



Diseño de una máquina empaquetadora de pasto verde para uso ganadero

Design of a green grass packing machine for livestock use

Projeto de máquina de embalagem de grama verde para uso pecuário

Dennis Holger Zambrano-Silva ^I
dennis.zambranos@ug.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-7518-0366>

Katusca Tamara Valle-Navarro ^{II}
katusca.vallen@ug.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-3337-8371>

Correspondencia: dennis.zambranos@ug.edu.ec

Ciencias técnicas y aplicadas
Artículo de investigación

***Recibido:** 05 de julio de 2020 ***Aceptado:** 20 de agosto 2020 * **Publicado:** 01 de septiembre de 2020

- I. Magíster en Sistemas de Producción y Productividad, Ingeniero Industrial, Universidad Estatal de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- II. Magíster en Administración de Empresas Mención en Recursos Humanos y Marketing, Ingeniera Mecánica, Universidad Estatal de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

Resumen

La alimentación es una de las bases fundamentales para el crecimiento y desarrollo de los animales y más cuando estos últimos son dedicados al pastoreo o cría con el fin de obtener productos como la leche o la carne. El pasto verde posee grandes nutrientes que permiten reflejar estas condiciones en el animal y así poder incrementar los ingresos en el sector agropecuario y ganadero. Es por ello, que se requiere de un forraje y ensilaje para que dicho alimento perdurará durante un tiempo largo y pueda el ganado alimentarse en época de sequía. Por lo cual, el objetivo general de esta investigación es analizar las características del diseño de una máquina empaquetadora de pasto verde para uso ganadero. La metodología empleada se basó en el desarrollo de técnicas de carácter documental y bibliográfico. Los resultados se basaron en los módulos mecánicos y los planos del diseño para la fabricación de la máquina. Como conclusión se diseñaron los módulos mecánicos necesarios para la construcción de la maquina como lo son, el módulo de tolvas que permite la entrada y salida del pasto respectivamente, el módulo de transmisión que permite el movimiento del sistema de trituración, el módulo de trituración que permite el corte del pasto en porciones pequeñas, el módulo de la estructura que permite soportar el peso de todos los elementos mecánicos y además se creó el sistema neumático que permite el sellado de los silos de bolsas plásticas.

Palabras Claves: ganado; alimento; pasto verde; empaquetadora

Abstract

Food is one of the fundamental bases for the growth and development of animals and more so when the latter are dedicated to grazing or breeding in order to obtain products such as milk or meat. Green grass has great nutrients that reflect these conditions in the animal and thus be able to increase income in the agricultural and livestock sector. For this reason, forage and silage are required so that this food lasts for a long time and the cattle can feed in the dry season. Therefore, the general objective of this research is to analyze the design characteristics of a green grass packing machine for livestock use. The methodology used was based on the development of documentary and bibliographic techniques. The results were based on the mechanical modules and design drawings for the manufacture of the machine. As a conclusion, the mechanical modules necessary for the construction of the machine were designed, such as the hopper module that allows the entry and exit of the grass respectively, the transmission module that allows the movement of the crushing system, the crushing module that allows the cutting of grass in small portions, the module of the structure that allows to support the weight

of all the mechanical elements and also created the pneumatic system that allows the sealing of the silos of plastic bags.

Keywords: won; food; green grass; packing

Resumo

A alimentação é uma das bases fundamentais para o crescimento e desenvolvimento dos animais e ainda mais quando estes se dedicam ao pastoreio ou à criação para a obtenção de produtos como o leite ou a carne. A grama possui ótimos nutrientes que refletem essas condições no animal e, assim, podem aumentar a renda do setor agropecuário. Por isso, a forragem e a silagem são necessárias para que esse alimento dure por muito tempo e o gado possa se alimentar na estação seca. Portanto, o objetivo geral desta pesquisa é analisar as características de projeto de uma embaladora de grama verde para uso pecuário. A metodologia utilizada baseou-se no desenvolvimento de técnicas documentais e bibliográficas. Os resultados foram baseados nos módulos mecânicos e desenhos de projeto para a fabricação da máquina. Em conclusão, foram concebidos os módulos mecânicos necessários à construção da máquina, como o módulo de tremonhas que permite a entrada e saída da erva respectivamente, o módulo de transmissão que permite a movimentação do sistema de trituração, o módulo de trituração que permite o corte da grama em pequenas porções, o módulo da estrutura que permite suportar o peso de todos os elementos mecânicos e também criou o sistema pneumático que permite a vedação dos silos de sacos plásticos.

Palavras-chave: Ganhou; Comida; grama verde; embalagem

Introducción

El ganado es una fuente segura de alimentos para la sociedad y es por ello, que su cría da garantía de obtener los productos más importantes en el desarrollo de la salud de los individuos, como son la leche y la carne roja. En otras palabras, es un conjunto de animales de cierta especie de los que se crían para la explotación, donde el ganado mayor comprende los caballos, asnos, mulas, bovino, etc., y el ganado menor se compone de corderos, cabras, cerdos, etc. (Larousse, 1992).

Los sistemas productores de ganado bovino, por ejemplo, tienen parámetros de funcionamiento. En donde, la mayoría de los sistemas ganaderos productores de carne, las características que más influyen en los costos de operación son: la eficiencia reproductiva de la vaca, que se mide

de acuerdo al porcentaje de terneros destetados y el desempeño productivo del ternero (Zapata, Garay, & Restrepo, 2007).

