

APROVECHAMIENTO DEL CONTENIDO RUMINAL BOVINO GENERADO
EN LAS PLANTAS DE BENEFICIO, PARA LA OBTENCIÓN DE UN
SUPLEMENTO ALIMENTARIO PELETIZADO

GERLYS JOSÉ RAMÍREZ PÉREZ

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN PROCESOS DE ALIMENTOS Y BIOMATERIALES
AGUACHICA, CESAR
2020

APROVECHAMIENTO DEL CONTENIDO RUMINAL BOVINO GENERADO
EN LAS PLANTAS DE BENEFICIO, PARA LA OBTENCIÓN DE UN
SUPLEMENTO ALIMENTARIO PELETIZADO

GERLYS JOSÉ RAMÍREZ PÉREZ

TRABAJO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR POR EL TÍTULO
DE ESPECIALISTA EN PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS
Y BIOMATERIALES

ANDREA VASQUEZ GARCIA
DOCTORA EN INGENIERIA DE ALIMENTOS

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS BASICAS, TEGNOLOGÍA E INGENERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN PROCESOS DE ALIMENTOS Y BIOMATERIALES
AGUACHICA, CESAR
2020

CONTENIDO

RESUMEN	7
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	11
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
JUSTIFICACIÓN	14
OBJETIVO GENERAL	15
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1. EL RUMEN COMO RESIDUO POTENCIAL PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL	16
1.1. Aprovechamiento del contenido ruminal bovino	16
1.1.1 Proceso de transformación del contenido ruminal bovino en un suplemento alimenticio	17
1.1.2 Simulación del proceso utilizando el software COCO	19
1.1.3 Variables más influyentes en el proceso	20
2. HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS	21

2.1.1 Optimización de proceso por medio de análisis estadístico, enfocado a la elaboración de un suplemento alimentario a base del contenido ruminal bovino.....	21
2.1.2 Condiciones y variables a optimizar del proceso de elaboración de un suplemento alimentario a base del contenido ruminal bovino.....	22
3. NORMATIVIDAD VIGENTE EN EL DESARROLLO DE PRODUCTOS Y PROCESOS BIOTECNOLÓGICOS.....	24
4. PERTINENCIA Y VIABILIDAD DEL APROVECHAMIENTO DEL CONTENIDO RUMINAL PARA LA ELABORACIÓN DE UN SUPLEMENTO ALIMENTARIO.....	26
CONCLUSIONES.....	29
BIBLIOGRAFÍA.....	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso	18
Figura 2. Flujograma del proceso mediante la utilización del simulador COCO	19
Figura 3. Flujograma del proceso de secado, mediante la utilización del simulador COCO	20

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Composición del contenido ruminal	22
--------------------------------------------------	----

RESUMEN

El beneficio de ganado bovino genera grandes cantidades de contenido ruminal, a nivel regional el Departamento del Cesar cuenta con tres frigoríficos que producen más de 58 toneladas al mes, dicho residuo es rico en nutrientes que pueden ser aprovechados en forma de pellets para la alimentación animal. Utilizando el proceso industrial de peletizado se puede elaborar un suplemento alimentario del contenido ruminal de bovinos, que es sometido a un proceso de secado a 90° C hasta lograr un contenido de humedad entre 14-15% y que adicionalmente es mezclado con harina de maíz en un 30% para aliviar el sabor característico de dicho subproducto. Adjunto a eso, se realiza un análisis de las operaciones más influyentes en el proceso de elaboración del producto, optando por el proceso de secado y mezclado, ya que el primero es elemental para la conservación del alimento que evita el desarrollo de microorganismos y el segundo debido a que hace más agradable el producto para los animales.

Dentro de todos los procesos productivos es indispensable y necesario realizar mejoras continuas y constantes para poder ofrecer productos y servicios de buena calidad y ser más competitivos en el mercado. Siempre es necesario identificar las oportunidades de mejora y las variables que influyen en optimizar y volver más eficiente un proceso; para esto existen un sinnúmero de herramientas que permiten realizar estas mejoras y optimización en los procesos que dependiendo de su finalidad, se enfocan en diversos aspectos como: recursos humanos, análisis estadísticos, simulación de procesos, automatización, herramientas para ordenar ideas, gestión de proyectos, procesos de mejora continua, prevención y enfoques a equipos, entre otros. En este trabajo se describieron algunas de las herramientas más utilizadas en la industria y a su vez se propuso la utilización de una de ellas en el proceso de elaboración de un suplemento animal a base del contenido ruminal

bovino. Con el trabajo se observa que hay mucha aplicabilidad de dichas herramientas y pueden ser implementadas en diversas etapas del proceso.

