

# Diseño de un prototipo de peletizadora semiautomática productora de concentrados para el sector avícola, utilizando materias primas de la región nariñense

Juan David Paredes<sup>1</sup>

Holmer de la Cruz<sup>2</sup>

Daniel Delgado<sup>3</sup>

Fabio Camilo Gómez Meneses<sup>4</sup>

## Resumen

La alimentación de aves es un factor importante en la producción avícola; por lo tanto, las necesidades nutricionales en cada etapa de crecimiento requieren alimentos mezclados bajo una formulación adecuada; para esto se utiliza el pellet, como un alimento concentrado y balanceado que se desarrolla en unidades llamadas peletizadoras, las cuales son de diversos tipos, todas ellas de tipo comercial, para producción de gran capacidad. Sin embargo, pequeños productores de aves no presentan este tipo de maquinarias para preparar su propio alimento y deben optar por comprar a empresas comercializadoras.

Toda peletizadora está compuesta por 3 etapas, las que se encargan de procesar correctamente el material en polvo y transformarlo en pellets. Estas son: alimentador, acondicionador y prensa. El alimentador es básicamente un tornillo sin fin que se encarga de transportar el material hasta el acondicionador a una velocidad variable. El acondicionador es un transportador de paletas, dentro del cual se inyecta vapor para aumentar la humedad del polvo y darle la textura necesaria para que se forme luego los pellets. Finalmente, la prensa está compuesta principalmente por un dado con agujeros (por donde saldrán los pellets) y dos rodillos fijos en su interior para prensar el material en dichos agujeros.

Por esto es importante diseñar un prototipo automatizado para la generación de alimentos concentrados para aves de engorde, reduciendo los costos de fabricación y mantenimiento, que controle las variables importantes del prototipo, como, tiempos y dosificación del alimentador, de acuerdo con la formulación del concentrado.

*Palabras clave:* Peletizadora; mecatrónico; concentrados.

## Design of a prototype of a semiautomatic pelletizer producing concentrates for the poultry sector using raw materials from the Nariño region

### Abstract

Poultry feeding is an important factor in poultry production; therefore, the nutritional needs in each growth stage require mixed food under an adequate formulation; for this the pellet is used as a concentrated and balanced feed that is developed in units called pelletizers; they are of various types and, made for large-capacity production. However, small poultry producers do not have this type of machinery to prepare their own food and must choose to buy from trading companies.

<sup>1</sup>Correo electrónico: juaparedes@umariana.edu.co

<sup>2</sup>Correo electrónico: hode@umariana.edu.co

<sup>3</sup>Correo electrónico: dadelgado@umariana.edu.co

<sup>4</sup>Correo electrónico: fgomez@umariana.edu.co

Every pelletizer is composed of three stages, feeder, conditioner and press, which are responsible for correctly processing the powder material and transforming it into pellets. The feeder is basically an endless screw that is responsible for transporting the material to the conditioner at a variable speed. The conditioner is a pallet conveyor, into which steam is injected to increase the humidity of the powder and give it the necessary texture so that the pellets are later formed. Finally, the press is mainly composed of a die with holes (where the pellets will come out) and two fixed rollers inside to press the material in said holes.

For this reason, it is important to design an automated prototype for the generation of concentrated food for fattening poultry, reducing manufacturing and maintenance costs, that controls the important variables of the prototype such as times, and feeder dosage, according to the concentrate formulation.

*Keywords:* Pelletizer; mechatronics; concentrates.

## **Projeto de protótipo de peletizadora semiautomática para produção de concentrados para avicultura a partir de matérias-primas da região de Nariño**

### **Resumo**

A alimentação avícola é um fator importante na produção avícola, portanto, as necessidades nutricionais em cada fase de crescimento requerem ração mista e sob formulação adequada, para isso o pellet é utilizado como ração concentrada e balanceada desenvolvida em unidades de vários tipos, todos eles de tipo comercial para produção de grande capacidade. No entanto, os pequenos avicultores não dispõem desse tipo de maquinário para preparar seus próprios alimentos e devem optar por comprar de empresas comercializadoras.

