

Propuesta tecnológica en una planta de miel-urea-bagacillo hacia un producto con mayor valor agregado

Technological proposal in a plant of molasses-urea-bagasse for a product with more added value

Autores: Leiva-Franco, Jorge¹; Morales-Zamora, Marlén²

¹Empresa Azucarera Antonio Guiteras. Las Tunas. AZCUBA; ²Centro de Análisis de Procesos. Universidad Central de Las Villas. Cuba

Email: marlenm@uclv.edu.cu;

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo proponer modificaciones tecnológicas en una planta de miel-urea-bagacillo con el propósito de obtener un producto con mayor valor añadido como alimento animal. Para lograr aumentar la digestibilidad del bagazo y bagacillo en fuentes de energía utilizable en alto grado por los rumiantes, se adiciona una solución de NaOH en proporción por base seca con respecto a los productos bagazo y bagacillo. Con la propuesta se contribuye al desarrollo de la industria azucarera, apoyando la reestructuración que se lleva a cabo en el sector con el propósito de ser más eficientes en la gestión empresarial, incrementando la producción de alimento animal y de esta manera incrementar los niveles de carne y leche en beneficio de las comunidades de la provincia.

Palabras claves: bagazo, bagacillo, digestibilidad.

Abstract

The present work has as objective to propose technological modifications in a plant of molasses-urea-bagasse with the purpose of obtaining a product with bigger value added as food animal. To be able to increase the digestibility of the bagasse on high in sources of usable energy grade for the ruminant ones, a solution of NaOH is added in proportion by dry base with regard to the products bagasse. With the proposal it is contributed to the development of sugar industry, supporting the restructuring that is carried out in the sector with the purpose of being more efficient in managerial administration, increasing the production of food animal and this way to increase the meat levels and milk in benefit of population.

Key words: bagasse, digestibility.

Introducción

Los subproductos industriales bagazo y bagacillo de caña constituyen el residuo que se obtienen en los molinos de los centrales azucareros durante la extracción del jugo a la caña.

Este residuo fibroso se compone de las porciones de fibra y bagacillo. Ambos contienen semejante valor nutritivo, su contenido en fibra bruta es alto, 50 % altamente lignificada, por lo que proporciona poca energía metabolizable dada su baja digestibilidad 11-20 % para el bagazo y bagacillo. La enorme disponibilidad de este alimento ha llevado a que se hayan realizado numerosas investigaciones con el fin de aumentar su digestibilidad. El método empleado por varios autores (Boada, B., 1990), se basa en tratar el bagazo y bagacillo con una solución de NaOH. El tratamiento químico a materiales lignocelulósicos para aumentar su digestibilidad ha sido ensayado y puestos en práctica en diferentes países del mundo fundamentalmente en la época de crisis de alimento para el ganado en el área del Caribe y en los Estados Unidos. (Gálvez, L. 1980) Los bajos coeficientes de digestibilidad en algunos nutrientes del tallo de caña de azúcar se corresponden con las características de este alimento, que presenta un alto contenido de material fibroso. (Fundora, 2006).

Los componentes de la fracción fibrosa se encuentran en las paredes celulares de las células que conforman las diferentes partes de los vegetales. Entre los principales componentes de la pared celular se pueden mencionar, las pectinas, hemicelulosa, celulosa y lignina, es decir, estructuras de sostén de los vegetales (Marco, 2004).

(De Blas, 1999) plantea que cuando sobrepasan los valores del 20 % de fibra pudiera aumentar la velocidad de pasaje, por su mayor contenido de lignina y esto disminuye la digestibilidad de los componentes fibrosos, no obstante, el tallo de caña de azúcar se presenta como la mayor fuente de energía.

La lignina es un marcador asociado químicamente a la fibra dietética que se usa con frecuencia al estar relacionado con la digestibilidad de los nutrientes, asociándose con los tejidos duros y leñosos, por lo que se considera el componente de la fibra dietética mas útil para predecir la extensión de la digestibilidad de la fibra. (Gómez 1996).

