MÁQUINA PROCESADORA DE ALIMENTOS CONCENTRADOS: Una alternativa rentable para la producción del cuy

CONCENTRATED FOOD PROCESSING MACHINE: A PROFITABLE ALTERNATIVE FOR THE PRODUCTION OF GUINEA PIG

(Entregado 08/07/2015) – Revisado 16/09/2015)

LUIS ENRIQUE ARTEAGA NOGUERA

Ingeniero Mecánico de la Universidad Nacional de Colombia. Docente investigador en el área de diseño de máquinas en la Corporación Universitaria Autónoma de Nariño desde 2006.

Corporación Universitaria Autónoma de Nariño – Colombia

luis.arteaga@aunar.edu.co

Resumen

El siguiente artículo presenta un modelo conceptual – analítico, referente al proyecto de diseño y construcción de una maquina procesadora de alimentos concentrados para especies menores, para este caso los cuyes; la cual remplaza el proceso manual aplicado por las personas del resguardo de Panán. Esta máquina brinda una alternativa para mejorar la crianza de este tipo de animales, al disminuir los tiempos de elaboración y mejorar la conservación del producto. Este equipo cuenta con tres máquinas las cuales son: un molino de martillos, el cual permite obtener harinas de los diferentes granos secos, tales como: maíz, trigo, arroz etc. También implementa una mezcladora, con la que se incorporan otros elementos como la melaza y las harinas secundarias, para tener así una mezcla homogénea. Finalmente, se tiene una peletizadora, que le da forma al producto final para el consumo del animal.

Palabras Claves: *Especies menores, cuy, concentrados, molino de martillos, mezcladora, peletizadora, maquina procesadora.*

Abstract

The following article presents a conceptual - analytical model, concerning the draft design and construction of a food processing machine concentrates for minor species, in this case the guinea pigs; which replaces the manual process implemented by the people of the "resguardo de Panán"• This machine provides an alternative to improve the breeding of this type of animals, to reduce the processing times and improve the conservation of the product. This equipment account with three machines which are: a hammer mill, which allows you to get the different meal of dried beans, such as: corn, wheat, rice etc. also implements a mixer, with the incorporating other elements such as molasses and the secondary meal, thus

having a homogeneous mixture. Finally, you have a pelletizing, which gives way to the final product for the consumption of the animal.

Keywords: *guinea pig, concentrates, hammer mill, mixer, pellet mill, processing machine.*

Introducción

El cuy es una herencia de la cultura de los países andinos y su comercialización representa un renglón importante en el ingreso de las familias campesinas e indígenas del departamento de Nariño. El Plan Regional de Competitividad promueve el desarrollo económico para mejorar la calidad de vida de la región. Dentro de los proyectos e iniciativas priorizadas se encuentra la creación y fortalecimiento de la cadena cuyícola de Nariño a través de la implementación de granjas productivas familiares que garanticen seguridad alimentaria y mercado suficiente para la demanda nacional (CRCN, 2009).

Figura 1. Crianza de Cuyes en el resguardo de Panán

La alimentación juega un rol muy importante en toda explotación pecuaria, ya que el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción. En la crianza de cuyes se recomienda una alimentación mixta, es decir proporcionar tanto alimento vegetal (forraje) como alimento concentrado. El alimento vegetal no puede proporcionarse húmedo, caliente, ni recién cortado; de lo contrario el cuy podría enfermar.

El alimento concentrado se utiliza en menor proporción que el alimento vegetal, no obstante hay casos en los que su ración puede incrementarse como consecuencia de la escasez de pastos, situación que se da por la falta de agua de lluvia o de riego en el campo. El concentrado se formula con insumos secos tales como el maíz molido, afrecho de trigo, torta de soya, entre otros. Es recomendable suministrar el alimento concentrado en forma de pellet, para evitar desperdicios y evitar enfermedades respiratorias. (RMR, 2014).

La tecnificación de la cadena del cuy tiene beneficios importantes con gran impacto en la región, entre los cuales están: mejorar el nivel de vida de la población mediante el incremento de los ingresos, mejorar la productividad y competitividad, satisfacer la demanda insatisfecha, generar valor agregado al producto y empleo en la región. Para ello es necesario generar investigación integral para el desarrollo de la producción y diversificación de las formas de consumo de carne de cuy. (Min. Agricultura, 2014).