Cada peletizador é composto por 3 etapas, responsáveis por processar corretamente o material em pó e transformá-lo em pellets; eles são: alimentador, condicionador e prensa. O alimentador é basicamente uma rosca sem fim que é responsável por transportar o material até o condicionador em velocidade variável. O condicionador é um palete transportador, no qual é injetado vapor para aumentar a umidade do pó e dar-lhe a textura necessária para que os pellets sejam posteriormente formados. Finalmente, a prensa é composta principalmente por uma matriz com orifícios (por onde sairão os grânulos) e dois rolos fixos no interior para prensar o material nos ditos orifícios.

Por isso, é importante projetar um protótipo automatizado para geração de ração concentrada para aves de engorda, reduzindo custos de fabricação e manutenção, que controle as variáveis importantes do protótipo como tempos e dosagem do comedouro, de acordo com a formulação do concentrado.

*Palavras-chave:* Peletizador; mecatrônica; concentrados.

### **1. Introducción**

El pellet es un alimento densificado o aglomerado, llevado a la forma de pequeñas porciones; se obtiene de un proceso llamado 'peletización', donde actúa una máquina peletizadora que es la encargada de realizar una mezcla de los nutrientes (Flórez, Ramírez y Varela, 2010). Usualmente, los pellets son usados como combustible, materia prima y como alimento en varios sectores agroindustriales como el avícola, pecuario, entre otros. El peletizado se define como un proceso que utiliza presión, humedad y calor, que se genera en maquinarias cuyo principio se basa en mecanismos de rodillos, tornillo sin fin y plato matriz; de este modo se logra que pequeñas partículas de alimentos sean forzadas a aglomerarse una con otra para darle la forma y el tamaño deseado al pellet (Loor-Mendoza, 2016).

El departamento de Nariño es reconocido actualmente por ser uno de los principales departamentos productores de materia prima, además de tener una amplia producción

agrícola; sin embargo, este sector no dispone de gran cantidad de procesos automatizados y no es común contar con máquinas y sistemas eficientes, capaces de procesar alimentos para animales. Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2016), dentro de las producciones del área rural colombiana, tan solo un 18,6 % corresponde a unidades de producción no agropecuarias (UPNA), en la que está inmersa la producción de alimentos para animales. Por otro lado, en Colombia, gran parte de las inversiones para la agroindustria son realizadas a través de créditos; en 2016 el DANE registró 302.753 solicitudes de préstamos aprobadas para este sector de producción, de los cuales destaca el 37,26 % que hace alusión a la compra de insumos.

Con base en estas problemáticas, diferentes investigaciones como la de Albán y Arias (2019), resaltan los cuatro subsistemas fundamentales de una peletizadora, los cuales son: sistema de alimentación de la materia prima, sistema de compresión del producto, sistema de corte de los pellets y sistema de transmisión de movimiento; sin embargo, el estudio no evidencia un sistema automático, por lo que, para la dosificación, se necesita una intervención manual. Por otro lado, Granda (2012) identifica una mala formación del pellet y la necesidad de bastante mano de obra en los procesos de varios sistemas de peletización, proponiendo así, un mecanismo que cumpla con los requerimientos productivos de capacidad y tiempo, añadiendo un sistema de control para la automatización de los subsistemas de compresión y corte. Sin embargo, se encuentra una deficiencia en lo propuesto, debido a que el producto final necesita ser secado a causa de su alta humedad.

Bajo estos fundamentos, se pretende investigar y desarrollar un método de peletización en el que, mediante la trituración y la mezcla de distintas materias primas, se obtenga un alimento balanceado, seco y favorable para el sector avícola que, además, sea viable económicamente en procesos de engorde en el departamento de Nariño. Complementariamente, se realizará análisis a cada subsistema (Flórez et al., 2010), para diseñar un sistema de control y generar un proceso semiautomático. Se menciona el tema, problema u objetivos (para el caso de investigaciones). Se hace alusión a los posibles antecedentes, tipo de metodología, justificación o respaldo bibliográfico, que fundamentan teóricamente la experiencia.

## 2. Formulación del problema

¿Cómo construir el prototipo de una máquina peletizadora que tenga la capacidad de realizar procesos automáticamente, con el fin de producir alimento para el sector avícola a partir de materias primas de la región nariñense?

**Objetivo general:** Desarrollar un prototipo de peletizadora semiautomática productora de concentrados, para el sector avícola nariñense.

