

E.E.M.A.C.



FACULTAD DE
AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

JORNADA LECHERÍA

“Utilización de Subproductos Agroindustriales en Alimentación Animal”

JUEVES 10 DE DICIEMBRE DE 2009

**Unidad de Difusión
Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni”
Universidad de la República**

Ruta 3 km 363 - PAYSANDU

Tel. 598 720 2250 - 598 720 2259 Telefax: 598 72 27950/41282

Correo electrónico: eemac@fagro.edu.uy - web: www.fagro.edu.uy/eemac/web

Noviembre 2009

Acuerdo de trabajo EEMAC – ALUR 2009 - 2011

Durante el año 2008 la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC) perteneciente a la Facultad de Agronomía y ALUR S.A. firmaron un acuerdo de trabajo que involucró el análisis de la **factibilidad bio - económica** de utilizar **subproductos de la caña de azúcar en la alimentación animal**. Adicionalmente, se realizaron pruebas de campo a nivel comercial donde se evaluó el desempeño de animales de recría alimentados con fardo de despunte de caña y distintos tipo de suplemento.

El objetivo general de estos trabajos es poder convertir **miles de toneladas de materia seca de baja calidad** que actualmente constituyen un problema ambiental (ver quema: Foto 1), **en miles de toneladas de proteína de alta calidad** utilizando animales de carne y leche como mecanismo de transformación biológica.



Foto 1. Despunte de caña siendo quemado

La propuesta original consistía en enfardar el material y ofrecérselo a los animales en corrales durante períodos de déficit de forraje (Foto 2).



Foto 2. Enfardado del material y alimentación de animales a corral

Como resultado de los trabajos realizados durante el año 2008 en Bella Unión y de la interacción con técnicos del Instituto de Ciencia Animal de Cuba, la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC) y ALUR S.A han acordado un nuevo plan de acción para el período 2009-2001. Los objetivos específicos son:

1. **Diseñar suplementos e inóculos** para aumentar la capacidad fermentativa de los animales y permitir así que éstos **procesen más kilogramos de materia seca por día y que lo hagan con mayor nivel de eficiencia.**
 - a. Los suplementos (**activadores biológicos**) son elaborados en base a mezcla de subproductos industriales (melaza, afrechillo de trigo, afrechillo de arroz, etc).
2. **Expandir el trabajo a otros residuos de cosecha** (paja arroz – paja trigo) y/o materiales de bajo valor nutritivo (ensilaje de sorgo) que tienen amplia difusión en la ganadería de carne y leche.

Para cumplir con estos objetivos se realizarán experimentos detallados en EEMAC, pruebas de campo en el área de influencia de Bella Unión así como diversas actividades de difusión. En material adjunto se presenta resultados de experimentos que se están ejecutando en este momento en EEMAC.

El desafío conjunto de ALUR y EEMAC para los próximos dos años es poder ofrecer a los productores uruguayos de carne y leche nuevas alternativas tecnológicas basadas en un uso intensivo del conocimiento y de recursos que el Uruguay ya produce (residuos de cosecha – subproductos industriales) aunque no logra integrar en forma sistemática a los sistemas productivos.

Utilización de subproductos agroindustriales: resumen de experiencias desarrolladas por el Grupo Lechería en EEMAC.

Pablo Chilibroste, María de los Angeles Bruni y Diego Antonio Mattiauda¹.

Introducción

Es oportuno resulta advertir al lector que el Grupo de Lechería de la EEMAC no existe ni administrativa ni académicamente en la Facultad de Agronomía. Es un nombre acuñado a lo largo de las Jornadas Anuales de Lechería organizadas en la EEMAC desde el año 2000 y que abarca al conjunto de personas que desde posiciones muy diversas han permitido darle continuidad a un cúmulo de actividades vinculadas a la producción, docencia, investigación y extensión en el espacio universitario que constituye la EEMAC. El Grupo de Lechería EEMAC excede largamente entonces a la lista de autores de esta contribución.

El objetivo de esta nota es presentar un muy breve resumen de los trabajos realizados por el Grupo en el área “Utilización de Subproductos Industriales”.