Materiales y Métodos

Este proyecto se desarrolla en el resguardo de Panán, municipio de Cumbal, departamento de Nariño, donde la crianza de especies menores como cuyes, conejos y gallinas se encuentra ampliamente arraigada como fuente de ingresos y de alimento para las familias. Actualmente, existe un proyecto piloto para la crianza comercial de cuyes, donde se han adecuado 11 lotes con pastos de trébol, alfalfa y raigrás para la alimentación de estos animales, que se complementa con alimentos concentrados elaborados de forma manual por los miembros de la comunidad.

Con el fin de tecnificar éste proceso, se plantea el diseño y construcción de una máquina procesadora de alimentos concentrados, para lo cual se aplica el método de diseño conceptual. Para ello, se parte de la identificación de las necesidades del usuario, que permiten establecer las funciones que debe cumplir la máquina. A continuación, se definen los criterios de selección aplicables a cada una de las propuestas de diseño, las cuales serán evaluadas para obtener una solución óptima.

Una vez identificada la propuesta que satisface los requerimientos del usuario, se procede al diseño detallado de la máquina, donde se realizan los cálculos y planos de construcción del prototipo. Al finalizar el proceso de construcción, se realizan pruebas y ensayos para validar la calidad del producto y el adecuado funcionamiento del prototipo. La Tabla 1 ilustra los diferentes procedimientos e instrumentos empleados en el desarrollo de las distintas etapas del proyecto.

Tabla 1: Procedimientos e instrumentos

Procedimiento	Instrumentos
1. Identificación de la necesidad.	Encuestas y entrevistas a productores, comerciantes y consumidores de cebolla cabezona.
2. Planteamiento de los requerimientos y especificaciones de diseño.	Entrevista con la persona interesada en comprar la máquina. Análisis de funciones y procesos. Análisis documental.
3. Generación de las alternativas de diseño.	Matriz morfológica. Criterios de evaluación.
4. Diseño de detalle.	Cálculos y planos de la máquina.
5. Construcción del prototipo.	Talleres de máquinas herramientas, soldadura y pintura.
6. Evaluación y análisis de resultados.	Metrología de la máquina. Ensayos de laboratorio. Pruebas organolépticas. Encuestas a consumidores.

Fuente: Elaboración propia.

Producción de concentrados en el resguardo de Panán – Municipio de Cumbal.

En el resguardo, la producción de alimentos concentrados se realiza de forma manual, donde se evidencian procesos inadecuados para la manipulación de los insumos utilizados. Las personas no utilizan los elementos de protección personal y se observa la falta de ergonomía en los lugares de trabajo, razón por la cual estas personas se ven expuestas a riesgos laborales, como se observa en la Figura 2.

Figura 2. Proceso de elaboración de concentrados.

La Figura 3 muestra los insumos que utilizan para la elaboración del alimento. La materia prima que las personas de la región utilizan son harinas procesadas, lo que aumenta los costos de producción. El molino de martillos permite la elaboración de la harina con los desperdicios del maíz y el trigo destinados al consumo humano, minimizando su costo. Debido a su tamaño, los bloques de alimento resultan inadecuados para el consumo de los cuyes, puesto que el alimento tiende a pulverizarse y ocasiona enfermedades respiratorias en los animales (Cuastumal, 2014).

Figura 3. Bloques de alimento concentrado

En el resguardo, los porcentajes de insumos utilizados para obtener el alimento concentrado para la etapa de engorde se muestran en la Tabla 2:

Tabla 2. Fórmula utilizada en el resguardo. (Puenayán, 2014)

Materia prima	Cantidad (%)
Maíz molido	12
Afrecho de trigo	20
Melaza	38.3
Harina de arroz	22
Sal mineralizada	0.5
Cemento	5
Harina de yuca	1.8
Carbonato de calcio	0.4

Para proceder a la elaboración de este alimento se necesitan cantidades en kilogramos (kg), para lo cual se utiliza la siguiente formula:

$$x = \frac{T}{100\%} * N \quad (1)$$

Donde:

x: cantidad necesaria en kilogramos.