A partir del año 1971 el ICIDCA y el ICA (Boada, B., 1990) han trabajado conjuntamente en la

definición de un tratamiento para bagazo, bagacillo y paja de caña para aumentar su digestibilidad obteniendo resultados satisfactorios, resultando positivo el tratamiento con NaOH al bagazo y bagacillo. No reportándose efectos fisiológicos negativos en los animales a corto plazo ya que es empleado en los meses de seca y después tienen siete meses con alimentación normal que son suficientes para eliminar cualquier acumulación de NaOH.

Estos resultados representados por (Boada, B., 1990) fueron desarrollados solo a escala de laboratorio, no reportándose en la industria la producción a escala industrial de este alimento animal, sin lugar a dudas existe la posibilidad de introducción de cambios tecnológicos en los esquemas de procesos anteriores de la producción de azúcar, que permitan obtener a esta escala este nuevo producto y con ello favorecer una vez más la diversificación azucarera.

El presente trabajo tiene como objetivo proponer modificaciones tecnológicas en una planta de miel-urea-bagacillo con el propósito de obtener un producto con mayor valor añadido como alimento animal.

Desarrollo

Materiales y métodos

La caña de azúcar y sus subproductos se consideran como un recurso con potencial que pueden ser usados en las épocas de baja disponibilidad de alimentos. Debido a que este cultivo produce gran cantidad de biomasa por unidad de superficie en comparación con otros forrajes, permite la explotación de grandes cantidades de cabezas de ganado sin elevar las cargas, y de este modo no propiciar la degradación de los pastizales y los suelos, al menos mientras no se establezcan sistemas de crianzas eficientes. (González, E., 2004)

Los rumiantes pueden contribuir apreciablemente en este sentido porque la fuerte actividad enzimática microbiana que poseen en el rumen es capaz de utilizar los alimentos fibrosos y el nitrógeno no proteico (urea) más eficientemente que los animales mono gástricos.

La utilización de materiales lignocelulósicos naturales, como forraje para rumiantes, está limitada por la baja digestibilidad que presentan, dada fundamentalmente por factores químicos-físicos entre los cuales el grado de lignificación y el índice de cristalinidad son los

más importantes ya que impiden la acción del complejo enzimático del rumen sobre la celulosa.

En los últimos 30 años se ha venido estudiando la forma de incrementar el valor nutritivo de residuos lignocelulósicos de cosechas y productos industriales. En este sentido se ha encontrado respuesta positiva en los tratamientos con álcalis y en tratamientos físicos de presión y temperaturas. Se ha estudiado la influencia de diferentes variables de tratamientos al bagazo y al bagacillo por separado por constituir materias primas de distinta incidencia económica y diferente comportamiento, en un total de 27 variantes de tratamientos para cada uno. (Cabello, 1975)

Descripción del proceso bagacillo pre digerido.

Este nombre se ha dado al bagacillo que es tratado químicamente con NaOH para aumentar su digestibilidad. El tratamiento con NaOH es el más antiguo y utilizado. Su empleo se remonta a principios del siglo XX y ha sufrido diferentes modificaciones, buscando mejorar su aplicabilidad práctica y adaptarlo a materiales específicos.

En la década de los años sesenta se produjeron solo en Noruega 90 000 t de pajas de cereales tratados con NaOH y en 1976 una sola compañía inglesa, produjo más de 40 000 t del mismo material. En los residuos fibrosos de la caña como bagazo, bagacillo y paja se han establecido las condiciones óptimas de tratamiento con NaOH. Los niveles de digestibilidad alcanzados con estos tratamientos se comparan de manera favorable con las gramíneas utilizadas convenientemente en países tropicales como pasto y forraje.

El bagacillo se obtiene en los equipos separadores (cernidores, zarandas) que se colocan debajo del conductor de bagazo. Esta corriente representa como promedio un 10 % del bagazo total.

El bagacillo puede obtenerse como resultado de la operación de desmedulado del bagazo integral que es necesario realizar para la utilización de la fibra en plantas de pulpa y papel o tableros que pueden existir anexa al central. En este caso los niveles de bagacillo son muy superiores oscilando entre un 35 % - 40 % del bagazo integral, este bagacillo en el central azucarero es transportado mediante un soplador pasando por un ciclón separador y de aquí hasta una tolva dosificadora de 1.3 m³.