PALABRAS CLAVE: Rumen, residuo agroalimentario, planta de beneficio, pellets, Mejora continua, optimización de procesos, simulación.

ABSTRACT

The benefit of cattle generates large amounts of ruminal content, at the regional level the Department of Cesar has three meat processing plants that produce more than 58 tons per month, said residue is rich in nutrients that can be used in the form of pellets for animal feed. Using the industrial pelletizing process, a feed supplement is made from the ruminal content of bovines that is subjected to a drying process at 90 ° C until achieving a moisture content between 14-15% and that is additionally mixed with corn flour in a 30% to alleviate the characteristic flavor of said by-product. Attached to this, an analysis of the most influential operations in the product's elaboration process is carried out, opting for the drying and mixing process, since the first is essential for the conservation of the food that prevents the development of microorganisms and the second because it makes the product more pleasant for animals.

Within all production processes it is essential and necessary to make continuous and constant improvements to be able to offer good quality products and services and to be more competitive in the market. It is always necessary to identify the opportunities for improvement and the variables that influence optimizing and making a process more efficient; For this, there are a number of tools that allow these improvements and optimization of the processes that, depending on their purpose, focus on various aspects such as: human resources, statistical analysis, process simulation, automation, tools to organize ideas, project management , continuous improvement processes, prevention and team approaches, among others. In this work, some of the most used tools in the industry were described and, in turn, the use of one of them in the process of preparing an animal supplement based on bovine ruminal content was proposed. With the work it is observed that there is a lot of applicability of these tools and they can be implemented in different stages of the process.

Key words: Rumen, agri-food waste, beneficiation plant, pellets, continuous improvement, process optimization, simulation.

INTRODUCCIÓN

El sacrificio es el proceso mediante el cual se da muerte a un animal de manera adecuada evitándole sufrimiento, con el objetivo de utilizar su carne y partes para el consumo humano. Este proceso es un eslabón fundamental de la cadena cárnica, la cual se compone de las fases de producción, transporte, beneficio en plantas de sacrificio y comercialización. Tras el sacrificio del animal, se produce la extracción de la carne, vísceras, despojos, contenido ruminal, grasa y cuero. (DANE, 2020a)

El contenido ruminal, también conocido como “ruminaza” es un subproducto originado del sacrificio, el cual al momento de su muerte contiene todo el material que no alcanzó a ser digerido. Su consistencia es de una papilla, con un color amarillo verdoso y un olor característico muy intenso, posee una gran cantidad de flora y fauna microbiana y productos de la fermentación ruminal, por esto se puede decir que es una alternativa para la alimentación de rumiantes, pollos y cerdos de engorde, por sus características químicas, biológicas, bromatológicas y su amplia disponibilidad. (Trillos, Plata, Mestre, & Araujo, 2006) (Rios, V & Ramirez, H, 2012)

En cuanto a los procesos productivos, la mayoría de expertos en Gestión de Calidad coinciden en que gran parte de los problemas relacionados con la calidad y la productividad (defectos, fallos,...), pueden ser solucionados mediante herramientas de fácil utilización y comprensión que permite mantener y mejorar el estándar de trabajo mediante progresos pequeños y graduales, cuyo objetivo final es la mejora de los procesos para conseguir optimizar todos los recursos de los que dispone una empresa. (Wikilibro, 2012)

Con el desarrollo de esta investigación se busca conocer e identificar algunos subproductos o residuos de la cadena agroalimentaria, que son potencialmente aprovechables al darles un mejor manejo y un valor agregado con la implementación

de procesos biotecnológicos. De igual manera se relaciona el uso de simuladores, como una herramienta importante a la hora de conocer los posibles comportamientos de un proceso y considerando los diversos cambios de variables. En esta ocasión se utilizó el programa coco que permite simular diversos procesos químicos e industriales. También se busca conocer e identificar las diferentes herramientas existentes para la optimización de procesos y proponer cuál de ellas se ajusta más en el proceso biotecnológicos para el aprovechamiento de residuos agroalimentarios propuesto.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente el alto desarrollo de la industria agroalimentaria trae consigo la generación de residuos, subproductos y desperdicios, que en ocasiones se convierten en una problemática ambiental, debido a que las mayorías de empresas no tienen un plan o un proceso para el aprovechamiento de dichos residuos y algunas veces estos terminan en las fuentes hídricas o los rellenos sanitarios. Para el caso de las plantas de beneficio de animales bovinos se genera una gran cantidad de desechos como lo son el rumen, estiércol, sangre, entre otros.

