referente al método que se aplicó es basado específicamente en la interpretación y análisis de posturas de carácter científicas de forma objetiva, ya que de esta manera se logró obtener respuestas claras de papers, libros, blogs. Una vez reunida toda la información y consensuadamente ordenada se determinó válido el tema investigado y considerarlo como un documento útil.

Vale indicar que este documento es de tipo Bibliográfico y por lo tanto no es experimental.

En cuanto en la ejecución de este documento técnico se consideró registrar alternativas de carácter definido para direccionarlo a un esquema basado en citas bibliográficas

CAPÍTULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

Lo escasos de conocimiento relacionada a las fuentes de alimentación y energías que colaboran al desarrollo de los porcinos, limitan a los productores de la zona, por ende, se da como resultado que no haya cambios en cuanto a la manera de criar a los animales, siendo perjudicado el bolsillo del porcicultor, ya que el crecimiento de los cerdos se retrasa.

La poca información de nuevas recetas o dietas alimenticias que les sería útil a los pequeños porcicultores es la razón por la que se mantiene técnicas tradicionales en cuanto a la alimentación del hato, esto conlleva directamente a un aumento en los factores de producción, por motivo de que el productor compra directamente el alimento en tiendas y negocios para poder solventar el déficit alimenticio en sus animales. Es por estas razones que se han buscado posibles soluciones que ayuden a la crianza de los animales, partiendo desde su alimentación.

La elaboración de alimentos balanceados o núcleos proteicos genera duda o temor en los productores, puesto que tienen mayor confianza en productos ya preparados por la trascendencia generada con los años en dar resultados positivos, pero esto es a coste de un aumento en la inversión, pues a final de cuentas al momento de la venta del animal las ganancias se ven disminuidas debido al elevado valor de los alimentos formulados por la industria, pudiendo evitarse si el mismo porcicultor elabora su propio núcleo proteico o alimento balanceado para sus animales, lo cual minimizaría el coste de producción y aumentaría la rentabilidad.

2.2 Situaciones detectadas (Hallazgo)

- Manejo convencional y empírico del hato de animales lo cual no permite que se empleen nuevas metodologías que colaboren al desarrollo de los mismos, como la elaboración de núcleos proteicos.
- La elaboración de balanceados o núcleos proteicos genera duda o temor en los productores, pues ahí mayor confianza en productos ya preparados industrialmente, pues tienen trascendencia positiva.
- Escaso conocimiento sobre la realización de alimento balanceados o núcleos proteicos, los cuales beneficiarían en la minimización de los costos de producción.
- Mayor confianza en la compra directa de alimento para cerdos porque poseen marketing y resultados buenos.
- La compra de alimentos balanceados perjudica directamente el costo-beneficio del porcicultor, al momento de la venta del animal, pues su ganancia es mínima.
- Desconocimiento de los valores proteicos de los nutrientes aplicados en la elaboración de balanceados artesanales, los cuales en su mayoría están "a la mano" del productor.
- Los productores prefieren dar lavasa o algarrobo que preparar su propio alimento balanceado, o en los mejores casos comprarlos.

2.3. Soluciones planteadas

En relación a los problemas planteados se establece:

- Realizar núcleos proteicos en conjunto con los mismos productores para que ellos pueden determinar su sencillez en la elaboración, validez alimentaria y económica.
- Hacer pruebas demostrativas entre cerdos criados con alimentos balanceados industrializados vs., cerdos criados con núcleos proteicos elaborados artesanalmente, para de esta manera generar la confianza del productor hacia una nueva tecnología de alimentación.
- Establecer diferencias de los costos de alimentación entre los balanceados adquiridos por cadenas pecuarias ante los alimentos o núcleos proteicos realizados por los mismos productores.
- Brindar semanarios o capacitaciones a los productores sobre los requerimientos de nutrientes requeridos en los cerdos para su óptimo desarrollo.
- Optimizar el uso de la materia prima para la elaboración de núcleos proteicos lo cual no perjudica al ecosistema, pues no habría usos de motores, combustibles, ruidos extremos, etc.