Un factor importante en el desarrollo del ganado en función del tiempo es la alimentación. Se alimenta con pastos naturales *Paspalum notatum*, *Bothriochloa pertusa*, *Panicum maximum* y *Cynodon nlemfluensis* (Espinoza Villavicencio, y otros, 2015). Estos son la principal fuente de alimentos para los rumiantes, especialmente en los sistemas extensivos, donde existe la tendencia de un incremento en el uso de los forrajes, como el pasto picado y el heno en la época de sequía, mientras que en los intensivos también se les suministra a los bovinos alimentos concentrados.

Las principales limitantes en la producción de pastos son la estacionalidad climática, la mayor superficie son pasturas nativas o degradadas, con bajo potencial de producción de materia seca y limitado valor nutritivo, manejo inapropiado del pastoreo, ausencia de planes de fertilización de acuerdo a los requerimientos de las especies y del suelo, escasa producción de semillas de pastos, falta de infraestructura como riego, drenajes, construcción de callejuelas y cercas que mejoren la eficiencia en el uso de las pasturas.

Del mismo modo, el suministro uniforme de pastos, ha sido el principal problema, en la ganadería, no solo por sus efectos directos en la producción y sus costos, sino por las secuelas en la salud de los animales y en la degradación de los pastizales. El pastoreo diferido, el riego especialmente de pastos para corte y la conservación ya sea como heno o silo, han sido las formas teóricas de solventar el problema en las regiones con estacionalidad acentuada.

Uno de los factores que permite una mayor proporcionalidad del alimento y así de la ganancia de peso es la henificación. Esta se ha orientado hacia un cultivo semi-industrializado, con altas inversiones en climas menos húmedos y con elevados precios de venta, casi similares a los alimentos concentrados. Estas actividades requieren alta inversión, planificación y un trabajo adicional que a menudo no es compensado en el corto plazo por un cambio en los niveles de producción.

Un aspecto a considerar es el ensilaje como técnica de empaquetado con el fin de obtener un producto acorde y de calidad necesario para el ganado. Es una técnica de conservación de forraje verde mediante fermentación anaeróbica (sin presencia de oxígeno), que cuando está bien implementada permite mantener y conservar la calidad nutritiva del pasto verde durante mucho tiempo. Además, se destacan por ser los recursos para alimentación invernal, debido a su contenido proteico (>22%) y energético (>2,8 Mcal/kg) (Anrique, 2014).

El punto fundamental es evitar el contacto del forraje ensilado con el aire, lo cual se logra mediante una buena compactación y almacenamiento en un ambiente totalmente hermético, lo cual puede lograrse por el acondicionamiento de alguna estructura sellada y/o mediante su cubrimiento con plástico.

Esta técnica es bastante desarrollada, pero con altos costos de capital para la compra de equipos que son fabricados en el exterior. Es por ello, que se plantea surge la necesidad de la creación de una máquina trituradora y empaquetadora de pasto para el uso ganadero, la cual es una máquina empleada para desmenuzar en trozos pequeños las plantas agrarias destinadas a la alimentación del ganado, como lo es el pasto verde.

Esta máquina consta de una serie de sistemas mecánicos que tendrán como fin el accionamiento del sistema de triturador, conformado por un juego de cuatro cuchillas y disco que servirá de soporte donde se triturará el pasto en trozos pequeños, luego serán expulsados a través de una tolva de descarga, en el cual su salida desembocará en un saco. Seguidamente serán sellados, por medio de planchas de termofusión, por los extremos superiores, por el cual fue introducido el pasto verde ya desmenuzado, logrando así la conservación del mismo.

Por lo tanto, el objetivo general de esta investigación es analizar las características del diseño de una máquina empaquetadora de pasto verde para uso ganadero. La metodología empleada se basó en el desarrollo de técnicas de carácter documental y bibliográfico.

Método

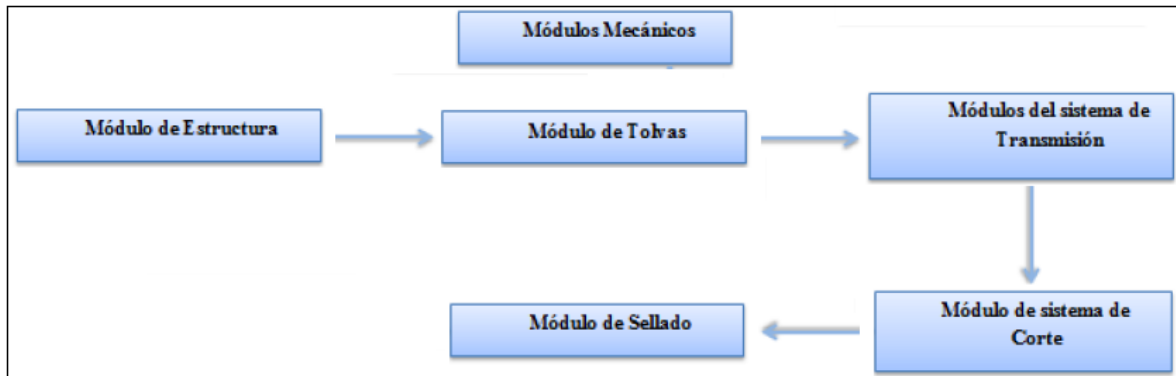
La metodología empleada se basó en el desarrollo de investigaciones de tipo documental y bibliográfica a través de medios como textos, documentos y artículos científicos publicados disponibles en la web. El procedimiento de investigación se derivó de los siguientes objetivos: Describir las características del ganado, establecer las características de alimentación del ganado, determinar las características del empaquetado y desarrollar el diseño mecánico de la máquina empaquetadora de pasto verde.

