

**INGENIERÍA APLICADA A LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTO
FORMULADO VIA BAGAZO HIDROLIZADO. UN CASO DE
ESTUDIO**

**ENGINEERING APPLIED TO FOOD PRODUCTION FORMULATED BY
HYDROLYZED BAGASSE. A CASE OF STUDY**

Raúl Costales Sotelo^{1}, Tírso Saenz Coopat² y Agustín Cabello Balbín¹*

¹ Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). Vía Blanca 804
Esq. Carretera Central, San Miguel del Padrón. La Habana. Cuba

² TECNOSIME, Ingeniería, Ciencia y Tecnologías. Calle 36A No. 712 e/ 7ma y 42, Playa, Miramar. La
Habana. Cuba

Recibido: Mayo 6, 2014; Revisado: Septiembre 15, 2014; Aceptado: Noviembre 12, 2014

RESUMEN

Se presentan aspectos de la ingeniería aplicados a la producción de alimentos formulados vía bagazo hidrolizado, alternativa en la cual el componente fibroso con digestibilidad incrementada constituye el 77 % de la ración y que conjuntamente con el 15,9 % correspondiente a la miel final representan prácticamente el 93 % del total del alimento potencialmente obtenible a partir de una industria azucarera tradicional. Los restantes ingredientes tales como urea, complejos de sales y minerales son comunes a la alimentación animal e intervienen en aspectos de salud y fisiología animal.

Esta alternativa viable para las condiciones de la economía cubana es magnificada por sustentarse en períodos de explotación durante la zafra azucarera, que propicia el confinamiento de los animales por espacio de 180 días o más, durante los cuales pueden evitarse no solo mortalidades en el rebaño durante la seca sino propiciar la ganancia de peso a razón de 500 g/día mínimo mediante el insumo de 12 kg/d del formulado.

Se cuenta con una primera planta de hidrolizado que representa el inicio del programa inversionista que ampara otras 4 nuevas instalaciones diseminadas en el territorio nacional, con las cuales se puede reducir de forma importante el déficit de alimentos demandados por el ganado bovino de doble propósito; es decir, producción de carne y leche.

Palabras clave: alimentos formulados, bagazo hidrolizado, inversiones y estabulados

Copyright © 2015. Este es un artículo de acceso abierto, lo que permite su uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada.

* Autor para la correspondencia: Raúl Costales, Email: raul.costales@icidca.edu.cu

ABSTRACT

Some aspects of the engineering applied to the production of formulated food by hydrolyzed bagasse are showed, as an alternative in which fibrous component with increased digestibility constitutes 77% of the portion together with molasses at 15.9%, for almost 93% the total foodstuff potentially possible to be provided for a traditional sugar industry. The others ingredients such as urea, salts and minerals are common in animal diet and also in animal health and physiology. Local agriculture can contribute significantly to this program but is not taken into account in this exercise.

This alternative, possible and feasible under Cuban economy conditions is magnified by the argument of operating periods of production facilities during and exceed normal sugar mill campaign for animals confinement periods of 180 days or longer, avoiding not only animals mortality but gaining weight at a rate of 500 g/day in a dry season by the input of 12 kg of formulated product per day.

We have a first hydrolyzed plant which represents the beginning of an investment program that covers four more replicates, scattered throughout the national territory and it will significantly reduce food deficits needed by cattle as the main element of care, obtained by dual purpose: milk and meat production.

Key words: formulated feeds, hydrolyzed bagasse, investments, and feedlots

1. INTRODUCCIÓN

El incremento de precios de los ingredientes y los propios productos terminados destinados a la alimentación animal ha obligado a los productores pecuarios a tomar decisiones para hacer las producciones más rentables; en el caso de Cuba, este problema resulta imperioso por cuanto además de ubicarse en el mismo escenario de costos en el país no se realizan cultivos intensivos de maíz y soya, dos de los productos más empleados en esta dirección; por lo tanto, crear una base alimentaria sustentada en cualquiera de estos productos implicaría depender de importaciones revestidas de riesgos comerciales e incertidumbres en el sistema alimentario. Este panorama adicionalmente esta matizado por la escases de pastos y forrajes entre noviembre y mayo correspondientes al período de seca, coincidente en nuestro caso con la zafra azucarera que constituye la principal aportadora de fibra y energía para este programa.