El contenido ruminal es uno de los subproductos que al no aprovecharse o al no disponerse correctamente se convierte en una fuente de material contaminante para el ambiente y puede traer consecuencias para la salud pública, debido la generación de malos olores y a la proliferación de plagas.

Muchas plantas de beneficio a nivel nacional carecen de una capacidad instalada y técnicas que permitan un adecuado vertimiento de residuos líquidos y sólidos generados en el proceso de faenado y sacrificio del ganado. En el departamento del Cesar se generan grandes cantidades de contenido ruminal que no están siendo aprovechados, pero al darles un tratamiento y un valor agregado se puede convertir en una materia prima con muy buen potencial para la alimentación animal.

JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo pretende contribuir en el aprovechamiento de residuos o subproductos generados en las actividades de sacrificio y faenado de ganado, brindando una alternativa para el uso del contenido ruminal como materia prima para ser usada en suplementos alimenticios para animales, debido a su gran aporte en fibra y proteína.

Con esto también se logra disminuir significativamente la cantidad de desechos o residuos que contaminan el medio ambiente, al evitar una mala disposición de estos y paralelamente se obtiene un beneficio económico al comercializarse un subproducto que anteriormente era considerado un residuo que generaba pérdidas.

Esta propuesta es potencialmente viable, puede ser utilizada y optimizada de diferentes maneras, gracias a las diversas herramientas que nos brinda la tecnología en mira al aprovechamiento de productos y al mejoramiento ambiental.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Identificar las propiedades y viabilidad que tiene el contenido ruminal bovino para ser usado como suplemento en la alimentación animal.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las ventajas y beneficios que se pueden tener al utilizar el rumen para la elaboración de un suplemento alimenticio.
- Realizar un rastreo documental sobre las cantidades de residuos producidos en las plantas de beneficio del departamento del Cesar.
- Describir las etapas o procesos necesarios para obtener el suplemento alimentario en presentación de pellets.
- Identificar las variables más influyentes dentro de la etapa productiva y su importancia.
- Proponer el uso de simuladores y de herramientas que permitan realizar una optimización del proceso propuesto.

1. EL RUMEN COMO RESIDUO POTENCIAL PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Los rumiantes son mamíferos que se han especializado en consumir material vegetal fibroso, que las enzimas digestivas son incapaces de degradar, pero mediante la fermentación que proporcionan los microorganismos que viven en simbiosis en el rumen, son aprovechados. Estos tienen una gran capacidad gástrica que hace que mantengan los alimentos el tiempo suficiente para ser digeridos. El rumen nunca se vacía, por lo que en el momento del sacrificio del animal se genera como residuo el contenido ruminal que oscila entre 7 y 10 kg. Esta pasta es verdosa de olor característico intenso, rica en flora, fauna microbiana y productos de la fermentación animal. (Araujo Febres, Omar y Vergara-López, 2007)(Trillos et al., 2006)

1.1 Aprovechamiento del contenido ruminal bovino

El Departamento del Cesar cuenta con 3 plantas de sacrificio, que para el primer trimestre del 2020 reportó más de 25.000 cabezas de ganado. Teniendo en cuenta que el contenido ruminal generado por esta actividad, generando más de 58 toneladas de dicho subproducto al mes. (Contexto Ganadero, 2018) (DANE, 2020b)

La investigación continua y la búsqueda de alternativas de transformación sobre este derivado para incrementar la eficiencia productiva y económica del beneficio del ganado bovino, ha dado como resultado la intención del aprovechamiento de este subproducto que era considerado “residuo” en un producto adecuado como suplemento con grandes cantidades de nutrientes destinado a la alimentación de animales de engorde con una adición del 30% en harina de maíz. (Trillos et al., 2006)