La función de la tolva es mantener un flujo de alimentación constante al sistema, ya que el suministro o entrega de materia prima en ocasiones

no es constante. Se debe contar con un flujo lo más uniforme posible, que permita dosificar el NaOH correspondiente en el sinfín mezclador.

El fondo de la tolva está constituido por un sinfín extractor de un diámetro de 300 mm y 2400 mm de longitud con una relación dm/paso igual a 1.2 y una velocidad de operación de 8 rpm.

A través del sinfín extractor, el bagacillo es dosificado a un mezclador impregnador del tipo paleta similar al empleado en las plantas convencionales de miel urea bagacillo con una longitud de trabajo de 3500 mm y una velocidad de operación de 180 rpm.

En este mezclador es adicionada la solución de NaOH, aspecto de vital importancia en este proceso, ya que la dosificación que se vaya a añadir, cuando hay un error por defecto en la sosa añadida, provoca una pobre respuesta en la digestibilidad, mientras que un exceso de sosa es riesgoso desde el punto de vista de salud animal, lográndose la impregnación del material por el efecto de las paletas del mezclador de manera uniforme, con un hidromódulo de 0.251 (litros de NaOH por kilogramo de bagacillo).

A continuación el material pasa a un sinfín de retención, donde permanece aproximadamente 10 minutos a fin de completar la reacción con el NaOH. Este transportador es de diámetro 600 mm con una longitud de 6500 mm y una relación dm/paso de 1.5 y una velocidad de operación de 2.7 rpm. El sinfín consta de dos secciones con un apoyo intermedio con chumacera de bronce.

Del sinfín de retención, el bagacillo una vez tratado pasa a un transportador sinfín formado por un eje horizontal con paletas, entrada y salida de cinta de diámetro 300 mm y de 3300 mm de longitud con una transmisión por cadena y una velocidad de operación de 50 rpm, donde se le adiciona la proporción de miel urea al bagacillo ya tratado con NaOH. Este equipo al mismo tiempo que transporta el material lo mezcla con miel-urea y además sirve como transportador del producto hasta la carreta.

Es importante tener en cuenta que la adición de miel-urea y NaOH no se deben efectuar en un mismo punto, por cuanto se inhibe el efecto que el NaOH ejerce sobre la lignina del bagacillo y no se logra el aumento de digestibilidad deseado con lo que se pierde el efecto del tratamiento sobre el bagacillo. Por esta razón, es necesario contar con dos mezcladores independientes para realizar estas dos tareas, además la adición de la miel-urea antes de

los 10 minutos establecidos en el sinfín de retención, interfieren en la mencionada reacción.

La mezcla de miel-urea debe ser dosificada porque un exceso en el producto final ocasiona una pobre utilización de la celulosa tratada perdiéndose el efecto del tratamiento al inducir cambios en la flora ruminal de los animales por lo que se emplea un hidromódulo de 0.221 (litros de miel-urea por kilogramo de bagacillo).

La estación de preparación de la solución de NaOH, consta de dos tanques de 15 m³ cada uno donde se prepara dicha solución con una concentración del 12 % en peso, en uno de los tanques se disuelve el NaOH añadiéndole agua y recirculándose con una bomba de una capacidad de 27 m³/h.

La capacidad de los tanques permite preparar una cantidad de solución para 24 horas de operación de la planta, siendo utilizado uno de estos para la preparación y el otro para bombearlo hasta un tanque de nivel constante de 0.6 m³ el cual dosifica la cantidad necesaria al mezclador impregnador a través de una válvula de precisión. El agua utilizada en la operación de disolución proviene de una línea independiente.

Los tanques de NaOH están equipados con un enrejado de cabilla a una altura de 0.5 m del fondo en el cual se coloca el NaOH sólido que será disuelto. La bomba utilizada para enviar la solución al tanque de nivel constante es de una capacidad de 1,8 m³/h.

La instalación para la preparación de miel-urea consta de dos tanques de 15 m³ de capacidad. En uno se prepara primeramente la solución de urea por recirculación, adicionándole después, la miel en la cantidad deseada utilizándose para la recirculación una bomba de 27 m³/h. Una vez preparada la solución de miel urea, se bombea al segundo tanque de donde es enviada al sinfín mezclador con una bomba de 10 –15 L/min recirculándose el exceso al tanque.