Lo más razonable para el desarrollo de la masa ganadera resultaría contar con una base alimentaria integrada a la localidad y que a escala nacional garantice cumplimentar las necesidades de alimento todo el año. En tal sentido, el producto aquí presentado, constituye una de las mejores alternativas para el empleo del bagazo, que aprovechado adecuadamente puede contribuir al sostén de un número importante de animales y lograr incrementos en peso al mismo tiempo.

Es de conocimiento general que el bagazo de la caña de azúcar por constitución posee una digestibilidad algo superior al 20 %. Con la finalidad de incrementarla se han estudiado y aplicado procesos de predigestión empleando álcalis como el hidróxido de sodio y de cal con adición de vapor acorde con (Cabello y Namer, 2000) y (Diaz et al, 2000) respectivamente, lográndose incrementar la digestibilidad en el entorno del 55 al 60%. En detrimento de estas tecnologías se aduce el impacto ambiental ocasionado por

las excretas de los animales, unido a ello, el incremento en precios de los productos químicos gravaron estas tecnologías haciéndolas cada vez menos atractivas. Otro de los elementos negativos se relaciona con la selección de materiales para los equipos, tiempos de residencias elevados y cuidados en cuanto al manejo de los productos.

El segundo proceso reconocido mundialmente se fundamenta en el tratamiento con vapor a alta presión logrando incrementos de digestibilidad del 60% o más. De acuerdo con lo planteado por (Villar y Namer, 2000), otros aspectos significativos del producto son su energía metabolizable 10 – 11 Mj/kg bs. Según (Lacorte, 1986) el producto equivale a un pasto verde natural de buena calidad, y asevera además la posibilidad de almacenarlo a granel durante un periodo de 6 meses o más sin peligro de degradación. De aquí que de emplearse este método aunque su producción resulte solo posible durante la zafra, una seria gestión productiva podría satisfacer de fibra tratada a los animales todo el año.

Se decidió establecer un programa de desarrollo a partir de un módulo importado, que a manera de modelo permitiera replicarlo nacionalmente aprovechando la cultura atesorada por técnicos y especialistas de la industria azucarera, esto posibilitaría establecer un programa de desarrollo nacional muy acorde con los lineamientos de la política económica y social del partido.

El trabajo muestra una síntesis de los procedimientos de ingeniería y su evaluación económica encaminados a lograr una instalación que en el contexto local de la industria azucarera aproveche el aporte de ingredientes (bagazo y miel) y el soporte energético de la misma (vapor de alta presión), para lograr un producto de calidad, sostenible en el tiempo y factible de ser implementado en casi todos los centrales azucareros del país.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los elementos de ingeniería necesarios para el proyecto conceptual de esta instalación concebida como un módulo a replicar fueron analizados y posteriormente evaluados desde el punto de vista económico con la finalidad de determinar las formas bajo las cuales esta producción además de necesaria constituyera un ejercicio próspero a nivel empresarial y el país en su conjunto. Se tuvieron en cuenta los siguientes elementos:

1. Permitir la producción continua del sistema de hidrolizado.

La duración del ciclo de trabajo, se acomodó a las condiciones de suministro de bagazo y facilidades de operación imperantes en la localidad. Para el caso que tratamos; la UEB Jesús Rabí, este ciclo operacional se conformó valorando y midiendo la duración promedio de cada actividad resultando como se muestra la tabla 1, Costales (2011).

Tabla 1. Duración de un ciclo de trabajo

<i>Descriptor de operación</i>	<i>t (min)</i>
Apertura de la tapa y colocación del embudo en posición de trabajo	1
Carga del equipo (varía en función del trabajo en el central)	5,5
Desplazamiento del embudo y cierre de la tapa	1,5
Presurización	2
Tratamiento de cocción	7,5

Descarga	0,4
Total	18

Las condiciones de operación de la planta se asumieron como sigue:

- Promediar ciclos de 20 minutos; es decir, realizar hasta 3 ciclos por hora.
- Explotar la planta dos turnos por día. Representa 45 ciclos de hidrólisis por día.