Resultados

Módulos mecánicos necesarios para la fabricación de la máquina

Para obtener el diseño de la máquina es preciso delimitar los módulos que son importantes para el desarrollo del objetivo que el empaquetado de pasto verde picado. Este sistema contara con una tolva de alimentación, el sistema de transmisión, el sistema de corte por medio de un disco con cuchillas y el módulo de sellado. Esto se puede detallar en la Figura 1.

Figura 1. Estructura del modelo mecánico a implementar en la máquina empaquetadora de pasto verde.

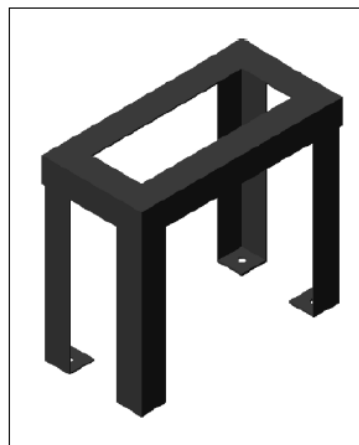


Fuente: (BLANCO & MONTERO, 2016)

Existe un módulo importante en el desarrollo de la máquina. Este es la estructura metálica que soporta el equipo principal. Se evaluó un perfil cuadrado de 2x2 pulgadas con 100 centímetro de longitud que actúa como apoyo para la mesa de la máquina trituradora y empaquetadora de pasto verde, la cual presentará condiciones en sus extremos de rotación y traslación fija, viéndolo como una columna (BLANCO & MONTERO, 2016).

Los resultados se basaron en los cálculos del factor de fijación de los extremos, longitud efectiva, razón de esbeltez, coeficiente crítico y el factor de seguridad para que la columna no falle por el peso. Para este último factor se obtuvo un factor de 1,88 que es mayor a 1, demostrando que no fallará. La estructura se puede observar en la Figura 2.

Figura 2. Estructura metálica de la máquina.

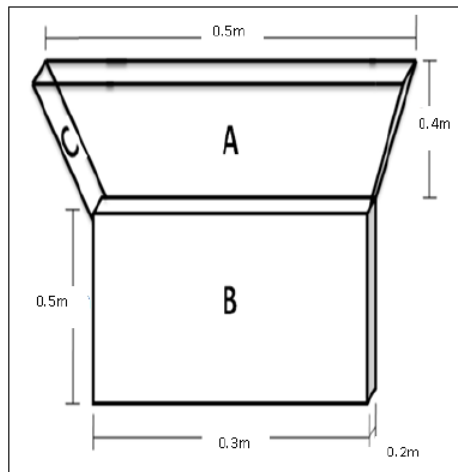


Fuente: (BLANCO & MONTERO, 2016)

Otro componente importante son las tolvas que conforman el sistema de alimentación. Esta estructura por donde introducirá el pasto verde, en su interior posee un volante triturador el cual

contiene 4 cuchillas para el triturado del pasto. Se utilizaron ecuación que determinarán los valores permisibles para su fabricación. Estos son: cálculo de volumen y espesor de la lámina metálica por medio de los esfuerzos normales y cortantes que sufrirá dicha estructura. Las dimensiones del mismo se muestran en la Figura 3.

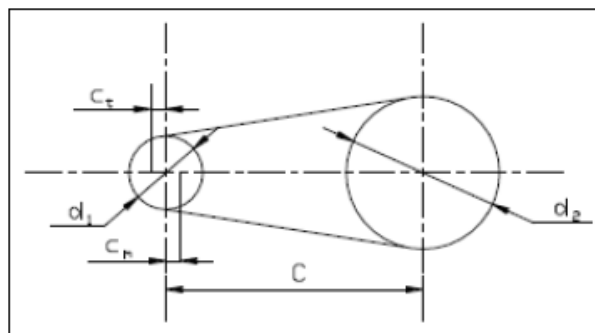
Figura 3. Dimensiones de la tolva de alimentación.



Fuente: (BLANCO & MONTERO, 2016)

De la misma manera, el sistema de transmisión es de suma importancia en el proyecto debido a que permite el movimiento que proviene del motor eléctrico al disco cortador de pasto verde. Para ello, es necesario el cálculo de la potencia, cálculo de potencia transferible, cálculo de la velocidad lineal, cálculo de las correas, cálculo del eje de la transmisión y el factor de seguridad para que el eje de transmisión no falle el cual es de 184,5. El sistema se visualiza en la Figura 4.

Figura 4. Sistema de transmisión utilizado en la máquina.



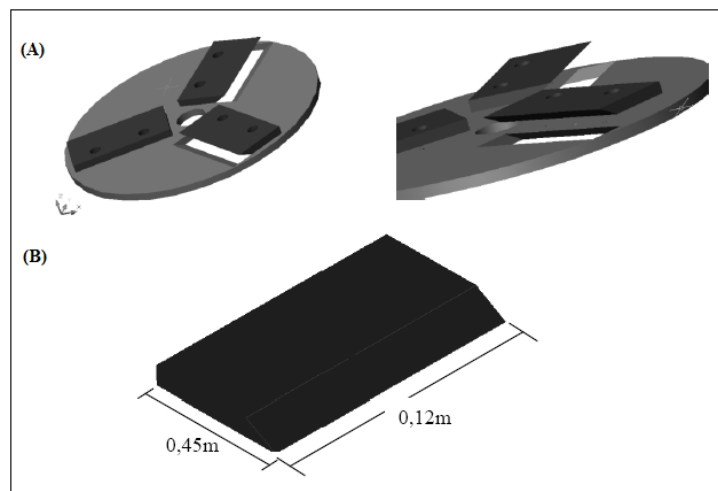
Fuente: (BLANCO & MONTERO, 2016)

Por otro lado, uno de los principales sistemas de la máquina es el picador de pasto, el cual se convierte en la columna vertical de la máquina. Este se encargará de picar el pasto introducido

por la tolva de alimentación. El elemento utilizado es un disco o volante, dispuesto de tal forma que contenga las cuchillas y paletas ubicadas radialmente, las primeras se encargan del picado, mientras que las otras impulsan el pasto verde través del conducto de descarga (BLANCO & MONTERO, 2016).