2.4 Conclusiones

La base al trabajo realizado se concluye lo siguiente:

- La elaboración de dietas balanceadas o núcleos proteicos benefician al productor, pues son más económicas.
- La cantidad de nutrientes contenidos en núcleos proteicos bien formulados y elaborados por el productor son iguales o similares a la de alimentos comprados en cadenas agroindustriales, lo cual no perjudica al desarrollo fenométrico de los animales.
- El productor dispone las cantidades de material a preparar evitando desperdicios, lo cual conlleva a ahorro de dinero.
- Crea fuentes de empleo propia, ya que por lo general los miembros de la familia realizan todas las tareas de la granja, evitando fuga de capital por menor costo de mano de obra.
- La preparación de núcleos proteicos de forma artesanal es amigable con el medio ambiente.

2.5 Recomendaciones

En base a las conclusiones se recomienda:

- Realizar nuevas investigaciones sobre el tema para implementar otras alternativas de formulación de núcleos proteicos
- Reajustarse las formulaciones de núcleo proteico cuando las materias primas son escasas en el mercado, lo cual las encarecen e incluso por cambio de proveedor. La finalidad es la de mantener las proporciones adecuadas de los nutrientes en la dieta, además la de comprobar las deficiencias nutrimentales y suministrarlas ya sea de forma natural o artificial.
- Evaluar composición bromatológica de los ingredientes en forma periódica o cada vez que haya una alteración en el origen de las materias primas.
- Realizar investigaciones en referencia al tema expuesto sobre diferencias de costos de producción entre los diversos métodos de fabricación de núcleos proteicos para determinar el más viable, económico y beneficioso.

BIBLIOGRAFÍA

Agri-Resources, G. (21 de octubre de 2021). 3stres.com. Obtenido de https://www.3tres3.com/noticias_empresa/gar-beneficios-del-aceite-de-palma-en-la-alimentacion-animal_47173/

Campabadal, C. (2009). Guía técnica de alimentación de cerdos. Costa Rica: MAG. p 15-28. Obtenido de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L02-7847.PDF>

Chachapoya, R. (2014). Producción de alimentos balanceados en una planta procesadora en el cantón Cevallos. Quito: file:///C:/Users/Hp/Desktop/MISI%C3%93N%20CUMPLIDA%20TESINAS/TRABAJOS%20POR%20ENTREGAR/TESINA%20EN%20BALANCEADOS.%20cumplido/NUEVA%20TESINA/TESINA%20DE%20BALANCEADO.pdf.

Clase. (2012). Métodos de formulación de raciones. Obtenido de <https://eliasnutri.files.wordpress.com/2012/04/clase-b-taller-2012-i-modo-de-compatibilidad.pdf>

Dezi. (2010). Alimentos balanceados, formulación de raciones, núcleos y premezclas. Obtenido de <http://www.nuviga.com.ar/snews/generales/alimentos-balanceados-formulacion-raciones-nucleos-premezclas/>

Dezi. (2010). Alimentos balanceados, formulación de raciones, núcleos y premezclas. Buenos aires: Nuviga p. 1,6,13.

Digital, V. (14 de enero de 2022). Obtenido de <https://www.veterinariadigital.com/articulos/importancia-de-la-soja-en-la-alimentacion-de-cerdos/>

Durhanthon. (2009). Optimizar la compra de materias primas: formulación global como estrategia y economía. Revista avicultura ecuatoriana, p, 1 - 2.

FAO. (2020). Alimentación del cerdo. Obtenido de <https://www.fao.org/3/v5290s/v5290s49.htm#:~:text=Los%20alimentos%20que%20se%20pueden,maduro%20y%20melaza%20de%20ca%C3%B1a.>

INATEC. (2016). Manual del protagonista: Nutrición animal. Obtenido de <https://www.biopasos.com/documentos/087.pdf>

INTA. (2016). Nutrición y alimentación: eficiencia de conversión. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_porcinos_capviii.pdf

León. (2010). El agronegocio en el Ecuador, el caso del maíz. Quito: Don Bosco. p 34-35.