El balance del proceso resultó del estudio de una serie de corridas experimentales en las cuales se controló el peso de la masa procesada en cada ciclo y la humedad ganada posteriormente a la realización de las hidrólisis. La certeza de estos parámetros como un patrón de la producción de la planta depende del proceder del operador de la planta, por lo tanto, la productividad de un ciclo se toma como una magnitud orientativa.

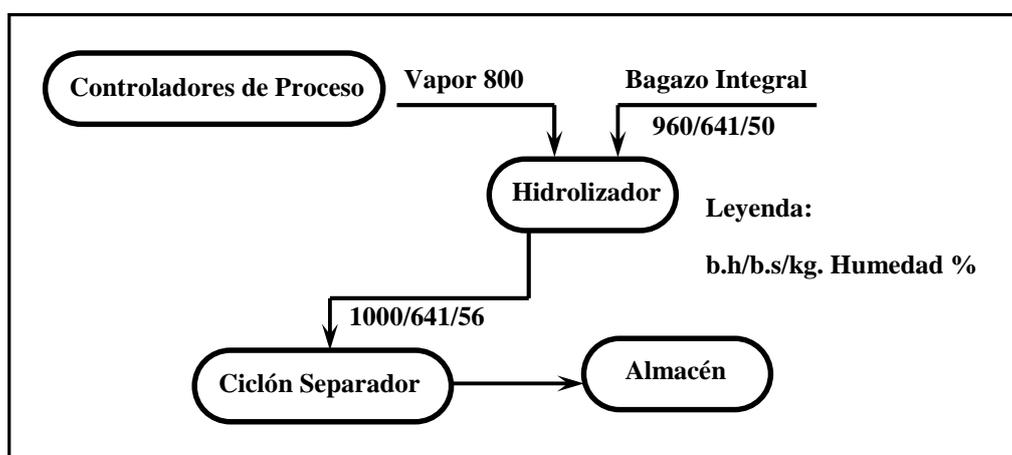


Figura 1. Balance de materiales de la producción

2. Determinación de la capacidad de la planta.

Para este cálculo se emplearon indicadores tales como:

- Duración de la zafra: 100 días; por lo tanto la producción anual será de 2740 t/zafra considerando un 95 % de eficiencia industrial.
- Confinamiento de las reses empleando la ración formulada: 180 días.
- Se define el ciclo de alimentación como el suministro de 12 kg bs/animal día, de los cuales el 77 % corresponden al bagazo hidrolizado.
- La cantidad de reses posibles a incluir en el programa será de 1650 animales.

La lógica indica que de ser el rebaño mayor o menor a la cifra indicada (analizada como demanda compartida entre AZCUBA y el MINAG), el ciclo de atención será más corto o potencialmente superior según corresponda; la producción de la planta a todos los efectos se toma como una constante física. En el cálculo se considera un rebaño hipotético al no considerarse todos los elementos que lo caracterizan.

3. Determinación del régimen operacional.

Para lograr una producción como se expresara anteriormente la descarga del hidrolizador no puede estar supeditada a la existencia de un medio de transporte que acopie la producción. Las opciones consideradas fueron:

- a. Descargar a un silo tolva de fondo móvil con capacidad de recepción mínima de 4 t bs que brinde cobertura de una hora de producción y posibilite el traslado de materiales desde el almacén hasta la planta y retornar a este.
- b. Descargar a una plataforma cementada (requiere de un cargador frontal para la recolección y depósito del producto en el medio de transporte).

A los efectos prácticos, la solución técnica más recomendable resultó ser la primera, por cuanto, además de ser la más económica, el material no se contamina con materias extrañas en detrimento de su calidad. De esta forma, la planta se estructuró según las figuras Nos 2 y 3, que representan las propuestas de configuración de equipos e instalaciones por niveles de trabajo para un hidrolizador típico de 5 m³ de capacidad.