T: cantidad total a producir (kg)

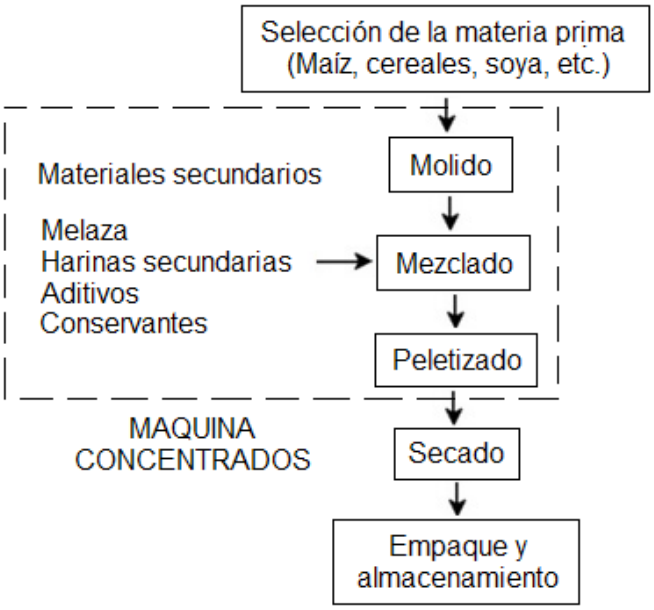
N: cantidad de materia individual (%).

De acuerdo con la investigación, el porcentaje de melaza en esta fórmula resulta excesivo La máxima cantidad de melaza en el producto es del 5% al 12% de la formulación, dependiendo de la especie animal e incluso de las diferentes fases de crianza dentro de una misma especie. (Puenayán, 2014)

Descripción del proceso de elaboración de alimentos concentrados

El proceso para la elaboración de alimentos concentrados, comprende las etapas de: selección, molido, mezclado, peletizado, secado, empaque y almacenamiento, tal como se muestra en la Figura 4. Debido a los bajos niveles de producción, la mano de obra disponible y el costo elevado de automatizar todo el proceso, se plantea el diseño y la construcción de una máquina que realizará las funciones de molido, mezclado y peletizado. Es necesario realizar un proceso de secado posterior utilizando un horno, con el fin de garantizar un porcentaje de humedad del 12%, que permita la conservación del producto. Las actividades de selección, empaque y almacenamiento del producto terminado se realizará de forma manual.

Figura 4. Proceso elaboración alimento concentrado



1.1 *Condiciones de entrada de la materia prima*

Para iniciar con el proceso para la obtención de alimentos concentrados, se debe verificar que la materia prima este completamente seca para evitar taponamientos en la parte de molido, como también libre de impurezas tales como piedras, y granos descompuestos. La Tabla 3, muestra la composición de los alimentos típicos empleados para la elaboración de alimentos concentrados para cuyes.

Tabla 3: Composición de alimentos concentrados para cuyes (UC, 2014).

Insumo	MS [%]	ED Kcal/kg	Pt [%]	FC [%]	Ca [%]	P [%]
Alfalfa	24	620	4.9	10.5	0.45	0.06
Avena	90	2600	11.5	32.0	-	-
Maíz	89	3790	9.3	2.0	0.03	0.31
Sorgo	89	3330	10.7	2.2	0.04	0.29
Cebada	89	3330	12.4	5.6	0.04	0.33
Soya	89	2474	46.1	2.2	0.04	0.62
Afrecho	89	2996	14.8	10.3	0.11	0.33
Harina girasol	93	2551	46.3	11.0	0.38	1.05
Harina de alfalfa	92	2309	17.9	24.1	1.70	0.23
Harina hueso	96	-	-	-	24..0	12.1

MS: Materia Seca. ED: Energía Digestible. Pt: Proteína. F.C: Fibra Cruda. Ca: Calcio. P: Fósforo.

1.2 *Proceso de molienda.*

La molienda consiste en la trituración de los granos en partículas más pequeñas o en un molido que los transforme en harina. En ambos casos lo que se hace es romper los membranas que envuelven al grano y facilitar el aprovechamiento del almidón que hay al interior de éste. Las razones por las cuales se realiza este proceso son las siguientes:

- Mejora el sabor del alimento
- Mejora la asimilación de nutrientes
- Facilita el manejo y el almacenamiento
- Facilita el mezclado y el peletizado
- Facilita en consumo del alimento
- Reduce costos de materia prima

1.3 *Proceso de mezclado.*

El objetivo del mezclado es permitir una distribución homogénea de las harinas, aditivos y conservantes, así como humedecer la mezcla al incorporar la melaza al alimento. Este procedimiento se realiza por medio de tres paletas que giran a una velocidad de 100 rpm, las cuales mezclan la harina proveniente del molino y los demás elementos que se suministran por un dosificador ubicado en la tapa de la mezcladora.