1.1.1 Proceso de transformación del contenido ruminal bovino en un suplemento alimenticio

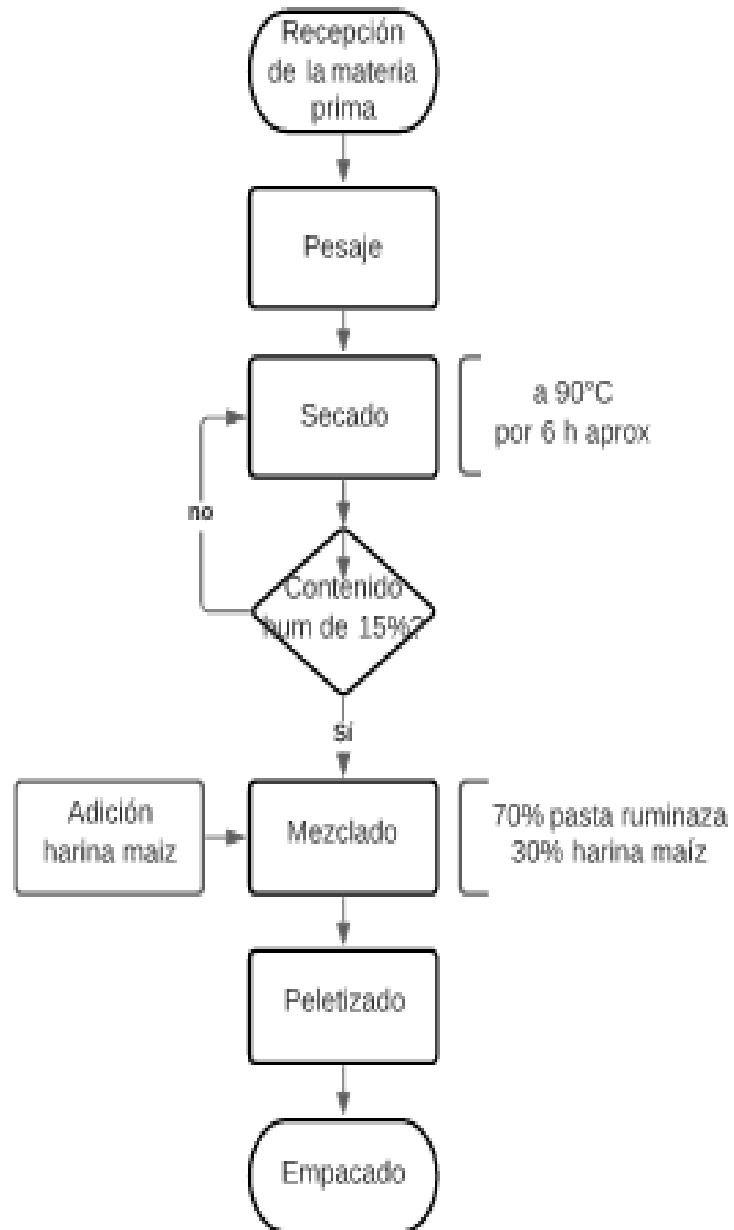
La peletización del producto se hace debido a que los pellets tienen ventajas sobre el resto de los alimentos balanceados, ya que tienen menos polvo, proporcionan una nutrición más equilibrada, aumenta el consumo de alimento, es fácil de almacenar y transportar. Además, que la producción y calidad del animal depende directamente de la absorción de la nutrición diaria del alimento. (Zhou & China, 2013)

Para el caso de la adición de harina de maíz al 30% se opta para mejorar el sabor del producto final y por el aporte energético y proteico que contiene, además de su bajo costo en comparación con otras materias primas del mercado. (Gallardo, 2018)

Para la elaboración del suplemento animal se lleva a cabo un proceso de distintas operaciones que permiten la transformación de este residuo en un producto altamente comercial que serán descritas a continuación y que posteriormente serán representadas en la figura 1 mediante un diagrama de flujo.

El primer paso comienza con la recepción de la materia prima que debe ser pesada para tener un control acerca de las cantidades involucradas en el proceso, posterior a eso se somete a un proceso de secado a 90° Celsius ya que a esta temperatura conservamos las propiedades nutricionales del alimento, esta operación dura aproximadamente 6 horas, está condicionada al contenido de humedad que se desea en la pasta final, la cual debe ser inferior del 15%, después la pasta seca es mezclada con harina de maíz en una participación 70% y 30% simultáneamente que seguidamente será ingresada a la peletizadora donde por medio de una presión ejercida sobre estos componentes dará como resultado los pellets que ulteriormente será empacado.

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso.



Fuente: Autoría propia.