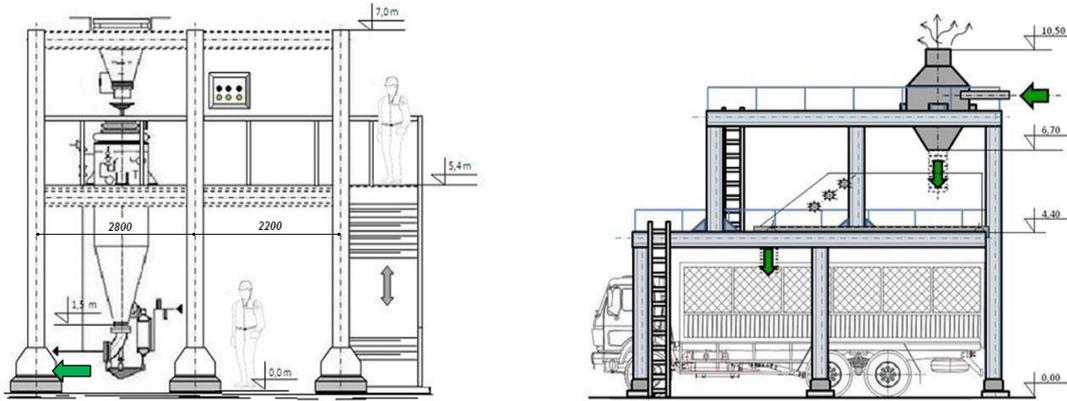


Figura 2. Esquema de instalación

Figura 3. Esquema de recepción y entrega

El material debe permanecer en el almacén unas 48 h con la finalidad de estabilizarle acorde con las condiciones ambientales de humedad y temperatura locales. Se desecha la idea de empleo a la temperatura de expulsión y menos aún su mezcla con los otros ingredientes a riesgo de transformarlos en otros, quizás nocivos a la salud animal.

4. Determinación de la capacidad de almacenamiento requerida para la producción extendida.

Se requiere realizar extracciones periódicas acorde a las necesidades del programa de producción, que resultará totalmente permisible en tanto haya sido posible en zafra producir y almacenar la cantidad de fibra esperada. Las cantidades necesarias para un período mínimo de 180 días concordante con el rebaño se muestran a continuación:

- a. Bagazo Hidrolizado diario para la formulación de producto terminado: 1522 t/d (durante 100 días). Monto total 1520 t/zafra.
- b. Bagazo Hidrolizado diario a almacenar para el tiempo complementario (mínimo de 80 días): 12,18 t/d durante 100 días. Esta cantidad de hidrolizado será la empleada para el cálculo del volumen del almacén.

El almacén constructivamente se define (Costales 2012) como una instalación elevada en relación al nivel normal de suelo a fin de preservar la carga ante contingencias climatológicas, carente de paredes y provisto de un techo con cubierta ligera. Estructuralmente se concibe como una nave de módulos de 12 x 12 metros y 5 intercolumnios separados a 12 metros cada uno, que equivale a una longitud total de 60 m. La altura de apilado se estipula para 3,5 m con la finalidad de que la inversión de la

pala frontal sea la menor posible. El piso debe ser resistente a las cargas por rodadura provocadas por el tránsito de camiones y del propio equipo de carga.

5. *Concepción de la planta para la formulación líquida.*

La planta formuladora se diseña para preparar el complemento dietético del alimento que aquí consideramos en cantidad de 230 kg de producto líquido/tonelada de alimento formulado. Por lo tanto, la capacidad de la planta será de 3558 t/año a realizarse durante los 180 días del programa a razón de 5.4 t/día con una eficiencia del 85%. La misma trabajará solo un turno y almacenará al final del mismo una reserva a ser empleada en emergencias. La planta podría mantenerse en operación todo el año si así fuese necesario para emplearse en la formulación de alimentos líquidos porcinos, lo cual sería una contribución igualmente importante para la localidad. En este caso se cuenta con crema *saccharomyces* y miel B potencialmente aportadas por AZCUBA.

El consumo de miel final comparativamente con la producción de alcohol es casi insignificante por lo cual no se requerirá de un almacenamiento diferente al existente. Se prevé un tanque de 12 m³ de capacidad como reserva independiente que será conectado al tanque de la UEB de Derivados.