1.4 *Proceso de peletizado.*

El pellet es un alimento concentrado compactado, con forma de pequeñas barras cilíndricas. Los pellets poseen beneficios superiores a los presentados por alimentos sin peletizar; que reduce el tiempo de desmoronar los bloques alimenticios que se realizan artesanalmente. Este proceso se realiza utilizando un tornillo helicoidal que comprime la mezcla sobre una boquilla que le da la forma. En alimentos para cuyes se recomienda un diámetro de pellet de 4.5 mm, con una longitud 12.0 mm. El corte del pellet se realiza con la utilización de una cuchilla giratoria acoplada al tornillo que se ubica después de la boquilla.

1.5 *Proceso de secado*

El propósito del proceso de secado es llevar al producto a un porcentaje de humedad entre el 5 y el 12%. Valores superiores pueden dificultar su almacenamiento (desarrollo fúngico, bacteriano, etc.). El secado se realiza en un horno a una temperatura entre 50 y 60 ºC, para conservar las características de olor y sabor del producto (ULPGC, 2014).

1.6 *Empaque y almacenamiento*

Esta etapa comprende el empaque, rotulado y presentación final del producto. Para ello, se utiliza un saco de 40 kg., elaborado en polipropileno resistente al cargue, manipulación y transporte. El empaque no debe estar deteriorado, ni presentar perforaciones. El alimento debe tener actualizada la fecha de fabricación, contar con etiqueta de análisis de garantía y cumplir con los aspectos establecidos en la norma NTC 421 (Icontec, 2007).

Durante el almacenamiento de insumos, materias primas y productos terminados se deben controlar aspectos como la humedad, ventilación, luz solar y la seguridad laboral. Se debe evitar almacenar productos de olor fuerte, con otros de olores neutros, u otros productos contaminantes. También se debe tener en cuenta almacenar los productos de acuerdo a su consistencia y composición.

Condiciones de calidad del producto

En Colombia, el mercado de productos alimenticios para animales con destino al autoconsumo, al que pertenece el producto, está regulado por el ICA, de acuerdo con la Resolución 01698 del 27 de Junio de 2000 (ICA, 2000). El producto procesado debe cumplir con las condiciones especificadas en las Tablas 4 y 5.

Tabla 4. Condiciones de calidad para el alimento concentrado. (Min. Agricultura, 1999)

Características	Condiciones
Humedad	5-10%
Fecha de vencimiento	No menor a un mes
Digestibilidad	65-80%
Organolépticas	Que tenga un olor agradable para el animal, al igual que sea palatable para el mismo. Conservar el color y la textura al momento del empaque y al momento del suministro a los animales.
Microorganismos:	10.000 UFC/g
Mesofilos	50 UFC/g
Coliformes	5000 UFC/g
Hongos	
Clostridios sulfito reductores	10 UFC/g
Aflatoxinas Escherichia coli	10 p.p.b.
	Ausente
Salmonella	Ausente

UFC/g (Unidades formadoras de colonia por gramo de muestra). p.p.b: partes por billón

Para cumplir con estos requerimientos sanitarios, es necesario realizar un control estricto de la planta y del proceso, para garantizar las condiciones básicas de higiene en la fabricación de alimentos para animales, tal como se establece en las Buenas Prácticas en la Fabricación de Alimentos para Animales, promulgadas por el Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural. (Guerra, 2008)

Tabla 5: Requerimientos nutritivos del cuy (ICA, 2010).