La planta es una instalación sencilla donde sus principales equipos son tanques para mezclas de diferentes productos, transportadores y equipos de descarga convencionales los que pueden obtenerse de la producción nacional, logrando con esto no tener que importar estos elementos.

Las plantas actuales de mezcla de miel-urea-bagacillo pueden ser transformadas para futuras instalaciones de bagacillo pre digerido teniendo en

cuenta que la cantidad de miel añadida es muy pequeña y es utilizada como vehículo de incorporación de la urea, buscando mejor aceptación del alimento y no constituye el principal aporte energético en el pienso.

En la propia instalación de disolver urea se pueden añadir los minerales que se requieran para balancear la dieta y eventualmente cualquier otro suplemento proteico o vitamínico que se desee añadir.

Análisis de los resultados

Cambios tecnológicos para la innovación.

Este trabajo tiene como objetivo precisar los materiales y equipos necesarios para ejecutar la conversión de plantas de miel-urea-bagacillo a bagacillo pre digerido con una capacidad de diseño de 50 t/d de producto terminado. Estos se intercalan en la planta ya establecida lográndose disminuir considerablemente los gastos de inversión.

La planta piloto se hizo en una fábrica de azúcar llevándose de esta forma a escala industrial donde se evaluó la calidad del producto terminado, los parámetros del proceso con vista al diseño de las futuras instalaciones y se fijaron los consumos de los productos químicos a emplear, lo cual se precisa a continuación.

-2 tanques de disolución de hidróxido de sodio de 15 m³ de capacidad.

-1 tanque de nivel constante de solución de hidróxido de sodio de 0.6 m³.

-50 m de tubería de 40 mm

-1 mezclador impregnador de 3500 mm de largo con reductor pm 350, motor 4.5 kW 1800 rpm, dos poleas de diámetro 575 y correas en V.

-1 sinfín de retención de 6500 mm de largo y 600 mm de diámetro con reductor pm 250 , motor 1 kW de 1750 rpm, sprocket Z 20 y Z 22 ,cadena de 1" rc – 80.

-2 bombas de 1 ½ - 2 corvl con motor de 2.5 kW y 3.0 kW de 1750 rpm.

-9 válvulas de hierro fundido ASTM –A– 126 clase B. Diafragma Saunders tipo Kb, con diafragma 300 butilo apropiado para sosa caustica 95 OC y 25 – 30 % de concentración con platillo ANSI – B 15.1 de 5"

Impacto económico.

La industria de la caña de azúcar en Cuba, ha demostrado que ofrece una variedad considerable de productos, materias primas y residuales del proceso industrial, que no han sido explotados en toda su cuantía y que para ello se necesita de

esfuerzos para su desarrollo y fabricación de nuevos productos.

En el desarrollo de nuevos productos es necesario seleccionar los mas convenientes y oportunos de acuerdo con las condiciones locales, el mercado y las facilidades financieras en los momentos actuales, retomando la diversificación, la importancia que tiene y complementándose con la producción de azúcar, para lograr la sostenibilidad que demanda la industria azucarera ya que es un renglón fundamental en la economía nacional.

Con la puesta en marcha de las plantas de bagacillo pre digerido se contribuye al desarrollo industrial en el territorio, sus componentes en lo fundamental son de producción nacional, las materias primas al igual son producidas en el central y a un bajo costo, lo que proporciona comercializar el producto final con una alta ganancia para la empresa y un buen nivel de aceptación por los diferentes clientes, el precio por tonelada producida es de \$ 40.63. El cual cubre todos los gastos en que se incurre.

La ejecución de la innovación tecnológica propuesta, permitirá lograr un aprovechamiento de las capacidades instaladas en la planta, dando lugar que se puedan utilizar y adecuar las capacidades instaladas a las nuevas condiciones tecnológicas, a partir del equipamiento existente, una adecuada disponibilidad de materia prima y el uso de los portadores energéticos de las empresas azucareras, para la nueva producción de alimento animal con una calidad estable y una disminución de los consumos ya que se emplea menor cantidad de miel por tonelada de producto final producido, por lo que se puede duplicar la producción real, pudiendo alimentar una masa ganadera mayor.