Los ingredientes no azucareros dependerán de suministros de carácter centralizado, pretendiéndose del proveedor un programa que no comprometa la producción y contar adicionalmente con reservas para 2 días de producción. Participan en la formulación los ingredientes que aparecen en la tabla 2.

Tabla 2. Participación de los ingredientes en la formulación líquida

<i>Ingrediente</i>	<i>Formulado kg/t</i>	<i>Formulación %</i>	<i>1 día t/día</i>	<i>Ciclo anual t/año</i>
Miel	159,00	0,16	3,30	594,70
Urea	16	0,02	0,33	59,84
Fosfato	6,30	0,01	0,13	23,56
Sulfato	3,00	0,003	0,06	11,22
Sal común	0,65	0,001	0,01	2,43
Agua	45,00	0,05	0,94	168,31
Total	230	0,23	4,78	8,60

A partir de los índices de consumo y las condiciones de operación resulta el diseño de la instalación según se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Capacidades de equipos en la planta de formulación

<i>Planta de Formulación</i>	<i>Capacidad</i>	<i>Unidad</i>
Tanque de almacenamiento de miel final	12	m ³
Tanque de almacenamiento de formulado	5	m ³
Tanque disolutor de sales	5	m ³
Bomba de miel	4	m ³ /h
Bomba de solución de sales	9	m ³ /h
Bomba de formulado	10	m ³ /h

Según experiencias prácticas de especialistas del ICIDCA y otros centros, resulta aconsejable realizar la mezcla de la formulación líquida con el bagazo hidrolizado a nivel de canaleta en lugar de realizarla en la planta. La suposición se basa en que la transportación y uso del producto final no son magnitudes contraladas por el productor, resultando posible la formulación de cargas que no se empleen de inmediato, evitando así pérdidas por derrames, favorecer la conservación del producto y reducir tanto manipulación como operaciones dentro de la planta formuladora.

Técnicamente esta podría representar el empleo adecuado del equipamiento que actualmente se emplea en la producción de miel – urea – bagacillo que desaparecería al introducirse esta de mayor valor técnico comercial.

Para la misma se toman algunas consideraciones:

- La formulación en tanto no se indique lo contrario se mantiene invariable garantizándose la calidad y reproducibilidad de la formulación.
- Se entregarán cantidades acordes al bagazo hidrolizado cargado por el cliente.

6. *Determinación de la mano de obra necesaria para la operación de las instalaciones que componen esta planta.*

Asunciones:

- La instalación de hidrolisis y formulado trabajarán dos y un turno por día respectivamente durante 100 y 180 días y emplearán un mes para mantenimiento.
- La transportación de los alimentos (hidrolizado y formulación líquida) se realizará por parte del cliente. Los únicos movimientos internos consisten en el traslado del bagazo hidrolizado hasta el almacén y el traslado de los ingredientes sólidos desde el almacén hasta la planta.
- La pesa de camiones del central se empleará en el control del peso de bagazo hidrolizado. En base a ello se despachará la formulación reglamentada y con ambos elaborar la factura de venta.

Para cumplimentar las exigencias se propone el personal como aparece en la tabla 4.

Tabla 4. Mano de obra necesaria para la producción

<i>Clasificador</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Turnos</i>	<i>Total en turno</i>
Operador y jefe de planta	1	2	2
Operador	1	2	2
Auxiliar	1	2	2
Almacén de hidrolizado y operador	2	2	4
Camionero	1	2	2
Total de la Instalación			12

7. *Control de calidad.*

El sistema de control de calidad a emplear en instalaciones de este tipo no puede resultar muy complicado ya que depende de la instauración de una cultura previa y base material que en sentido general le son ajenas a las condiciones de los centrales azucareros, no obstante ellos, algunos parámetros pueden servir de indicativos para

intuir si la producción está o no transcurriendo normalmente, actividad que puede ser asumida en alguna dependencia de la UEB.

Proceso:

- Tomar los partes del laboratorio con los reportes de; humedad y pol del bagazo.
- Reflejar en las cartas de producción la temperatura y presión del vapor que es suministrado a la planta de hidrolisis.
- pH del bagazo hidrolizado (norma 3 – 4).