Para el diseño de las cuchillas se toma en consideración las ecuaciones de volumen, del peso de las mismas, esfuerzo de corte y factor de seguridad. Este último arrojó un valor de 76, el cual permite que la cuchilla no falle ante los cortes que hará en el pasto verde. También se realizaron los cálculos para el disco porta cuchilla. Este disco estará girando a 3600 RPM (dato proporcionado por el motor seleccionado en el módulo de potencia) con una velocidad angular de 377 rad/seg calculado en el módulo de potencia, tendrá cuatro entradas de 120 mm de longitud, un ancho de 45mm, y un espesor de corte de 3mm (dimensión apropiada del trozo de pasto para el consumo de los diversos tipos de ganado, y evitar con esto problemas digestivos en los mismos). El factor de seguridad arrojado es de 1,02 lo cual soportará las presiones ejercidas sobre él. Este se puede detallar en la Figura 5.

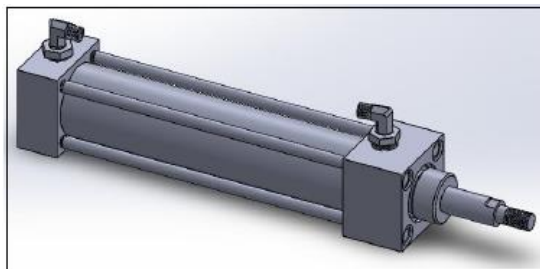
Figura 5. (A) Colocación de las cuchillas en el portacuchillas y (B) especificaciones de las cuchillas.



Fuente: (BLANCO & MONTERO, 2016)

Seguidamente, se utiliza un sellador que permitirá cerrar el saco relleno de pasto verde que proviene de la zona de corte. Este sistema cuenta con un cilindro neumático de doble efecto con vástago de acero inoxidable y una carrera de 15 centímetros, ya que este permite mantener el compactado del silo hasta formarse uno nuevo. Las fuerzas que ejercerá este cilindro son: fuerza de avance de 1929,29 KgF, fuerza de retroceso de 1630,25 KgF y una fuerza de compactación de 12,2Kbar. Este cilindro se muestra en la Figura 6.

Figura 6. Cilindro neumático de doble efecto.

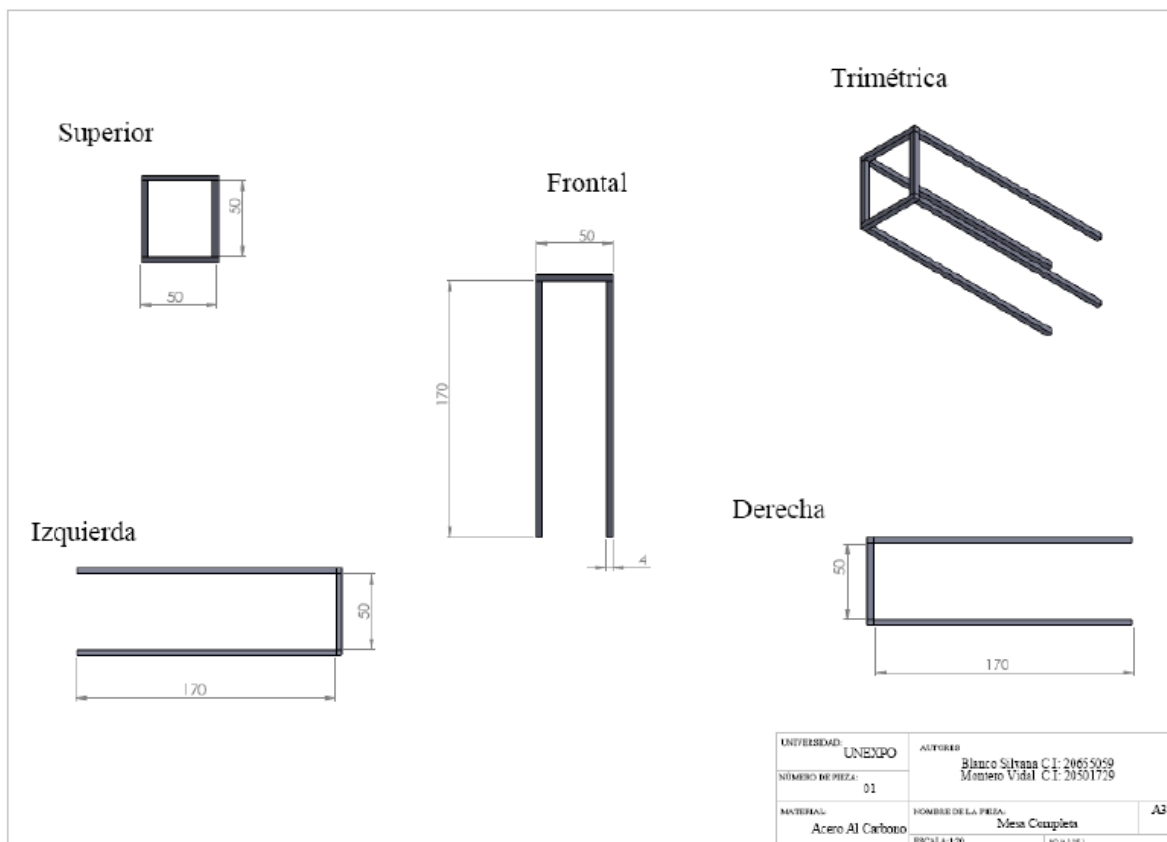


Fuente: (BLANCO & MONTERO, 2016)