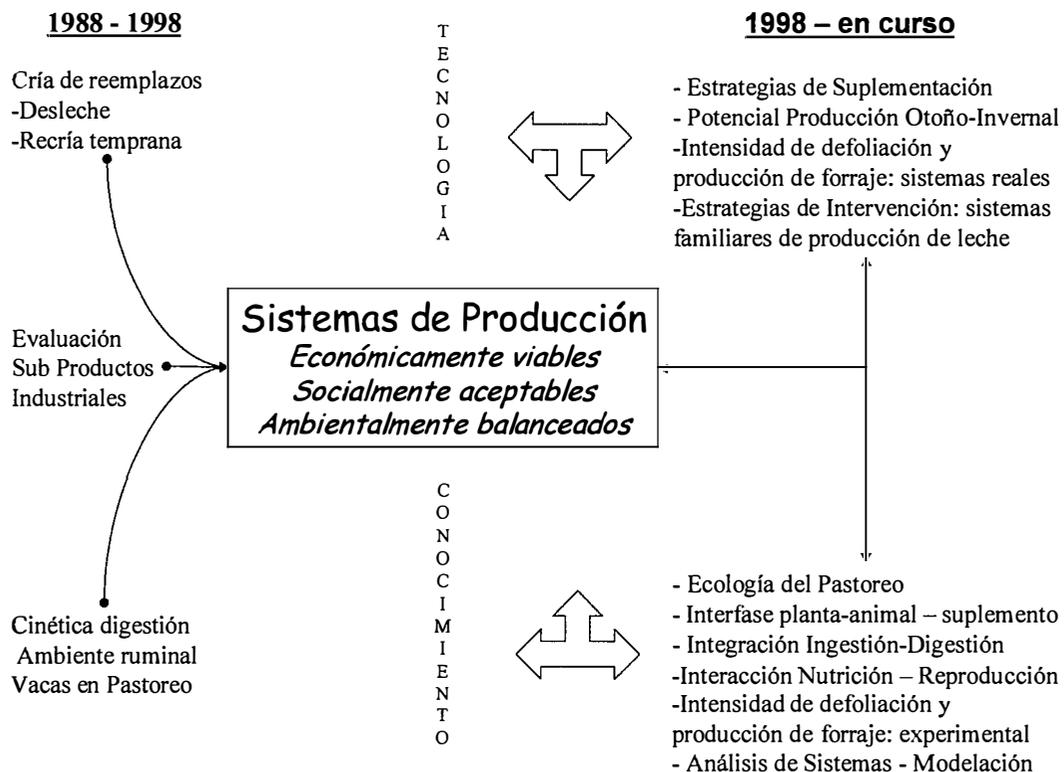
Mapa temático

En el diagrama 1 se sintetizan los principales temas abordados por el Grupo Lechería EEMAC. Si bien la separación del trabajo en dos períodos es un tanto arbitraria dado el solapamiento en el tiempo de muchas de las actividades, cumple con distinguir aquellas áreas de trabajo que han sido cerradas luego de cierto desarrollo (1988-1998) de las que permanecen vigentes en la agenda (1998-2008). El diagrama contiene dos aspectos que consideramos centrales en la conceptualización del trabajo desarrollado:

¹ Ingenieros Agrónomos, Departamento de Producción Animal y Pasturas, EEMAC.
Material basado en **REVISTA CANGÜÉ N°30 NÚMERO ESPECIAL – 15 AÑOS**

I) La ubicación de un objetivo central en torno al cual se han ido ordenando las acciones: "**Contribuir al diseño y desarrollo de Sistemas de Producción económicamente viables, socialmente aceptables y ambientalmente balanceados**". Esta definición fue adoptada y explicitada en el año 1999 en el marco de las Primeras Jornadas de Investigación organizadas por el Departamento de Producción Animal y Pasturas de la Facultad de Agronomía.

II) La articulación vertical de actividades que permitieran generar en forma simultánea **conocimiento sobre los procesos biológicos y desarrollo de aplicaciones tecnológicas** para los sistemas productivos.