1.1.2 Simulación del proceso utilizando el software COCO

En la figura 2 se observa una representación gráfica mediante el uso del simulador de procesos COCO, en donde se relacionan las diferentes operaciones unitarias necesarias para obtener un producto pelletizado, con el fin de aprovechar el contenido ruminal generado en las plantas de beneficios. Se relacionan los flujos de entrada y salida en cada una de las etapas. Las convenciones son las siguientes:

F1: Contenido ruminal fresco (humedad: 70%).

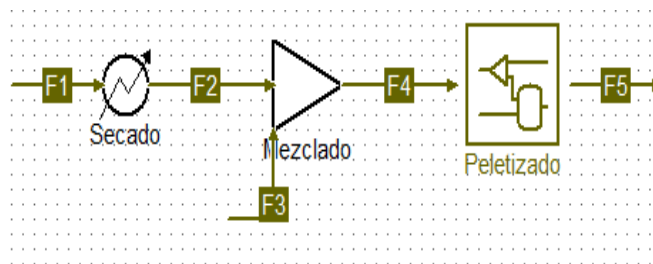
F2: Contenido ruminal seco (humedad: 14-15%).

F3: Harina de maíz

F4: Mezcla contenido ruminal + Maíz.

F5: Producto final pelletizado.

Figura 2. Flujoograma del proceso mediante la utilización del simulador COCO



Fuente: Autoría propia.

Inicialmente se tiene la materia prima, que es el producto fresco obtenido después del sacrificio de los animales en la planta de beneficio. El contenido del producto seco se encuentra a una humedad de 70% aproximadamente y este se somete a un proceso de secado a 90°C, con el fin de conservar las propiedades nutricionales y destruir y evitar la proliferación de los microorganismos. De esta etapa sale la materia prima entre 14-15% de humedad. Posterior a esto se realiza un proceso de mezclado con harina de maíz en una proporción de 70% contenido ruminal seco y un 30% de harina de maíz. Después del mezclado se pasa la mezcla a una pelletizadora para obtener un producto mucho más aceptable.

1.1.3 Variables más influyentes en el proceso

➤ **Secado:** Esta operación es de las más influyentes en la elaboración del suplemento debido a que gracias a este proceso se logra evitar la proliferación de microorganismos patógenos en el producto final, sumado a eso incrementa la vida útil del alimento. El parámetro más importante de este paso es la temperatura de secado, una elevada temperatura aumenta la velocidad del secado, pero provoca la aparición de costras en la superficie del producto que dificulta la extracción de la humedad y una temperatura demasiado baja aumenta el tiempo de operación. Teniendo en cuenta que la literatura de temperatura está entre 60 y 120 °C, se establece la temperatura de secado para esta operación de 90°C para evitar pérdidas significativas en los nutrientes de la materia prima y obtener un proceso más óptimo en ahorro de tiempo y energía. En la figura 3 se representa la etapa del secado, en donde F1 es el contenido ruminal húmedo y F2 es el producto seco.

Figura 3. Simulación de proceso de secado, mediante la utilización del simulador COCO



Fuente: Autoría propia.

➤ **Mezclado:** En este proceso se involucran dos materias primas, la primera es el contenido ruminal que sale del proceso de secado y la segunda es la harina de maíz que se adiciona con el fin principal de mejorar el sabor final del alimento. La selección del tipo de harina se basó en que el maíz es el concentrado energético por excelencia para la producción animal y la intención final del suplemento es la ganancia diaria del animal.

2. HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS

2.1.1 Optimización de proceso por medio de análisis estadístico, enfocado a la elaboración de un suplemento alimentario a base del contenido ruminal bovino.

El Control Estadístico de procesos (CEP) es considerado como una herramienta de la Gestión de la Calidad orientada a la mejora de procesos y productos. Su aplicación exitosa en la industria manufacturera y de servicios ha representado beneficios a nivel financiero y de mercado. El principal beneficio derivado de la implementación de estos programas es la reducción de la variabilidad a través de la creación de un sistema en el cual la organización es capaz de recolectar, analizar y desplegar datos de manera consistente, lo que permite construir una estructura que garantiza el continuo mejoramiento de la calidad y procesos en soporte con la toma de decisiones basada en el cliente.

Mediante la utilización del análisis estadístico se puede optimizar el proceso propuesto en las fases anteriores, el cual consiste en la transformación del contenido ruminal obtenido de las plantas de sacrificio bovino y es convertirlo en un suplemento de alimentación animal ofrecido en forma de pellets.