Tabla 1. Costos e indicadores económicos para una planta de miel-urea-bagacillo

Elementos	Costos (\$)
Costo Equipamiento	22200,00
Costo total de Inversión	90798,00
Costo total de Producción	143660,67
Ingresos de la Producción	203150,00
Ganancia Anual	59489,33
VAN (\$)	225134,09
TIR (%)	59
PRD (años)	3

Del análisis técnico económico realizado en la planta de bagacillo pre digerido, se obtienen resultados satisfactorios de factibilidad económica.

Los costos totales para obtener la producción anual son de \$ 143660.67. Los ingresos generados de la producción realizada alcanza la cuantía de \$ 203150.00 CUP calculados a partir del valor de la tonelada de producto final que es de \$ 40.63 y la producción total anual de 5000.0 toneladas, dando como resultado que la ganancia anual es de 59489.33 \$.

El proyecto se recupera en tres años lo que se cumple que el PRD obtenido es menor a la condicional que la inversión se debe recuperar antes de los cinco años, el VAN es mayor que cero cumple la condicional establecida, al igual que el TIR que es mayor del 15 % lo que demuestra que es una alternativa económicamente viable que reporta beneficios, no se considera necesario realizar un estudio de mercado, ya que con la inversión aunque se genera una nueva producción con una calidad superior, el producto final tiene el destino asegurado. Los costos de inversión para el cambio de tecnología en las empresas azucareras que se han considerado ascienden a \$272394.00. Al igual que el análisis económico realizado para una sola empresa, estas se recuperan en tres años, se obtienen las ganancias anuales, ya que generan el valor de la producción estimado con el mismo costo.

Conclusiones

Las plantas actuales de mezcla de miel-urea-bagacillo pueden ser transformadas para futuras instalaciones de bagacillo pre digerido, utilizando la misma instalación industrial. La dosificación de bagacillo y de solución de hidróxido de sodio son los parámetros más críticos a controlar en el proceso y

deben tenerse en cuenta en futuras instalaciones.

Por otra parte, existe un ahorro considerable de miel que puede ser utilizada para producir mayor cantidad de bagacillo pre digerido y a su vez alimentar mayor masa ganadera.

Sin lugar a dudas, producir proteína animal a través de vías que impliquen un máximo aprovechamiento de los recursos locales de cada

territorio y la independencia de piensos de importación resulta una alternativa viable ante un mercado seguro y el interés del grupo empresarial.

Referencias bibliográficas

- 1.Boada B, Otros. (1990) Nutrición y Alimentación Animal tomo 1 p. 232 – 237, y 317 – 321.
- 2.Cabello, A, Martin, P. (1975) Optimización de un método de tratamiento para el aumento de la digestibilidad de residuos celulósicos de la caña de azúcar. Revista ICIDCA.
- 3.Colectivos de Autores ICIDCA (2001). Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar. Imprenta MINAZ, La Habana
- 4.De Blas, C.Gutierrez, I.Carabaño, T. (1999) Avances en Nutrición y Alimentación Animal Fedna. Madrid.
- 5.Fundora O. (2006) Uso de la caña de azúcar en la alimentación de los bovinos, En estrategia para la alimentación del ganado en el trópico, EDICA. Instituto de Ciencia Animal San José de las Lajas, La Habana p .187.
- 6.González E. (2004) Posibilidades de Desarrollo Prospectivo de la Industria de la Caña de Azúcar sin agredir el Medio Ambiente. Universidad Veracruzana.
- 7.Gómez, A. (1996) Avaliacao, Nutrición de diferentes fuentes de fibra en coleos. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas.
- 8.James R. Process Engineering Economics.University of Arkansas Fayetteville, USA.
- 9.Max S. P, Klaus D. T. (1990) Plant Design and Economics for Chemical Engineering. Mc.Graw Hill.
- 10.Marco, M. (2004). Seguridad digestiva en el gazapo de engorde. Fisiología y requerimientos Nutricionales.