Producción:

- Humedad de salida del bagazo hidrolizado. (56 a 60%).
- Reportes de la pesa del central referente a las entregas parciales de bagazo hidrolizado hacia el almacén.
- Reportes de la pesa del central referente a los parciales de entrega de bagazo hidrolizado (destino al cliente). Referencia de entrega de la formulación liquida.

Otros controles de la producción tales como sustancias reductoras totales, ácidos orgánicos y furfural dependen de equipamientos muy particulares. Por lo tanto en la medida que resulte más confiable el mantenimiento de los parámetros que caracterizan la producción, el bagazo hidrolizado deberá acercarse cada vez más a las características bromatológicas que aparecen en la tabla 5.

Tabla 5. Análisis bromatológico del bagazo hidrolizado (STAB/86)

<i>Determinación (%)</i>	<i>Bagazo natural</i>	<i>Bagazo Hidrolizado</i>
Materia seca	48,31	44,32
Proteína bruta	1,86	1,67
Fibra bruta	45,09	34,45
Extracto etéreo	2,26	4,86
Materia mineral	2,73	4,77
Extractos no nitrogenados	48,06	54,25
Fibra en medio ácido	62,33	62,65
Fibra en medio neutro	85,24	58,16
Celulosa	44,69	43,99
Hemicelulosa	22,91	-
Lignina en medio ácido	14,89	15,06
Ca	n.d	0,12
P	n.d	0,02
K	n.d	0,16
Digestibilidad “in vitro”	35,31	64,82

De la tabla se destaca como la digestibilidad in vitro incrementada en cerca del 55% da fe de la profundidad del proceso y su conveniencia de inclusión como alimento animal. Por otra parte la inclusión de complejos minerales, salinos y energéticos complementan al producto acorde con las necesidades de la alimentación y las garantías de incrementos de peso como fuera expuesto anteriormente.

Resulta importante enfatizar que la producción debe ser auditada por mecanismos de calidad a fin de proteger tanto al productor como al cliente y la razón de uso del

producto. Esto en determinada medida establece una diferencia sustancial de este proyecto en relación a otras producciones que se realizan en el país con este mismo fin. La inclusión de otros ingredientes devenidos de alianzas locales como pueden ser; levadura *saccharomyces*, levadura *torula*, subproductos del arroz, sorgo u otros, incrementarían el valor intrínseco de las producciones haciéndolas comparables bromatológicamente con productos de calidad importados al país, de aquí el compromiso de velar por la calidad y empleo de las mismas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La producción de bagazo hidrolizado en el mundo es ciencia constituida, siendo ampliamente conocidos tanto los sistemas empleados como los productores de los mismos. En sentido general todas estas plantas poseen denominadores comunes y son un reflejo de potencialidades y necesidades de una localidad, en sentido general de un país determinado. Cuba por ejemplo, recién comienza a dar sus primeros pasos hacia esta forma de industrialización, por lo tanto, deberá adoptar fórmulas que le resulten útiles y productivas.

Caldema de Brasil reporta que en el año 1983 desarrolló el equipamiento industrial que empleó para realizar una experiencia con 48 animales confinados durante 150 días con el objetivo de evaluar una formulación con elevada proporción de bagazo hidrolizado, empleando otra similar con bagazo natural. De este experimento traemos a colación dos de sus elementos más representativos (ganancia en peso 1160 vs 610 g/día en forma natural y el consumo voluntario 11,8 vs 7,2 kg bs/día; las diferencias resultan significativas e interesantes para países azucareros como el nuestro.

En todos los centrales y destilerías que producen alimentos (Lacorte, 1986), estos contenían al menos 55 % de bagazo hidrolizado en el formulado para obtener ganancias en peso de 1 a 1,5 kg/cabeza/día, conviene destacar que el maíz o la harina de algodón, comúnmente utilizados en la formulación de alimentos, pueden ser íntegramente sustituidos por levadura a precios muy competitivos, obteniendo así un alimento animal exclusivo de los centrales y destilerías.