Usando las herramientas estadísticas, se pueda aplicar por ejemplo el método de superficie de respuesta para optimizar el proceso de secado, que es uno de los más influyentes dentro de la etapa productiva. En este hay influencias de variables como es el tiempo de secado, humedad del residuo agroalimentario y la temperatura. Con esto se puede adquirir información relevante para conocer las mejores condiciones para obtener una mejor calidad y composición del producto.

Otra forma de optimizar el proceso es enfocado al producto final y los resultados que se pueden obtener con los animales, por medio de un diseño experimental análisis de un factor (ANOVA), en donde se puede realizar un diseño para conocer los efectos en el la ganancia de peso de animales como pollos, cerdos y conejos, utilizando para ello diferentes tratamientos en donde se hace inclusión del contenido ruminal a diferentes porcentajes mezclados con otras harinas. Se pueden utilizar software como Statgraphics y Minitab.

2.1.2 Condiciones y variables a optimizar del proceso de elaboración de un suplemento alimentario a base del contenido ruminal bovino.

La ruminaza presenta un alto contenido de proteína y fibra. En la Tabla 1 se relaciona la composición de este residuo agroalimentario. (Capelo, 2018)

Tabla 1. Composición del contenido ruminal

Composición del contenido ruminal		
Parámetro	Fresco	Seco
% humedad	85 %	12 %
% proteína*	9 %	13 %
% fibra*	25 %	27 %
% grasa*	7 %	2 %

Fuente: (Capelo, 2018)

En la tabla 1 se puede observar las concentraciones aproximadas a la que entra y sale del proceso de secado cada uno de los componentes. También se puede observar que los componentes más relevantes e importante dentro del contenido

ruminal son la fibra y la proteína. Por lo cual se puede optimizar el proceso de secado, mediante el uso de la metodología de superficie de respuesta (msr), en donde la variable a optimizar o variable de respuesta sería la concentración de proteína después de la etapa de secado. Esto se hace para incrementar la eficiencia en el proceso y establecer la influencia de la temperatura, humedad y tiempo de secado y al mismo tiempo conocer e identificar las mejores condiciones para el secado del contenido ruminal bovino.

El proceso de secado normalmente se realiza a una temperatura entre 70°C a 90°C. En este rango de temperatura se logra evitar el desarrollo de microorganismos y se logra conservar las propiedades nutricionales. A una temperatura de 90°C se logra obtener la humedad requerida en un tiempo de 6 horas y a una menor temperatura el tiempo del proceso de secado es mayor. Las condiciones de humedad esperadas al final del proceso son de un 12 – 16% aproximadamente.

Obteniéndose datos experimentales y de laboratorio se puede realizar una tabla de resultados y aplicar el diseño con diferentes rangos y condiciones de las variables del proceso, lo que permite conocer comportamientos e interacciones de cada una de las variables y lograr así una mayor eficiencia.

3. NORMATIVIDAD VIGENTE EN EL DESARROLLO DE PRODUCTOS Y PROCESOS BIOTECNOLÓGICOS

Infografía de normatividad nacional

Resolución 2162 del 2017

Por la cual se acepta una solicitud de acceso a recursos genéticos y productos derivados para el programa denominado "Biotecnología y Diversidad Microbiana - CIC"

Ley 9 de 1979

Reglamenta las actividades y competencia de salud pública para asegurar el bienestar de la población y la protección del medio ambiente.

Resolución 2162 del 2017

Por medio de la cual se aprueba el "Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica"

Documento CONPES 3697

Política para el desarrollo comercial de la biotecnología a partir del uso sostenible de la biodiversidad.

Ley 1926 de 2018

Por medio de la cual se aprueba el "Protocolo de Nagoya - Kuala Lumpur sobre Responsabilidad y Compensación Suplementario al Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología"

Documento CONPES 2750 de 1994

Políticas sobre manejo de residuos sólidos

Decreto 1076 de 2015

"Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible"

Resolución 61252 de 2020

"Por medio de la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para el registro de los fabricantes e importadores de alimentos para animales, así como los requisitos y el procedimiento para el registro de alimentos para animales y se dictan otras disposiciones"

Fuente: Minambiente, 2020

4. PERTINENCIA Y VIABILIDAD DEL APROVECHAMIENTO DEL CONTENIDO RUMINAL PARA LA ELABORACIÓN DE UN SUPLEMENTO ALIMENTARIO

El contenido ruminal, también conocido como “ruminaza” es un subproducto originado del sacrificio de animales bovinos, los cuales al momento de su muerte contiene todo el material que no alcanzó a ser digerido y este oscila entre 7 y 10 kg por animal. Algunas plantas de beneficio le dan valor agregado utilizándolo como abono orgánico. El DANE reportó que esta actividad en el departamento del Cesar generó más de 25.000 cabezas de ganado en el primer trimestre del 2020, lo que produce más de 58.000 kg de contenido ruminal al mes. Por el potencial nutricional que dicho subproducto contiene se puede lograr un mayor provecho y transformarlo hasta obtener un suplemento alimenticio para animales.