Utilización de Sub-productos industriales

El grupo ha realizado un número importante de trabajos de evaluación de ensilabilidad y valor nutritivo de subproductos industriales provenientes de la industria cítrica (pellet de citrus, pulpa fresca), azucarera (pellets de

remolacha), arrocera (puntita de arroz), cervecera (brote de malta), lechera (suero de leche) y hortícola (brócoli y coliflor). En todos los casos los trabajos tuvieron como objetivo principal responder a demandas del sector industrial, principalmente del área de influencia de la EEMAC aunque también se realizaron trabajos para industrias ubicadas al norte del país como Calnú y Calagua.

Otra regularidad en los trabajos ha sido la combinación de estudios “*in vivo*” ya sea determinación de consumo, ganancia de peso o producción y composición de la leche, “*in-situ*” estudiando el comportamiento fermentativo de distintos alimentos y/o dietas completas en animales fistulados e “*in-vitro*” en el laboratorio. A modo de ejemplo se introduce el tipo de resultado obtenidos con los estudios de fermentación ruminal y su vínculo con las estrategias de alimentación.

Cinética de Digestión y Fermentación Ruminal

Durante todo el período analizado (Diagrama 1) el trabajo del grupo estuvo fuertemente signado por la premisa de que ***el mando del sistema de producción de leche lo tiene el pasto***. En sus inicios esta afirmación estuvo fuertemente ligada a la perspectiva nutricional del problema. Una de las consecuencias derivada de esta visión fue la definición de que la suplementación de las vacas lecheras en pastoreo debía ser funcional al potencial de producción del forraje, es decir balancear los aportes del forraje tanto en cantidad como en nutrientes específicos. Definido este marco conceptual resultaba ineludible contar con un conocimiento detallado de la cinética de digestión del forraje fresco y la caracterización de la fermentación ruminal de vacas en pastoreo suplementadas o no con distintas fuentes de energía. Una serie de experimentos fueron realizados con este objetivo y reportados en tesis, reuniones técnicas y congresos científicos.

A modo de ejemplo se presenta las Figuras 1 y 2 donde se puede ver la variación a lo largo del día del pH ruminal y la concentración de N amoniacal en vacas en pastoreo suplementadas o no con afrechillo de trigo o pellets de pulpa de citrus.

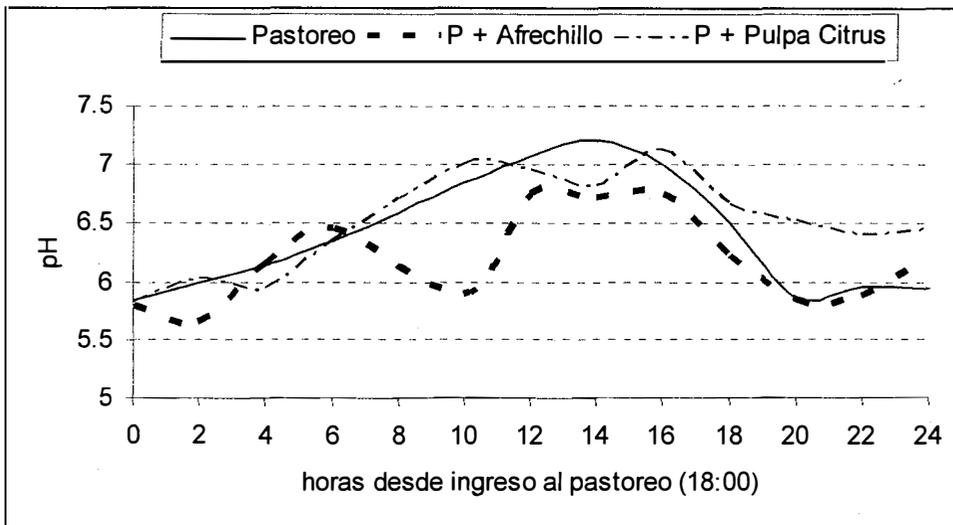


Figura N° 1. Variación diaria de pH ruminal de vacas lecheras en pastoreo suplementados o no con afrechillo de trigo o pulpa de citrus pelleteada.
P=Pastoreo