- Maya, S. (2016). Procesos de producción de alimentos balanceados. Caldas: Corporación Universitaria Lasallista.
- Oriol, D. S. (3 de junio de 2019). GRUPO NUTEC. Obtenido de https://www.3tres3.com/latam/articulos/maiz_12244/
- Poma, K. d. (2018). Caracterización química y valorización nutritiva del rastrojo de arroz (*Oryza sativa* L.), En los cantones de macará y zapotillo de la provincia de Loja. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Pooli, M. (13 de septiembre de 2018). INFOPORK. Obtenido de <https://infopork.com/2018/09/necesidades-nutricionales-de-los-cerdos/#:~:text=Los%20cerdos%20la%20obtienen%20del,la%20categor%C3%ADa%20y%20condiciones%20ambientales.>
- Porcinas, R. (2022). Razas porcinas. Obtenido de <https://razasporcinas.com/la-alimentacion-de-los-cerdos-dietas-y-raciones/>
- Quim, R. A. (Diciembre de 2005). Elaboración de un modelo de programación lineal para la planificación de producción de productos de cerdo en la Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas de la EAP, Zamorano. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/fcf49e98-ab3d-43c7-938f-5b56ff4f7617/content>
- Rogel, J. M. (2021). Parámetros productivos del cerdo (*Sus scrofa domesticus*) en etapa de engorde empleando dos alternativas alimenticias locales. Manabí: UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ.
- Rostagno, H. S. (2017). Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos. Brasil: Universidad Federal de Viçosa. p 67, 84,149,203,223.
- SANTINI, F. J. (2014). Nutrición animal aplicada. Colombia: INTA. P. 4.
- Shimada. (2017). Nutrición animal. México D.F: Trillas, p. 19,49,52.
- Solà Oriol, D. (1 de marzo de 2021). 3tres3.com. Obtenido de https://www.3tres3.com/articulos/salvado-de-trigo_46157/
- VIDAL, M. T. (2022). Desarrollo de un sistema web para el control del manejo reproductivos de cerdos en las granjas porcinas. Guayaquil: Universidad agraria del Ecuador. p. 25-30.
- Yerbez, M. (2016). Guía de granja. Obtenido de Fórmula para Preparar Alimento para Cerdos: <https://guiadegranja.com/formula-para-preparar-alimento-para-cerdos-pdf/#como-hacer-alimento-para-cerdos-en-crecimiento>

ANEXOS

Requerimientos nutricionales para porcinos

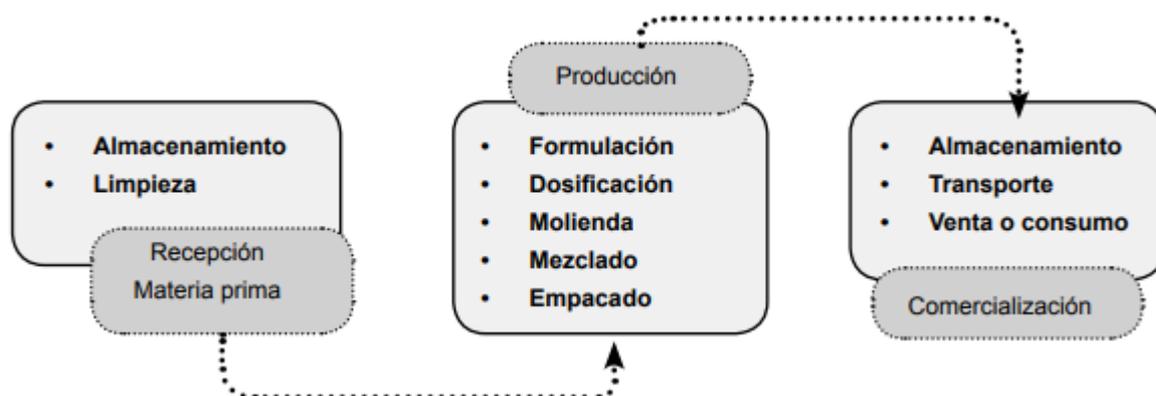
| Verracos | | MS g/día | Composición de cada kg MS | | | | |
|------------------------|--|----------|---------------------------|------|------|------|-----|
| | | | ED kcal | PD g | FC g | Ca g | P g |
| Peso vivo 110 a 180 kg | | 2900 | 3125 | 127 | 100 | 7.5 | 5.5 |
| Peso vivo 180 a 250 kg | | 3100 | | | | | |