**Objetivos específicos:**

- Diseñar un prototipo de peletizadora basado en sus cuatro subsistemas.
- Construir un prototipo de peletizadora para fabricar pellets alimenticios para el sector avícola, que cuente con un sistema mecatrónico programado para su optimización.
- Evaluar la funcionalidad de la peletizadora en el desarrollo de pellets.

## 3. Justificación

La generación de la idea del proyecto de innovación y desarrollo es la alta demanda de insumos para alimentación del sector agropecuario, así como los alimentos en sí (concentrados, materia prima, pellets), debido a que no hay una empresa y/o distribuidora que satisfaga las necesidades requeridas por los consumidores del departamento de Nariño, ya sea en el aspecto económico, de distribución o de calidad.

Paralelo a ello, la falta de maquinaria para la elaboración de los alimentos es un justificante del proyecto, dado que se necesita una gran inversión para la industrialización del sector agropecuario, ya que los productos procesados tienen un valor agregado comercialmente; por lo tanto, los productores de dicho sector, pasarían a ser competitivos en el mercado, ya sea nacional e internacional.

Con la implementación de una máquina peletizadora, dirigida principalmente al sector avícola, se generaría una autosostenibilidad para los productores agropecuarios en general, debido a que, con sus materias primas usadas como insumo, se podría generar alimento con base en las necesidades nutricionales requeridas por el animal en cuestión.

Otro incentivo para la investigación, es la estandarización en la producción industrial de cualquier alimento peletizado que se desee, debido a que, con un sistema automatizado se logra tener un control de la materia prima ingresada y requerida como insumo para la elaboración de la cantidad deseada del producto final.

Por último, habría que destacar que el proyecto cumple y está basado en dos de los 17 objetivos de desarrollo sostenible propuestos por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2021), los cuales son: (8), el trabajo decente y el crecimiento económico y (9), la industria, innovación e infraestructura.

#### 4. Desarrollo

Para el desarrollo de la propuesta se realizó, en primer lugar, una revisión bibliográfica de temáticas pertinentes al desarrollo de prototipos que tengan la característica de la extrusión. Se tiene como referentes, los siguientes conceptos:

**Proceso de peletización:** es la principal técnica de procesamiento utilizada para la producción de alimento dentro del sector avícola y el agrícola, en general. Cuenta con subprocesos como, trituración, dosificación, mezcla y granulación, donde se emplea alta presión, humedad y calor para cambiar la forma física del alimento (dos Santos, Bassi, Schramm, da Rocha, Dahlke, Krabbe y Maiorka, 2020). En este proceso, la trituración es un método que se basa en la reducción de tamaño de partículas de materias primas, tales como granos de cereales, levadura seca, legumbres, entre otros, donde se logra obtener tamaños y densidades distintas (Salgado y Carreño, 2016).

El proceso de dosificación tiene como objetivo, garantizar que los productos y cantidades que tienen una fórmula, sean adicionados de forma regulada y precisa. Para lograr la precisión de la dosificación se debe utilizar y controlar la adición de los ingredientes, con los sistemas adecuados para cada tipo de materia prima (Ledesma y Ortega, 2017). La operación de mezclado se refiere a la incorporación de todas las materias primas y los aditivos que hacen parte de la fórmula, en una distribución homogénea (Salgado y Carreño, 2016). Finalmente, se reduce la cantidad de humedad y se le confiere la resistencia y durabilidad necesaria al producto final (Flórez et al., 2010).

Una peletizadora, también conocida como una extrusora (Vargas, 2018), es una máquina que, a partir de subprocesos como presión, fricción y temperatura, además de mecanismos combinados, realiza el trabajo o actividad de transformar o convertir materias primas en pellet (Salgado y Carreño, 2016). Las partes que conforman la estructura son:

- **Tolva.** La tolva de alimentación es la primera etapa de funcionamiento; se deposita el balanceado en forma de harina para ser procesado; según la capacidad de producción, se realiza el diseño de la tolva (Salgado y Carreño, 2016).
- **Dados.** Los dados para fabricar alimentos balanceados deben ser de acero inoxidable altos en corno, para evitar corrosiones; su espesor efectivo debe ser de 45 a 50 mm; éste es el que se conoce como espesor efectivo o área de trabajo y no se le debe confundir con los alivios. Por lo general, los alimentos son peletizados en dados con agujeros de 1.8 a 2.2 mm de diámetro y una relación de compresión que oscila entre 18-22. La relación de compresión es simplemente el espesor efectivo del dado (50 mm) dividido por el diámetro del agujero (2.2 mm) (Granda, 2012).
- **Matriz.** Básicamente, está formada por un disco formado con rodillo en donde ingresa el balanceado y, por la presión que ejerce, estos son expulsados del disco, formando los pellets. Está fabricada de acero inoxidable que garantiza una vida útil más larga y producción constante de pellets de excelente calidad (Granda, 2012).
- **Rodillos.** Su función es proporcionar la fuerza de compresión entre el alimento y el dado; pueden tener muchas configuraciones, pero siempre hay que buscar el que tenga mejor tracción; por eso se recomienda usar rodillos con el mayor número de corrugaciones (canales) y que estos estén cerrados (Granda, 2012).

**Pellet.** Se define como la aglomeración por medio de sistemas mecánicos, donde pequeñas porciones de materia prima (ingredientes alimenticios) son altamente densificados (Flórez et al., 2010). Además, usualmente son mezclas compactadas en forma cilíndrica, con un diámetro determinado por un orificio por el cual se comprime y se forma; su longitud se define por el corte de un dispositivo que rompe la continuidad del flujo del material; este producto final puede ser de alimento, plástico y/o hasta madera (Salgado y Carreño, 2016).

**Características de los pellets.** Una de las características de los pellets que los convierte en una gran alternativa, es la diversidad de usos que pueden tener, debido a su bajo contenido de humedad y excelente capacidad calorífica; además, pueden ser almacenados fácilmente, por su alta reducción de volumen y su excelente durabilidad. Por otro lado, debido al ya mencionado bajo volumen, los pellets tienen una alta densidad (600-700 kg/m<sup>3</sup>) que, en aspectos de alimento, se traduce en un alto contenido nutricional (Salgado y Carreño, 2016).

**Unidad de producción no agropecuaria.** Es la unidad de organización de la producción no agropecuaria que está formada por un predio completo o, una parte de un predio en un municipio, dedicado al desarrollo de actividades exclusivamente no agropecuarias como las vinculadas a la transformación de productos agropecuarios, industria, comercio y servicios. La transformación de productos agropecuarios como la elaboración de alimentos para animales, producción de azúcar, panela y mieles, entre otros (DANE, 2016).

**Tipos de dosificación.** Una dosificadora es un mecanismo que proporciona una cantidad exacta de algún material o insumo de manera automática, agilizando y optimizando los recursos invertidos en la operación (Valarezo y Vizúete, 2016).

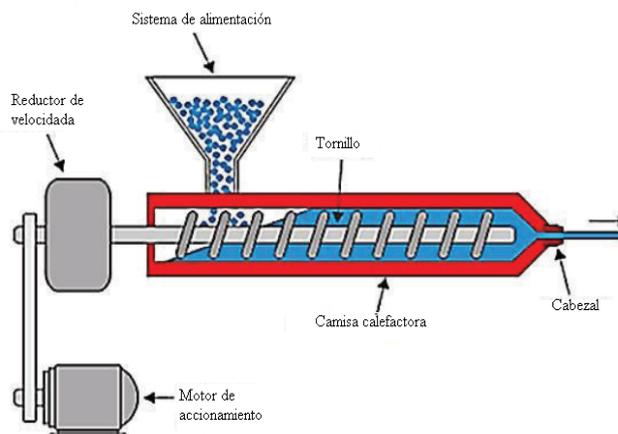
**Dosificadoras volumétricas.** Consisten en una tolva que contiene el producto y lo va suministrando al elemento dosificador, de manera que transportan un cierto volumen de material por unidad de tiempo. Entre ellas destacan el tornillo sin fin, la banda rodante, la compuerta rotativa y el émbolo (Valarezo y Vizúete, 2016).

**Dosificadoras gravimétricas.** Son máquinas precisas que controlan la masa final del producto a suministrar, ya que cuentan con una báscula acoplada al mecanismo donde reside el producto, para ser tasado y calibrado al peso deseado, así su retroalimentación constituye la herramienta clave para corregir defectos de dosificación (Valarezo y Vizúete, 2016), de banda y de pérdida de peso (Rodríguez Mora, 2019).