Nutrientes [%]	Etapa		
	Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas	18	18-22	13-17
Energía disponible	2800 Kcal/kg	3000 Kcal/kg	2800 Kcal/kg
Fibra	8-17	8-17	10
Calcio	1.4	1.4	0.8-1.0
Fósforo	0.8	0.8	0.4-0.7
Magnesio	0.1-0.3	0.1-0.3	0.1-0.3
Potasio	0.5-1.4	0.5-1.4	0.5-1.4
Vitam. C	200 mg	200 mg	200 mg

Capacidad de producción

La capacidad de producción es un parámetro fundamental para empezar con el cálculo y diseño de la máquina para procesamiento de concentrados. Se especificó una producción de 40 Kg/hora. Esta capacidad se la obtuvo a partir de la información obtenida en el resguardo de Panán, al cual pertenecen 62 familias, donde se identificaron 11 unidades productivas para cuyes (Cancillería Colombiana, 2014).

Cada asociación cuenta con 2 jaulas por cada unidad productiva, con su respectivo pie de cría, correspondiente a 12 hembras y un macho por jaula. Se plantea modelo de alimentación mixta, para lo cual se han adecuado 11 lotes con pastos de trébol, alfalfa y raigrás que están listos para la alimentación de los cuyes. Se espera un consumo de concentrado del 30% del total suministrado (Reyes 2009).

Cada tres meses se pretende obtener una producción de 36 cuyes por unidad productiva, para un total de 396 cuyes. El total de los c-yes se distribuyen de la siguiente manera: 264 para la venta y 132 para remplazar pie de cría. En promedio, las 11 unidades productivas alimentan 682 cuyes, que consumen 240 gramos diarios de alimento. El 30% corresponde a 75 gramos de concentrado.

$$682\ cuyes * 75\ gr = 51,2\ kg / día.$$

Debido a la proyección de crecimiento de la producción de cuyes del resguardo se prevé una capacidad de producción de 100 kg/día. La máquina produce 40 kg/hora, razón por la cual se destinarán de 1,3 a 2,5 horas diarias para la elaboración del alimento. Se toma ésta determinación debido a que la producción de cuyes, en el resguardo, corresponde a una actividad complementaria, dejando el tiempo suficiente a los operarios para trabajar en otras actividades.

Cálculos.

El diseño de la máquina tiene una arquitectura modular, teniendo en cuenta los procesos de molido, mezclado y peletizado. La Tabla 6, presenta los diferentes módulos diseñados para la máquina, con la relación de los cálculos efectuados.

Tabla 6. Cálculos realizados por módulo de la máquina

Sistema	Cálculos realizados
Molino de martillos	Capacidad de molienda, Diseño de discos y martillos, Potencia de actuador, Tiempo de molienda y Velocidad de rotación.
Mezcladora	Capacidad de cámara de mezclado, Diseño de paletas, Potencia de actuador, Velocidad de giro de paletas.
Peletizadora	Altura de filete, Capacidad de producción, Longitud del husillo, Paso del husillo, Potencia de actuador, Velocidad de giro.
Sistemas de transmisión de potencia	Diseño y selección del motor y elementos mecánicos (rodamientos, bandas, cadenas, ejes, etc.)
Sistema eléctrico	Carga, protección, lógica cableada y conductores. Selección de contactores y relevadores

La máquina funciona con alimentación trifásica a 220V. En total, el equipo ocupa un espacio de 5 m2, con una altura de 2.5 m. Para la distribución de planta, se estimó un área disponible de 12 m2. Los resultados de los cálculos obtenidos se resumen en las Tablas 7, 8 y 9 (Mott, 2013).

Tabla 7. Resumen de diseño del molino de martillos.

Potencia Actuador	5 Hp; 1750 RPM
Velocidad de Giro Sistema de Trabajo	3500 RPM
Cantidad de Martillos	39; Calibre ¼ “
Cantidad de Discos	2; Calibre ¼ “
Capacidad Producción	200Kg/hr;Cb1 mm
Pasador martillos	Barra ½ “ (10-45)

Factor de Servicio	1.3
Potencia de Diseño	6.5 Hp
Banda	Sección3V; 53” *2
Polea Conducidas	2.5” DP; 2 Ranuras
Polea Conductora	2.0” DP; 2 Ranuras
Rodamientos	D_{Ext}:52;D_{Int}:25(mm)

Tabla 8. Resumen de diseño de la mezcladora.