| Marranas en gestación | | MS g/día | Composición de cada kg MS | | | | |
|-----------------------|--|----------|---------------------------|------|------|------|-----|
| | | | ED kcal | PD g | FC g | Ca g | P g |
| Primeras 12 semanas | | 2000 | 3125 | 127 | 100 | 7.5 | 5.5 |
| Últimas 4 semanas | | 2700 | | | | | |

| Marranas en lactancia y cría | | MS g/día | Composición de cada kg MS | | | | |
|------------------------------|--|----------|---------------------------|------|------|------|-----|
| | | | ED kcal | PD g | FC g | Ca g | P g |
| Primera semana | | 3750 | 3185 | 160 | 75 | 9.5 | 7.0 |
| Segunda semana | | 4500 | | | | | |
| 3ª, 4ª y 5ª, semana | | 5600 | | | | | |
| Últimas 3 semanas | | 4500 | | | | | |

| Cerdos de engorda | | MS g/día | Composición de cada kg MS | | | | |
|-------------------|----------|----------|---------------------------|------|------|------|-----|
| | | | ED kcal | PD g | FC g | Ca g | P g |
| Iniciación | PV 10 kg | 600 | 3450 | 200 | 40 | 9.0 | 7.0 |
| | PV 20 kg | 900 | | | | | |
| Crecimiento | PV 30 kg | 1200 | 3265 | 150 | 60 | 8.0 | 6.0 |
| | PV 40 kg | 1500 | | | | | |
| | PV 50 kg | 1800 | | | | | |
| Finalización | PV 60 kg | 2100 | 3150 | 125 | 60 | 8.0 | 6.0 |
| | PV 70 kg | 2300 | | | | | |
| | PV 80 kg | 2500 | | | | | |
| | PV 90 kg | 2700 | | | | | |

Pasos a seguir para para la creación de alimentos balanceados



1. Almacenamiento de materia prima



2. Consideraciones para almacenar la materia prima

| | |
|-------------------------|---|
| Local | Buena ventilación, techo sellado y sin goteras, piso firme, de concreto preferiblemente. Debe permanecer seco y limpio, libre de roedores e insectos. |
| Materiales | Los materiales deben estar clasificados, con rotulación clara y precisa para una identificación rápida y efectiva. Estibar según fecha de recibido usando de primero los ingredientes que hayan permanecido más tiempo en bodega. |
| Manejo del local | Inspeccionar diariamente en el local, las diversas estibas y las condiciones higiénicas, controlando posibles alteraciones de los materiales durante el almacenamiento. No almacenar en bodega de materia prima ningún producto químico contaminante como los plaguicidas o fertilizantes. Las premezcla de minerales y medicamentos se deben resguardar en una área restringida y solo con acceso a personal autorizado. Mantener limpio y despejadas las entradas y salidas del local. |

3. Formulaciones

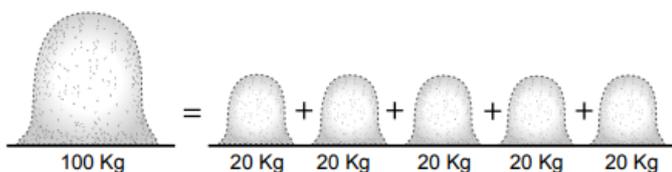


4. Dosificaciones

| Ingredientes (una tanda de producto en kg) | | |
|---|--------------|-------------|
| Maíz | 24.5 | 4.9 |
| Melaza Caña | 3.0 | 0.6 |
| Soya en grano | 12.0 | 2.4 |
| Gallinaza | 25.0 | 5.0 |
| Semolina | 35.0 | 7.0 |
| Pecutrin vitaminado | 1.2 | 0.04 |
| Sal | 0.3 | 0.06 |
| Total | 100.0 | 20.0 |