Su consistencia es de una papilla, con un color amarillo verdoso y un olor característico muy intenso, posee una gran cantidad de flora y fauna microbiana y productos de la fermentación ruminal, por esto se puede decir que es una alternativa para la alimentación de rumiantes, pollos y cerdos de engorde, por sus características químicas, biológicas, bromatológicas y su amplia disponibilidad. (Trillos, Plata, Mestre, & Araujo, 2006) (Rios, V & Ramirez, H, 2012)

El tratamiento de los subproductos generados del sacrificio de ganado bovino representa un problema serio debido a las estrictas reglamentaciones ambientales que se decretan por parte de las autoridades gubernamentales y de los entes creados para este control. Adicionalmente, los frigoríficos no han desarrollado soluciones adecuadas que les permita evacuar higiénicamente o subprocesar estos

residuos. Algunas plantas de sacrificio, por años, han arrojado este material a los ríos y alcantarillados causando un impacto ambiental. Otras, le dan un valor agregado convirtiéndolo en abono orgánico. (Montoya & Buitrago, 2008)

En los últimos años, el país ha venido tomando conciencia de la importancia de dar un adecuado uso a los residuos, no solamente como una manera de dar protección al ambiente, sino, también, como una solución más a las deficiencias de proteínas para la alimentación animal. (Falla Cabrera, n.d.)

Colombia cuenta con 394 plantas de sacrificio de las cuales sólo 34 se encuentran registradas ante el Invima que cumplen con toda la normatividad, las demás figuran con autorización provisional. Estas reportaron 3'410.107 cabezas de ganado durante todo el 2019 y que para el primer semestre del 2020 registra 1'534.485 animales. Teniendo en cuenta que el contenido ruminal generado por esta actividad se produce más de 23.870 toneladas de dicho subproducto al año. (Contexto Ganadero, 2019)(DANE, 2019) (DANE, 2020c).

El Departamento del Cesar por su parte cuenta con tres frigoríficos que producen más de 58 toneladas al mes de dicho residuo que al ser rico en nutrientes pueden ser aprovechados en forma de pellets para la alimentación animal. Utilizando el proceso industrial de peletizado se puede elaborar un suplemento alimentario del contenido ruminal de bovinos, que es sometido a un proceso de secado a 90° C hasta lograr un contenido de humedad entre 14-15% y que adicionalmente es mezclado con harina de maíz en un 30% para aliviar el sabor característico de dicho subproducto.

El aprovechamiento de este residuo es bastante viable, ya que es un proceso económico que no requiere de mano de obra especializada, la inversión en

maquinaria no es tan alta y no demanda grandes espacios para su procesamiento. Además contribuye de manera significativa en reducir la contaminación ambiental causada por la disposición que se da actualmente, en donde se generan proliferaciones de plagas y de malos olores, convirtiéndose en una amenaza para la salud pública.

CONCLUSIONES

La elaboración del suplemento alimenticio animal hace un aprovechamiento óptimo del residuo generado en las plantas de beneficio de ganado bovino debido a los nutrientes que tiene. Las grandes cantidades que genera la industria cárnica hacen que la propuesta sea atractiva, teniendo en cuenta que permite tener disponibilidad de materia prima para la elaboración del producto.

El secado del contenido ruminal permite una mejor manipulación de este, cooperando a tener un mejor proceso de mezclado con la harina de maíz. La alternativa de transformación de esta materia prima contribuye a evitar la contaminación ambiental causada por este subproducto. El producto final es un suplemento con gran potencial comercial ya que en la región se encuentra un nicho de mercado significativo.

En la industria se pudo identificar diversas herramientas que permiten abarcar diferentes campos en un proceso productivo, pero que siempre tienen como finalidad optimizar y lograr los mejores rendimientos de un proceso. Lo importante al momento de escoger la herramienta es tener claro que se quiere lograr con ella, si existe otra que sea más acorde a la necesidad, si se tienen los recursos, entre otros factores.