Potencia Actuador	2 Hp;1750 RPM
Velocidad de Giro Sistema de Trabajo	100 RPM
Cantidad de Paletas	3; Calibre 3/16 “
Cantidad de Discos	2; Calibre ¼ “
Capacidad Producción	150 Kg/ 15minutos
Factor de Servicio	1.2
Potencia de Diseño	2.4 Hp
Banda	Sección3V; 56” *2
Polea Conductora	2”DP;2 Ranuras
Polea Conducida	10.5”DP;2 Ranuras
Rodamientos	D_{Ext}:52;D_{Int}:25(mm)

Tabla 9. Resumen de diseño de la peletizadora.

Potencia Actuador	2 HP; 1750 rpm
Velocidad de Giro Sistema de Trabajo	45 RPM
Factor de servicio	1.7
Potencia de diseño	3.4 Hp
Banda	Sección3V; 28” *2
Poleas conductora	3”DP;2 Ranuras
Polea Conducida	2”DP;2 Ranuras
Angulo filete	17.65 °
Diámetro Husillo	63 mm
Ancho Canal	63 mm
Altura Filetes	H_a = 9.6 mm
Longitud Husillo	630 mm
Paso	63 mm

Modelado de la máquina

El modelado de la máquina para elaborar alimentos concentrados se realizó empleando el software SolidWorks. La Figuras 5 muestra el modelo tridimensional del molino, la mezcladora y la peletizadora. La máquina cuenta con un tablero de control, el cual permite accionar los mecanismos de la máquina. El cuadro de control permite observar por medio de pilotos que mecanismos que están en funcionamiento. El molino, la mezcladora y la peletizadora forman una línea de procesos, sin embargo, se pueden utilizar de forma individual, dependiendo el requerimiento de los alimentos concentrados a obtener.

Proceso de construcción

Para la construcción de la estructura se utilizaron ángulos de acero estructural de 1½ x 3/16" y de 1 ¼ x 3/16", los cuales se unieron por el proceso de soldadura empleando electrodos E6011. Para unir las láminas de la cámara de mezclado se utilizó remaches de 3/16 x 1/8". Se eligió este tipo de acople por el bajo espesor de la lámina, lo cual dificultaba el proceso de soldadura. La uniones desmontables se realizaron con tornillos grado 5 de 3/8 x 2 ½", 3/8 x 1 ½" y 1/2 x 2 ½". La Figura 6 muestra el resultado final obtenido del proceso de construcción.

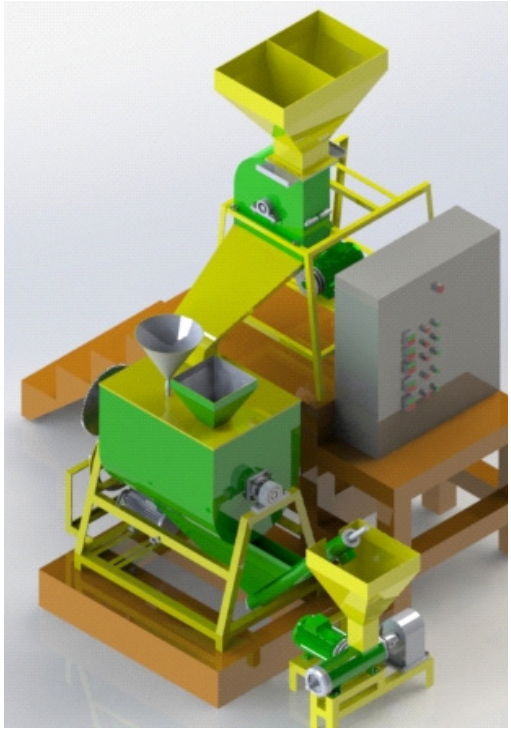


Figura 5. Modelo máquina procesadora de alimentos concentrados.

Figura 6. Máquina procesadora de alimentos concentrados.

Resultados y discusión

- La mezcla utilizada en la elaboración de alimentos concentrados cumple una función aglutinante y de suministro de energía. La cantidad recomendada de melaza en el producto es del 5% al 12% de la formulación.
- La fórmula de alimento concentrado de la Tabla 2, con un porcentaje de melaza del 10%, presenta buena palatabilidad en las pruebas realizadas con animales.
- El proceso de mezclado es crítico para garantizar la homogeneidad y la calidad del producto. Para ésta máquina debe ser de 15 minutos. Tiempos menores pueden afectar la concentración de vitaminas o minerales en el alimento, lo cual es desfavorable para garantizar la uniformidad de los animales en engorde.
- El alimento peletizado presenta menor desperdicio que las raciones en polvo. Así mismo, previene la aparición de enfermedades respiratorias. En alimentos para cuyes se recomienda un diámetro de pellet de 4.5 mm, con una longitud 12.0 mm.
- Para garantizar la conservación del alimento concentrado, es recomendable mantener un porcentaje de humedad de 5 a 10% .