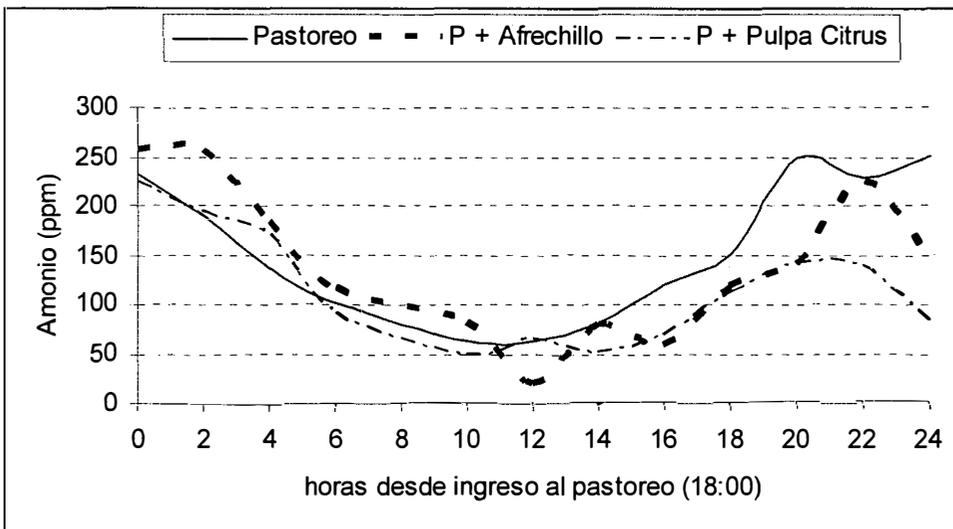


Figura N° 2. Variación diaria de concentración de amonio en líquido ruminal de vacas lecheras en pastoreo suplementados o no con afrechillo de trigo o pulpa de citrus pelleteada.

En este experimento las vacas pastoreaban dos horas luego del ordeño vespertino (18:00 a 20:00 horas) que se corresponde con el período 0-2 horas del eje x de los gráficos en las figuras 1 y 2, permaneciendo luego encerradas

hasta el ordeño de la mañana retomando el pastoreo entre las 8:00 y las 15:00 horas (corresponde con el período 14 – 21 horas del eje x de las figuras 1 y 2).

Del análisis de las figuras 1 y 2 resaltan dos aspectos: 1) la dinámica de variación diaria del pH y el amonio en el líquido ruminal estuvo más ligada al patrón de ingestión de la pastura que al tipo de suplemento y, 2) la suplementación opera en la modulación de los picos generados por el consumo y digestión del forraje.

Si bien la mayoría de los trabajos de caracterización de la cinética de digestión de los alimentos y el ambiente ruminales de vacas en pastoreo se concentró en el período otoño-invernal (ej. Mattiauda et al. 2003; Chilbroste et al., 2007) se realizó un experimento de suplementación con sorgo molido y urea sobre verdeos de verano (pastoreo de Moha) que sin tener grandes consecuencias desde el punto de vista tecnológico influyó de forma determinante sobre la orientación de la investigación llevada adelante por el grupo durante el segundo período indicado en el Diagrama 1 (Rodríguez et al. 1990). En ese trabajo en el que se evaluó el efecto de cambiar el momento de suministrar 40 g de urea (ordeño a.m. vs p.m.) se determinó una mejor complementariedad del N no proteico cuando éste fue suplementado en el ordeño p.m. (valores de amonio en rumen significativamente menores $p < 0.01$; tendencia a mayor producción de leche corregida por grasa, $p < 0.1$) probablemente ligado al mayor patrón de ingestión de las vacas durante la tarde y/o a la mayor concentración de azúcares solubles de la Moha al final del día comparada con los valores al inicio del día (Chilbroste, 2002).

El conjunto de trabajos realizados en ésta área junto con los estudios de postgrado desarrollados por integrantes del grupo en el exterior determinaron fuertemente la dirección de los trabajos comenzados en la segunda etapa y que se mantienen vigentes hasta el momento. Entre los años 1998 y el año 2003 se realizan una serie muy intensa de experimentos en las áreas de ecología del pastoreo y el estudio detallado de la interfase planta-animal-suplemento, en un esfuerzo por analizar de forma integrada el proceso de ingestión y digestión en

condiciones de pastoreo. Una síntesis de estos trabajos fue recientemente publicada por Chilbroste et al. (2007) en Australia.