Para el proceso de aprovechamiento del residuo agroalimentario propuesto, existen diversas herramientas que permiten lograr la mejora del proceso; una de ellas es la utilización de métodos estadísticos, pero para tener resultados reales y más precisos es necesario tener datos experimentales. Sin embargo se ha demostrado a través de numerosos proyectos investigativos que esta es una de las más utilizadas y la cual nos arroja información importante y significativa, que al interpretarse de una manera correcta permite lograr la optimización de un proceso.

BIBLIOGRAFÍA

- Araujo Febres, Omar y Vergara-López, J. (2007). Propiedades Físicas y Químicas del Rumen. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 15(1), 133–140. Retrieved from <https://bit.ly/3kyuyXw>
- Blog Wikilibro. (2012). *Herramientas básicas para la Mejora de la Calidad y la Productividad en Ecoinnovación en procesos industriales*. Wikilibro, capítulo 8. Recuperado de https://www.eoi.es/wiki/index.php/Herramientas_b%C3%A1sicas_para_la_Mejora_de_la_Calidad_y_la_Productividad_en_Ecoinnovaci%C3%B3n_en_procesos_industriales
- Capelo, M. (2018). Efecto en los Parámetros Productivos e indicadores organolépticos de la inclusión del contenido ruminal deshidratado en el balanceado de pollos. Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Machala. Ecuador
- Contexto Ganadero. (2018, August 1). Estado de las plantas de sacrificio del departamento de Cesar | CONtexto ganadero | Noticias principales sobre ganadería y agricultura en Colombia. Retrieved September 18, 2020, from <https://bit.ly/3mxJXc5>
- Contexto Ganadero. (2019, November 29). ¿Cuántas plantas de sacrificio de bovinos están certificadas en 1500? Retrieved September 18, 2020, from <https://bit.ly/3hLONyO>
- DANE. (2019). Boletín técnico - Encuesta de Sacrificio de Ganado (ESAG) - IV Trimestre. Retrieved September 17, 2020, from <https://bit.ly/2RB7Tx7>
- DANE. (2020a). *Boletín técnico - Encuesta de Sacrificio de Ganado (ESAG)*. Retrieved from <https://bit.ly/2RcABnV>

- DANE. (2020b). *Boletín técnico - Encuesta de Sacrificio de Ganado (ESAG) - I trimestre 2020*. Retrieved from <https://bit.ly/3hKjzbs>
- DANE. (2020c). *Boletín técnico - Encuesta de Sacrificio de Ganado (ESAG) - II trimestre 2020*. Retrieved from <https://bit.ly/2FDWhXP>
- Falla Cabrera, L. H. (n.d.). *Desechos de Matadero como Alimento Animal en Colombia*. Retrieved from <https://bit.ly/32CVyij>
- Gallardo, M. (2018, March 14). Cómo ayuda la harina de maíz para la producción de carne y leche. Retrieved September 18, 2020, from <https://bit.ly/33C4qE8>
- Minambiente, 2020. Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. Colombia. Recuperado de www.minambiente.gov.co
- Montoya, D. A., & Buitrago, A. L. F. (2008). *EVALUACIÓN DEL CONTENIDO RUMINAL COMO SUPLEMENTO ALIMENTICIO PARA EL CONSUMO DE GANADO BOVINO ENSILÁNDOLO CON *Lactobacillus casei**. Retrieved from <https://bit.ly/3mA0uw6>
- Rios, V, M., & Ramirez, H, L. (2012). Aprovechamiento del contenido ruminal bovino para ceba cunicola, como estrategia para diezmar la contaminación generada por el matadero en San Alberto. *Prospect.*, 10, 56–63. Retrieved from <https://bit.ly/2RDjZWI>
- Trillos, G. L., Plata, O. L., Mestre, A. T., & Araujo, G. A. (2006, September 21). Analisis fisico-quimicos de los contenidos ruminales frescos y ensilados de bovinos sacrificados en el Valle del César - Engormix. Retrieved September 18, 2020, from <https://bit.ly/3kmDleW>

Zhou, A., & China, A. M. (2013, September 23). Tecnología de peletizado para la ganadería lechera - Engormix. Retrieved September 18, 2020, from <https://bit.ly/3hKLA2z>