Planos mecánicos que conforman la máquina empaquetadora

El primer paso son los cálculos mecánicos para determinar la estructura metálica que soportará el peso de todos los implementos y módulos. En la Figura 7 se detalla el plano de diseño de la estructura base de la máquina empaquetadora de pasto verde.

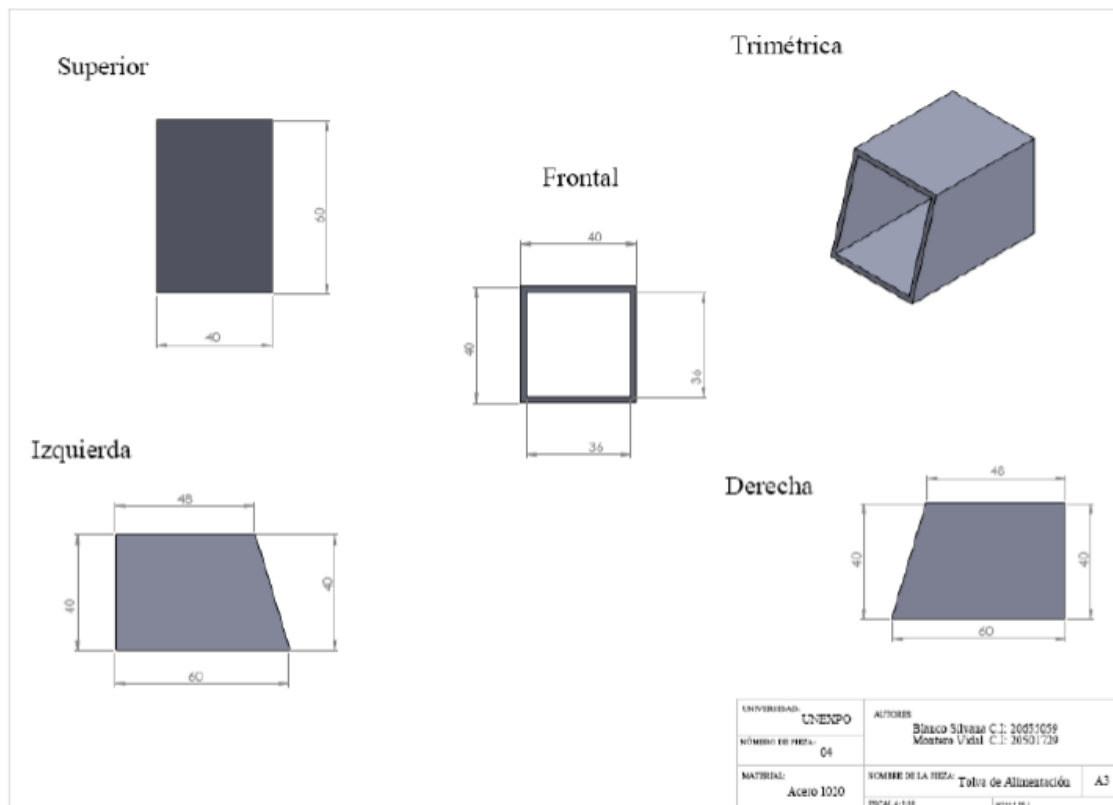
Figura 7. Plano de diseño de la estructura metálica que soportará los demás módulos y dará estabilidad a la máquina empaquetadora de pasto verde.



Fuente: (BLANCO & MONTERO, 2016)