Conclusiones

- Se pudo comprobar la viabilidad del proyecto como parte del plan regional de competitividad del departamento de Nariño, donde la cadena cuyícola se encuentra dentro de los proyectos priorizados.
- La cría de cuyes aporta a la seguridad alimentaria de las comunidades indígenas y brinda una alternativa para su comercialización, debido a la demanda que existe del producto.
- Los alimentos concentrados son una opción rentable dentro de un programa de alimentación mixta, debido al mejor aprovechamiento de los recursos disponibles en las fincas y a la posibilidad de suplir el suministro de forraje fresco en temporadas de sequía.
- La máquina para procesar alimentos concentrados genera un impacto positivo en la comunidad, al disminuir el tiempo y costo de producción. Así mismo, previene la aparición de enfermedades respiratorias en los cuyes por el uso de bloques artesanales.
- El alimento peletizado facilita su manejo y almacenamiento, al igual que mejora el sabor y la asimilación de los nutrientes del alimento

Recomendaciones

- El porcentaje utilizado de melaza del 10% requiere de un proceso posterior de secado, el cual debe ser implementado para garantizar la conservación del producto.
- Es necesario validar la efectividad de la fórmula de concentrado a partir de pruebas de ganancia en peso de los animales en engorde.

Referencias bibliográficas:

- Cancillería de Colombia. Oficina de atención al migrante Ipiales (2014). Proyecto productivo en el Municipio de Cumbal-Resguardo Indígena Panam. Recuperado de http://www.redescolombia.org/eje4/cumbal-panam
- Comisión regional de competitividad de Nariño – CRCN (2009). Informe Final. San Juan de Pasto. Colombia.
- Cuastumal, B. Guzmán, J. (2014). Diseño y construcción de una maquina procesadora de alimentos para obtener concentrados para cuyes. Resguardo de Panán Municipio de Cumbal. (Trabajo de grado. Ingeniero mecánico). Corporación Universitaria Autónoma de Nariño, Facultad de Ingeniería.
- Guerra, C. (2009). Manual Técnico Para Crianza de Cuyes. Perú. Centro Ecuménico de Promoción y Acción Social Norte - CEDEPAS Norte. Cajamarca, octubre de
- Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. Resolución 01698 de 2000. Por la cual se dictan disposiciones sobre productores de alimentos para animales con destino al autoconsumo. Bogotá. Colombia.
- Instituto Colombiano de Normalización y Certificación (2007). Alimento para animales.

  Empaque y rotulado. NTC 421. Bogotá D.C.: El instituto.

- Ministerio de Agricultura (2014). Descripción de las actividades con importancia económica de la región. Pasto. Colombia.

- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (1999). Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Directivas técnicas de alimentos para animales y sales mineralizadas. Bogotá. Colombia.

- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Instituto Colombiano Agropecuario ICA (2010). Buenas prácticas en la fabricación de alimentos para animales en Colombia. Bogotá. Colombia.

- Mott, R. (2013). Diseño de elementos de máquinas. PrenticeHAll, Mexico.

- Red de Multiservicios Regionales – RMR (2014). Crianza comercial de cuyes. Perú. Recuperado de http://www.rmr-peru.com/crianza-de-cuyes.htm

- Reyes, L. Martínez, P. (2009). Alimentos balanceados para animales. Tolima – Colombia. Univer sidad del Tolima.

- Pontificia Universidad Católica de Chile - UC. Producción animal. Características del alimento. Recuperado de http://www7.uc.cl/sw_educ/prodanim/digestiv/m7/composic.htm

- Puenayan, A. Asodapi. Resguardo de Panán Municipio de Cumbal. Tecnólogo en ingeniería industrial.

- Universidad de Las Palmas de Gran Canaria - ULPGC. Facultad de veterinaria. Departamento de producción animal. El contenido de nutrientes de alimentos. Recuperado de http://www.webs.ulpgc.es/nutranim/tema3.htm