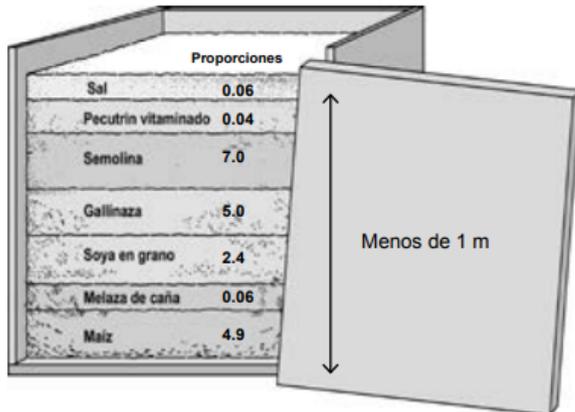
Opción 1

La máquina mezcladora es de 20 kg, entonces, $100 \text{ kg} / 20 \text{ kg} = 5$ tandas. Por lo tanto, se debe elaborar 5 veces, respetando las proporciones de cada ingrediente por tanda de producto (ver cuadro).



Opción 2

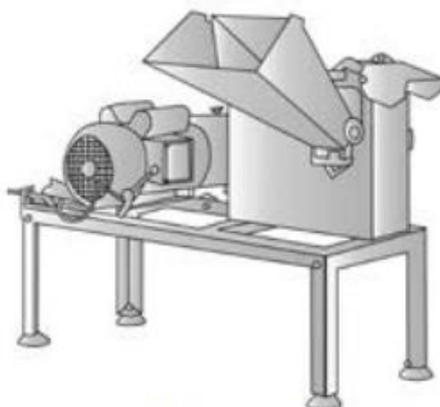
En el caso manual, se utilizan las mismas proporciones de los ingredientes del cuadro anterior para elaborar 20 kg de concentrado, utilizando el siguiente procedimiento:



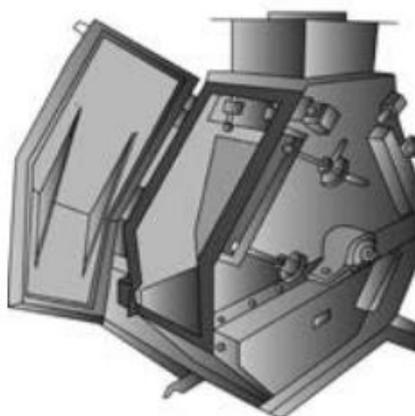
- 1 Apilar los ingredientes planos en la caja cuadrada.
- 2 Quitar un lado de la pared y cortar las capas de los ingredientes de manera uniforme (de arriba hacia abajo), luego mezclar como mezcla de cemento.
- 3 Voltear dos o tres veces más, después de mezclados.
- 4 Una vez mezclado en su totalidad colocarse en una bolsa.



5. Molienda



Molino de martillos



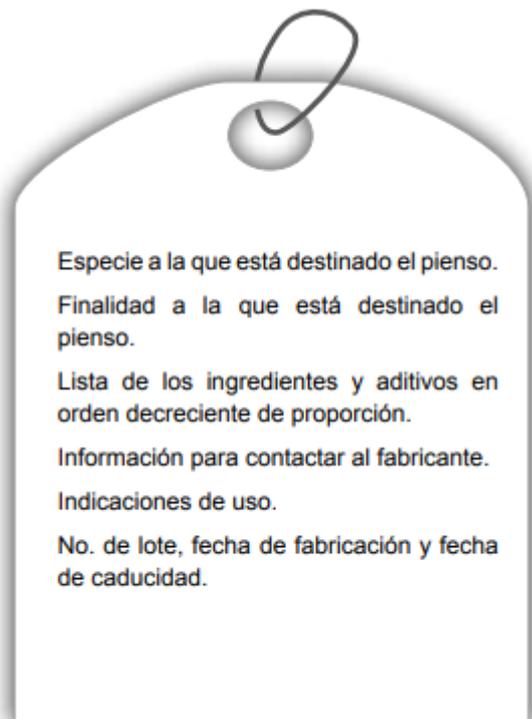
Molino

6. Mezclado



Mezcladora

7. Empacado y etiquetado



Preparación artesanal de alimento balanceado para cerdos



<https://www.youtube.com/watch?v=FB16tb1pGvw>

<https://www.youtube.com/watch?v=a0jNJZ6u81Y>



https://www.youtube.com/watch?v=NdBw8rb_dtq





<https://www.youtube.com/watch?v=LETEqk5W3pA>