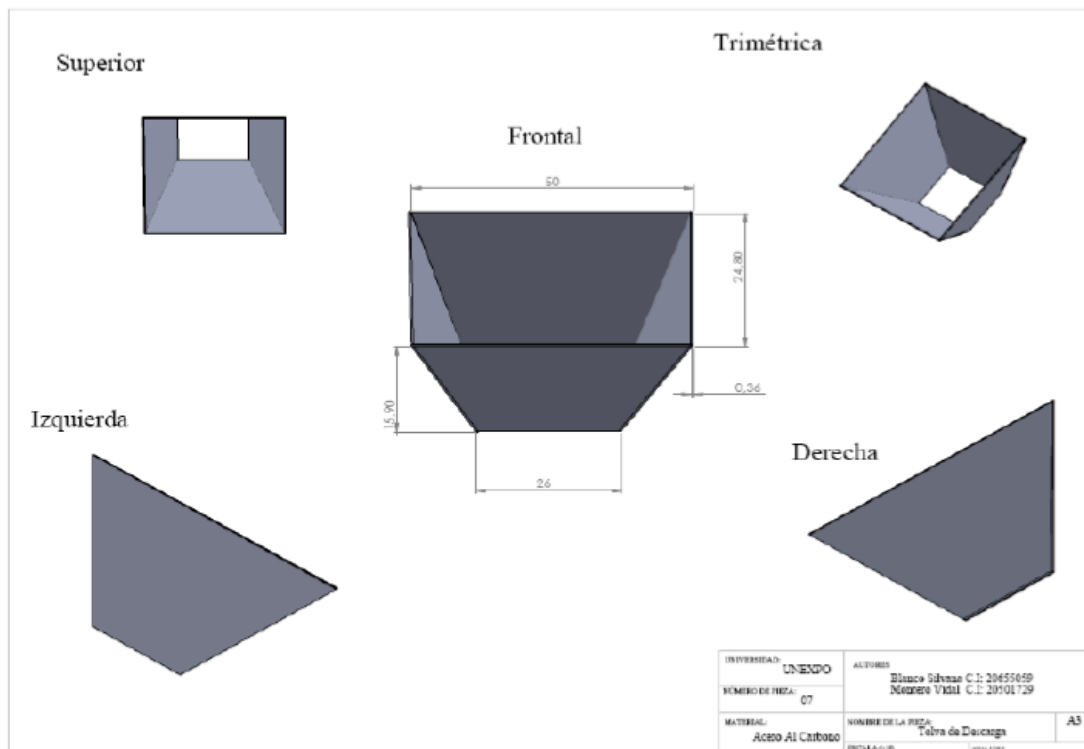
Para el diseño de las tolvas se aplicaron los cálculos respectivos arrojado los planos que se muestran en la Figura 8, Figura 9 y Figura 10. Para el sistema más importante del diseño que es el disco con cuchillas se realizaron los cálculos de esfuerzo que permitan soportar la resistencia generada por el volumen de pasto dentro de la tolva. En la Figura 11 y Figura 12 se pueden observar el plano del disco y el plano de la cuchilla, respectivamente. En la Figura 13 se detalla el plano general de la maquina empaquetadora de pasto verde.

Figura 8. Plano de la tolva de alimentación.



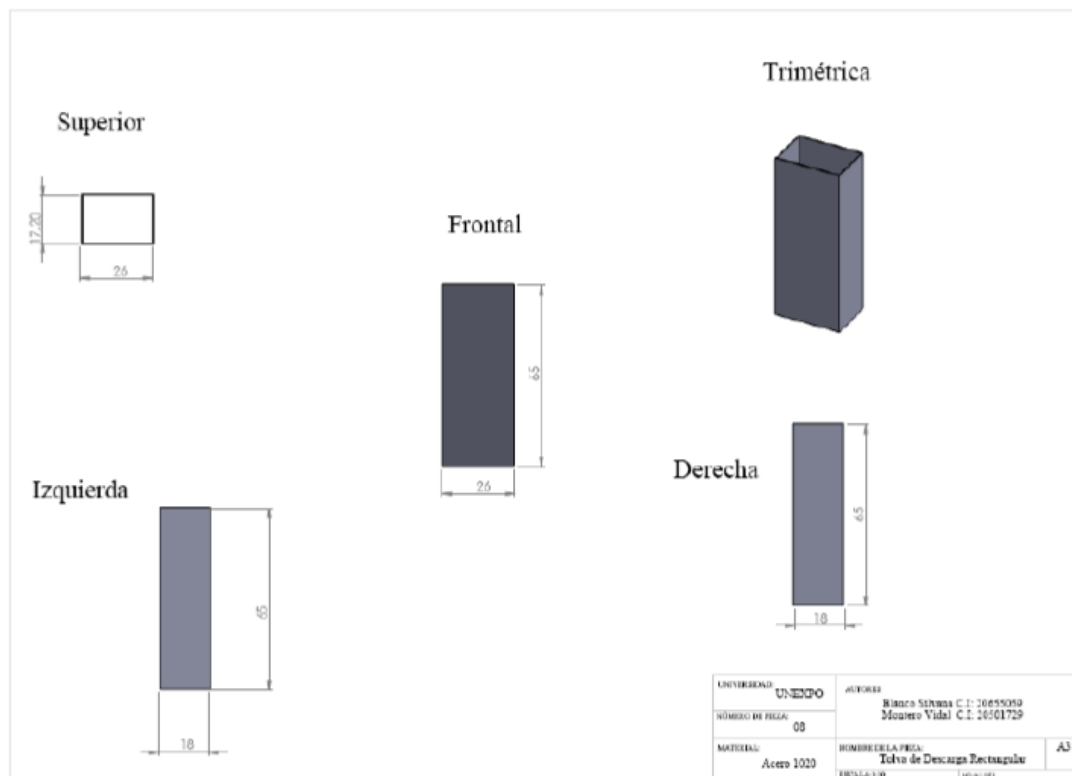
Fuente: (BLANCO & MONTERO, 2016)

Figura 9. Plano de la tolva de descarga.