**Tornillo sin fin.** Este tipo de dosificadora tiene un tornillo sin fin en la parte inferior posterior a la tolva, liberando un volumen determinado de producto en cada vuelta, como se indica en la Figura 1. La rapidez del tornillo está dada por un sistema de reductor de velocidad a través de engranajes o bandas desde un motor. Está diseñada para productos en polvo (Valarezo y Vizúete, 2016).

**Figura 1**

*Tornillo sin fin*



Fuente: Valarezo y Vizúete (2016).

**Compuerta rotativa.** Constituye el elemento principal de este sistema y, si bien su construcción es simple y robusta, no obstante, es menos precisa que el mecanismo de tornillo; tiene, de igual manera, un motor que regula la velocidad de dosificación (Valarezo y Vizúete, 2016).

**Banda rodante.** Este sistema de dosificación es relativamente simple y su principio de funcionamiento está determinado según la variación de la velocidad de la banda y en la modificación de la cantidad de producto que sale, al regular la compuerta a la salida de la tolva. Su aplicación está enfocada a sólidos y polvos (Valarezo y Vizúete, 2016).

## 5. Conclusiones

El proyecto presenta una viabilidad productiva, ya que se incorpora a equipos ya establecidos por la empresa y, con la ayuda de tecnología para controlar las variables del proceso, mejora la producción de concentrados para aves.

Es importante resaltar que el desarrollo de tecnología en nuestro departamento aumenta la visualización y la productividad de las empresas, logrando articular a la universidad con el sector productivo y haciendo que los estudiantes de mecatrónica generen experiencia y competencias para el desarrollo industrial.

Se puede determinar que, a partir de una buena fundamentación teórica, se genera bases para identificar los aspectos importantes para el desarrollo de productos mecatrónicos para las empresas nariñenses.

## Referencias

- Albán, E. y Arias, Á. (2019). *Diseño, construcción e implementación de una máquina peletizadora de alimentos balanceados para el sector pecuario con capacidad de 100 kg/h*. Universidad Politécnica Salesiana de Quito.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2016). *Tercer Censo Nacional Agropecuario*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- Dos Santos, R.O., Bassi, L.S., Schramm, V.G., da Rocha, F.D., Dahlke, F., Krabbe, E., & Maiorka, A. (2020). Effect of conditioning temperature and retention time on pellet quality, ileal digestibility, and growth performance of broiler chickens. *Livestock Science*. DOI: 10.1016/j.livsci.2020.104110
- Flórez, D., Ramírez, W. y Varela, L. (2010). *Diseño conceptual de una máquina peletizadora de alimentos para aves de corral*. Universidad Nacional de Colombia.
- Granda, E. (2012). *Rediseño y automatización de la máquina peletizadora para la planta de balanceados espejo*. Universidad Técnica del Norte de Ecuador.
- Ledesma, A.M. y Ortega, J.H. (2017). *Automatización del proceso de dosificación, molienda y gestión de materias primas de alimentos balanceados* (Trabajo de Grado). Universidad Autónoma de Occidente. <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/9702/T07370.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lóor-Mendoza, N. (2016). *Fundamentos de los alimentos peletizados en la nutrición animal*. Universidad Laica "Eloy Alfaro".
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2021). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www1.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- Rodríguez Mora, D.A. (2019). *Diseño de un dosificador automático de baquelita para dos tipos diferentes de bases de licuadoras para la Empresa Nacional de Licuadoras NALIET S.A.S.* (Trabajo de Grado). Fundación Universidad de América. <http://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/7545?mode=full>

- Salgado, L.A. y Carreño, J.S. (2016). *Diseño y construcción de una máquina peletizadora de alimentos balanceados para ganado vacuno* (Trabajo de Grado). Universidad Nacional de Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/10802>
- Valarezo, I. y Vizuete, G. (2016). *Diseño de una dosificadora de jabones de glicerina con capacidad de setenta y dos unidades por minuto* (Trabajo de Grado). Escuela Politécnica Nacional. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/15228>
- Vargas, A. (2018). *Estudio de la producción de pellets a partir de borra de café* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/68833?locale-attribute=en>