La asociación del bagazo con otros ingredientes en formulaciones para alimento animal esta recogida (STAB Noviembre/Diciembre del 86) planteando la ejecución de un experimento con ganado en confinamiento en la destilería Caiuá SA, donde fueron formulados alimentos con niveles de proteína y energía para proporcionar ganancias en peso de 1 kg/animal/día, modificando solamente el contenido de proteína, en formulaciones partir de harina de algodón o levadura entre otras fuentes proteicas.

En la actualidad, se está asesorando a la UEB Jesús Rabí con la finalidad de confeccionar un plan de reparaciones que le permita hacer las modificaciones pertinentes al proyecto base para cumplimentar las planificaciones productivas aquí expresadas. La evaluación del programa se realizará a partir de la respuesta de los animales a un diseño de experimentos, empleando la formulación tipo y alguna enriquecida en comparación con el patrón alimenticio empleado hasta el momento.

4. CONCLUSIONES

Desde el punto de vista tecnológico e ingeniero refrendado posteriormente por el estudio de factibilidad técnico económico realizado a los efectos de la evaluación de la

propuesta realizada, es de vital importancia el cumplimiento de los elementos que se vierten a continuación:

- La producción - comercialización de bagazo hidrolizado per se no resulta una alternativa económico - financiera atractiva, por no guardar relación el monto de inversión con el valor agregado generado.
- Cuando se comparan las producciones de bagazo hidrolizado y MUB, resulta un ahorro de azúcares cercano al 30 % (104 kg/t de producto), por lo tanto la producción además de sus declarados beneficios de digestibilidad manifiesta ahorros en mieles que pueden destinarse a otros fines o incrementar la producción de alimento si así se deseara.
- En condiciones normales la formulación básica puede enriquecerse con otros ingredientes tales como levadura *Saccharomyces* o *Torula* en crema o desechos con composición proteica importante para lograr respuestas más elevadas en los animales. ganancias de peso/día para minimizar costos o maximizar utilidades.
- Los resultados económicos han de analizarse no solo como la ganancia en peso lograda sino también incluir las muertes evitadas en el rebaño. Al mantener un rebaño estable y saludable, los indicadores de producción de leche por demás considerados como sustitución de importaciones, brindan utilidades adicionales que magnifican la potencialidad del proyecto mostrado.
- La producción sustentada en base a la construcción nacional de los equipos resulta muy atractiva cuando se analiza el potencial de incremento en la producción de carne o sustitución de importaciones de leche en polvo por la producción de leche fresca en primavera.

REFERENCIAS

- Cabello Balbín, A., Namer Delgado, I., Bagacillo predigerido, capítulo 3.29, Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar, ICIDCA, 2000, pp. 189-190.
- Caldema. Bagaço de Cana. Fonte Alternativa de Alimento., Instructivo (registrado en el ICIDCA en 1990).
- Costales, Sotelo, R., Informe asesoría técnica conjunta con Caldema a solicitud de AZCUBA para la puesta en marcha de la planta de Bagazo Hidrolizado de la UEB Jesús Rabí, provincia de Matanzas Cuba., Informe de trabajo, 2011.
- Costales, Sotelo, R., y Saenz, Coopat, T., Ingeniería Conceptual Planta de Hidrólisis de Bagazo., ICIDCA, mayo de 2012.
- Díaz, Concepción, A., Pérez, Pérez, C y otros. Bagacillo predigerido con cal, capítulo 3.30, Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar, ICIDCA, 2000, pp.191-194.
- Lacorte, Mario Celso , Pró-Carne Uma solução para p problema da pecuária., Revista do Álcool, jul./ago., 1986, pp. 8
- Lacorte, Mario Celso, et al. Bagaço de Cana Hidrolizado já utilizado em Larga Escala em Confinamento. Sistema de Consultoria Agropecuária STAB, Nov.- Dic., 1986.
- Saenz, Coopat, T., y Costales, Sotelo, R., Estudio de factibilidad técnico económica para el programa de producción de Bagazo Hidrolizado., ICIDCA mayo de 2012.
- Villar, Delgado. J., Namer, Delgado, I., Bagazo Hidrolizado., capítulo 3.28, Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar, ICIDCA, 2000, pp. 185-187.