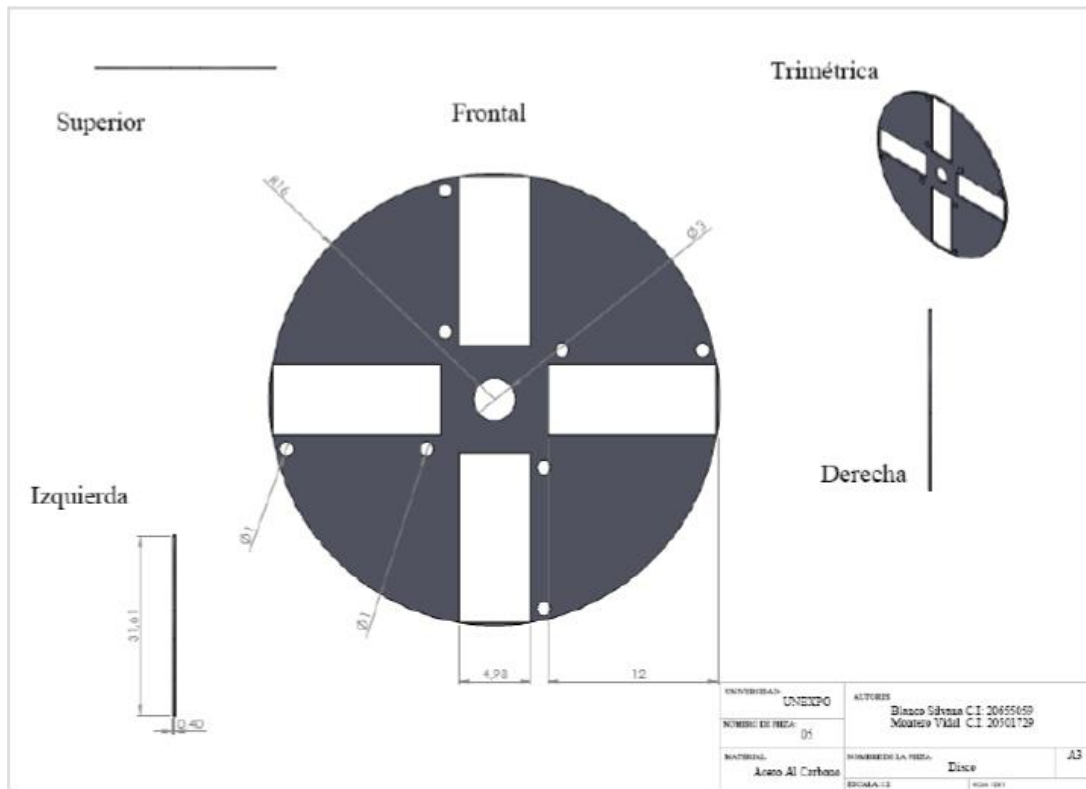
Fuente: (BLANCO & MONTERO, 2016)

Figura 10. Plano de la tolva de descarga rectangular.



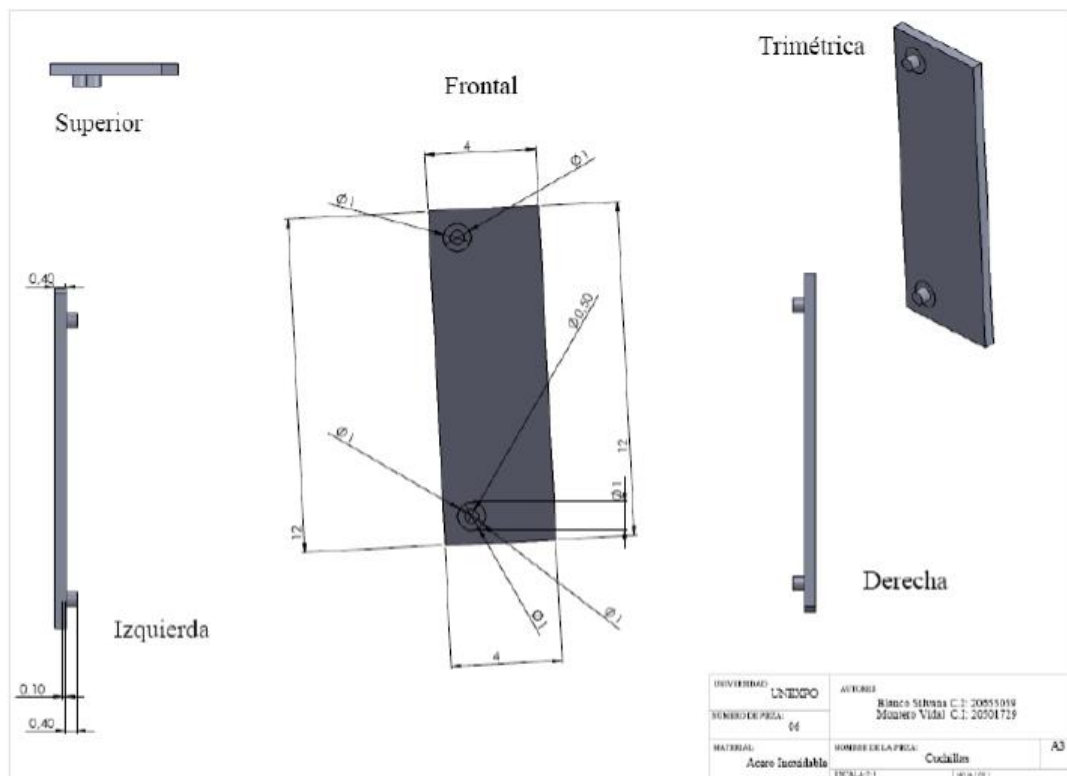
Fuente: (BLANCO & MONTERO, 2016)

Figura 11. Plano del disco portacuchillas.