Evaluación de Pulpa de Citrus seca y húmeda

Quizás uno de los trabajos de mayor impacto en ésta área fue el realizado en acuerdo con Azucitrus SA. en torno a la evaluación nutricional del pellets de citrus subproducto resultante de la producción de jugos para exportación. En el año 1988 Azucitrus S.A. exportaba el 100 % del pellet producido proceso que consumía muchos recursos de la empresa y dejaba márgenes muy reducidos. Una primera evaluación a nivel analítico de la composición química y la cinética de fermentación ruminal del pellet de citrus determinó la necesidad de ajustes en el proceso industrial durante el secado y pelleteado del material. Una vez realizado estas las evaluaciones desde el punto de vista nutricional resultaron altamente satisfactorias. El siguiente paso consistió en la realización de pruebas a campo con vacas lecheras con la hipótesis de que era factible sustituir los suplementos más comúnmente utilizados por los productores de leche en esos momentos por pellets de citrus sin deprimir la producción de leche y eventualmente con mejoras en los contenidos de sólidos de la misma. Estas hipótesis fueron probadas directamente a nivel comercial (Bidegain et al., 1992; Raddicioni et al., 1993) y rápidamente el pellet de citrus fue adoptado como suplemento energético por los productores de leche de la región. Desde el año 1990 a la fecha la empresa Azucitrus S.A vende el 100 % de su producción en el mercado interno. Una evaluación similar se hizo con el pellet de remolacha azucarera producido por Azucarcitos SA con resultados productivos similares (Cetrulo, 1994).

En el Cuadro 1 se presenta los resultados productivos de substituir afrechillo de trigo por pulpa de citrus en la suplementación de vacas lecheras en pastoreo

Este trabajo muestra la respuesta de la suplementación de vacas lecheras en pastoreo de praderas y suplementadas en forma individual con 1,8 kg de MS de afrechillo de trigo o pulpa de citrus deshidratada en cada uno de los ordeños, 16:30 y 5:30 hs.

Cuadro 1. Respuesta productiva en el uso de afrechillo de trigo o pulpa de citrus deshidratada (PCD) en vacas lecheras en pastoreo.

TRATAMIENTOS	Pastoreo	Pastoreo+AT	Pastoreo+PCD
Leche (kg/vaca(día))	13.4b	16.6a	15.6a
Grasa (%)	3.13c	3.3b	3.8a
Proteína (%)	3.09b	3.19ab	3.28a

Valores con letras diferentes son significativas ($p < 0.05$)

Mattiauda, y otros. 1997. Suplementación energética de vacas lecheras en pastoreo con subproductos de la industria. Primer Congreso Binacional de Producción Animal. Argentina-Uruguay. pp 68-69. Paysandú. Uruguay.

Los resultados productivos encontrados tienen un fuerte vínculo con las figuras 1 y 2, donde se encuentra un mejor equilibrio en los parámetros ruminales a pesar de las bajas cantidades de subproducto utilizado con respecto a la dieta, lo que muestra una buena “complementación” de éstos con la pastura.

El vínculo con la industria citrícola tuvo una segunda etapa que contempló trabajar con la pulpa de citrus fresca (previo al proceso de deshidratado y pelleado). En esa oportunidad se evaluaron distintas alternativas de ensilaje de la pulpa de citrus sola o en mezclas con diferentes proporciones de pasturas, obteniendo excelentes resultados desde el punto de vista de las características fermentativas y del valor nutritivo del producto final. La pulpa de citrus posee importante cantidad de carbohidratos solubles y estructurales, presentando estos últimos altas tasas de utilización por los microorganismos ruminales. Por otra parte, el contenido de nitrógeno de estos sub-productos es bajo y poseen elevado contenido de agua. Tales características, los habilitan para una buena conservación en forma de ensilaje aunque por el bajo contenido de materia seca, es de esperar que exista una gran producción de efluentes, siendo éste una fuente importante de pérdida de nutrientes y materia seca. Los efluentes del ensilaje constituyen un contaminante, que en último término puede escurrir hacia las corrientes de agua subterránea, provocando un acelerado consumo de oxígeno en el agua y consiguientemente la muerte o desplazamiento de los organismos vivos que lo habitan afectando, por lo tanto, la sustentabilidad de los recursos naturales. Fue en función de estas características que se evaluó la utilización de pulpa de citrus fresca ensilada con pasturas con alta proporción de leguminosas, las cuales son de alto valor nutritivo pero de difícil ensilabilidad (Bruni et al., 1999). Se evaluaron 4 tratamientos: pulpa de citrus sin drenaje para evaluar los efluentes (T1), pulpa de citrus con drenaje (T2), pulpa de citrus con inoculante microbiológico comercial con drenaje (T3) y pulpa de citrus fresca más pastura premarchitada mezcla de leguminosas y gramíneas (50:50% en base seca) con drenaje (T4). En los cuadros 2 y 3 se presenta las características del material previo y posterior al proceso de ensilaje.