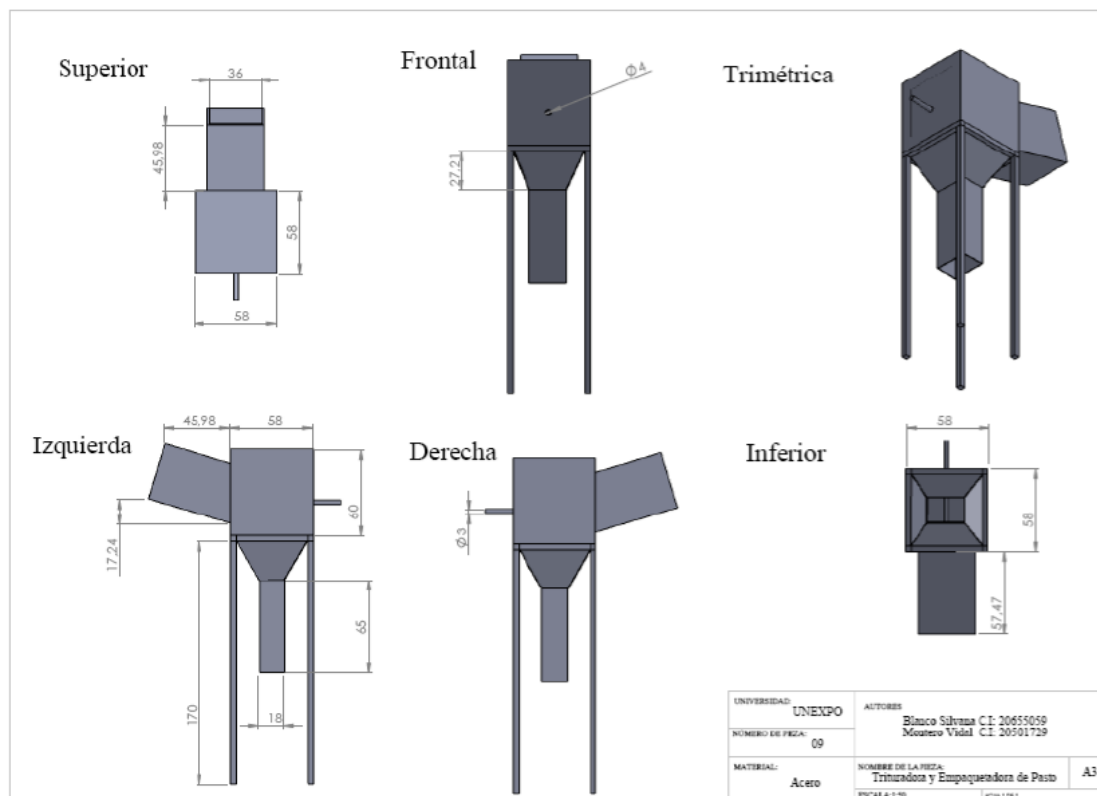
Fuente: (BLANCO & MONTERO, 2016)

Figura 12. Plano de la cuchilla.



Fuente: (BLANCO & MONTERO, 2016)

Figura 13. Diferentes vistas de la sección de la tolva de alimentación que corresponde a la máquina empaquetadora de pasto verde.



Fuente: (BLANCO & MONTERO, 2016)

Discusión y conclusiones

La alimentación es una de las bases fundamentales para el crecimiento y desarrollo de los animales y más cuando estos últimos son dedicados al pastoreo o cría con el fin de obtener productos como la leche o la carne. El pasto verde posee grandes nutrientes que permiten reflejar estas condiciones en el animal y así poder incrementar los ingresos en el sector agropecuario y ganadero.

Una de las técnicas es el forraje y ensilaje las cuales permiten una mayor perduración del alimento debido a que lo deja hermético en un empaque a causa de la no presencia de oxígeno. Esta técnica es vital para aquellas zonas donde existen sequías que no permiten obtener el pasto de las praderas, por lo que se recurre a este tipo de técnica para garantizar el alimento a los animales.

Poder producir este tipo de empaquetado requiere de alta inversión de capital por parte de los ganaderos. Para los pequeños y medianos productores de leche y carne es casi imposible esta adquisición, aunado a que la compra sería en el exterior por ser los máximos exponentes de esta

técnica. Para ello se plantea la creación de una máquina empaquetadora de pasto verde para uso ganadero en la cual se utilizarían recursos que se encuentran en el país por ser de fácil acceso. Se diseñaron los módulos mecánicos necesarios para la construcción de la maquina como lo son, el módulo de tolvas que permite la entrada y salida del pasto respectivamente, el módulo de transmisión que permite el movimiento del sistema de trituración, el módulo de trituración que permite el corte del pasto en porciones pequeñas, el módulo de la estructura que permite soportar el peso de todos los elementos mecánicos y además se creó el sistema neumático que permite el sellado de los silos de bolsas plásticas.

Referencias

1. Anrique, R. (2014). Composición de alimentos para el ganado bovino. Chile: Consorcio Tecnológico de la Leche y Fundación para la Innovación Agraria. Obtenido de <http://uprid2.up.ac.pa:8080/xmlui/handle/123456789/2073>
2. BLANCO, S., & MONTERO, V. (2016). DISEÑO DE UNA MAQUINA TRITURADORA Y EMPAQUETADORA DE PASTO VERDE PARA EL USO GANADERO. Carora, Venezuela: Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Mecatrónico de la Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre.
3. Espinoza Villavicencio, J. L., Ceró Rizo, Á., Guerra Iglesias, D., Palacios Espinosa, A., Domínguez Viveros, J., & González-Peña Fundora, D. (2015). Factores ambientales parámetros genéticos para algunas características reproductivas en bovinos Chacuba. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 6(4), 431-441. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v6n4/2448-6698-rmcp-6-04-00431.pdf>
4. Larousse. (1992). Diccionario enciclopédico Larousse, Tomo IV. Barcelona, España: Editorial Planeta, S. A.
5. Zapata, E. A., Garay, O. V., & Restrepo, L. F. (2007). Características de crecimiento en bovinos mestizos en la costa norte Colombiana. *Livestock Research for Rural Development*, 19, 5., 1-11. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Oscar_Vergara_Garay/publication/296812154_Growth_traits_in_crossbred_beef_cattle_in_north_Colombia/links/56eff72308ae3c6534365f14.pdf