Cuadro 2. Característica de los materiales originales previo al ensilado. Valores en base seca

Material	MS %	pH	CB meq	PB %	FDN %	FDA %
Forraje	66.6 ^a	6.0	271 ^a	19.8a	36.8 ^a	17.2a
Pulpa de citrus (PC)	13.1c	6.2	166b	11.9c	22.5b	7.7c
PC + inoculante	8.9d	5.6	121b	12.4bc	22.0b	6.3d
PC + Forraje	19.4b	5.9	82b	16.8ab	36.9 ^a	13.7b

MS= materia seca; CB=capacidad buffer; PB= proteína bruta, FDN= fibra detergente neutro, FDA= fibra detergente ácido.

Cuadro 3. Características químicas de los materiales luego de 45 días de fermentación. Valores en base seca

Material	MS %	pH	NH3/NT	PB %	FDN %	FDA %
Pulpa Citrus (PC) sin drenaje	12.3b	3.6b	6.1	11.5b	28.4b	22.2
(PC) con drenaje	13.0b	3.6b	5.4	12.7b	30.3b	22.8
PC + inoculante	12.6b	3.4b	7.7	8.1c	30.5b	23.6
PC + Forraje	21.7a	3.8a	6.7	17.7a	36.6a	25.3

Todos los ensilajes presentaron buena fermentación. El ensilaje mezcla de pastura con pulpa de citrus difirió significativamente de los ensilajes sólo pulpa de citrus en varias características: contenido de MS, PB, FDN y FDA, explicado por el aporte de la pastura. El pH de los efluentes de todos los ensilajes se estabilizó entre los días 8 y 9 lo que indica que los ensilajes fueron estables y por lo tanto utilizables a partir de ese día. Los valores de los materiales reportados en los cuadros 2 y 3 corresponden con ensilajes realizados en microsilos (recipientes de 25 L). Los mismos tratamientos fueron aplicados en silo bolsas a nivel comercial y los análisis de los ensilajes una vez abiertos fueron muy similares a los reportados para los microsilos (Bruni et al., 1999). Finalmente cabe destacar que el ensilaje en el que se mezclaron pulpa de citrus y forraje premarchitado fue el que presentó menores niveles de pérdida

de materia seca y menor cantidad de efluentes. Estas determinaciones sugieren que la mezcla de pulpa de citrus más forraje prácticamente no libera materia orgánica y por lo tanto es el ensilaje de menor potencial contaminante del medio ambiente (Bruni et al., 1999).

Dado los buenos resultados obtenidos en la conservación del ensilaje mezcla de pulpa de citrus fresca y forraje de alta calidad premarchitado se realizó un experimento "in-vivo" para evaluar el resultado de la suplementación de terneros holando con este material. En la figura 3 se presenta el resultado de ofrecer ensilaje de pulpa de citrus en dietas isoproteicas a terneros holando presentado en tres modalidades: 1. ensilaje de pulpa de citrus suplementada con expeller de girasol (mezclado con la pulpa de citrus en el comedero), 2. ensilaje de pulpa de citrus suplementada con henolaje de pastura mezcla de gramíneas y leguminosas (suministrados por separado) y 3. ensilaje de pulpa de citrus ensilada en mezcla con el mismo corte de pastura con las que se realizó el henolaje de tratamiento anterior.

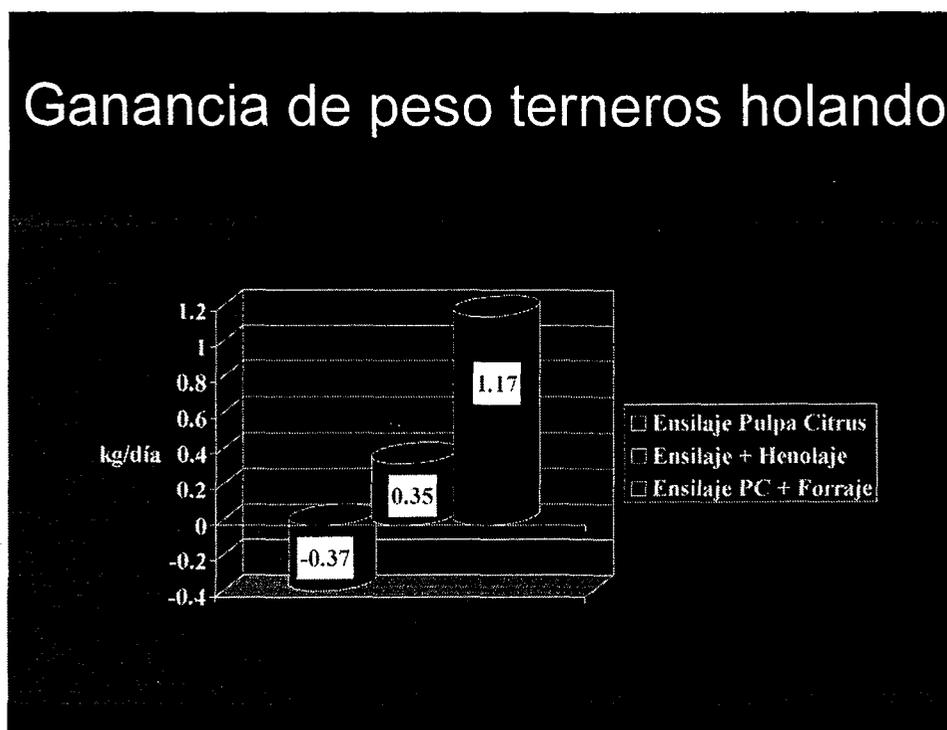


Figura 3. Ganancia de peso de terneros holando suplementados con dietas isoproteicas en base a pulpa de citrus ensilada

Es notoria la buena performance de los animales alimentados con el ensilaje mezcla de pulpa de citrus y forraje verde de buena calidad como única fuente de alimento. Detalles metodológicos y analíticos de este experimento están reportados en la tesis de Arocena y Benia, 2000.

Los trabajos desarrollados en esta etapa permitieron concluir que la pulpa de citrus es de fácil ensilabilidad y que la utilización de inoculantes reduce las pérdidas del proceso de fermentación en forma significativa. Adicionalmente se estableció que la técnica de ensilar la pulpa fresca mezclada con pasturas de leguminosas y gramíneas premarchitas mejora significativamente la ensilabilidad del forraje fresco, permite preservar muy bien las fracciones nutricionalmente importantes, determinando finalmente un alimento mejor balanceado en la relación energía:proteína y de alto valor nutritivo. Es de destacar que la reducción significativa ($p < 0.01$) en la producción de efluentes del ensilaje es una característica deseable no sólo desde el punto de vista nutricional sino también desde el ambiental ya que el efluente de ensilajes tiene un potencial contaminante hacia al medio ambiente muy alto y de difícil control.

Utilización de subproductos hortícolas

De menor impacto a nivel productivo pero igualmente interesante desde el punto de vista técnico y académico fueron las evaluaciones de potencial de ensilabilidad de subproductos resultantes del procesamiento de productos hortícolas como brócoli y coliflor. El brócoli puede ser ensilado fácilmente con buenas características de fermentación y organolépticas. El uso de melaza como aditivo incrementó las pérdidas de materia seca (9.44 vs 38 % para tratamientos sin y con agregado de melaza). Al igual que con la pulpa de citrus se evaluaron absorbentes naturales como heno de moha y despunte de caña de azúcar incorporados durante el procesos de ensilado en distintas proporciones. En este caso los absorbentes evaluados no lograron retener los efluentes generados por los tratamientos que incluyeron la suplementación del material con melaza. Al incrementar los niveles de inclusión de despunte de caña mejoraron las características fermentativas de la mezcla dado las buenas

características de ensilabilidad del despunte de caña. (Bruni et al., 2000; Bruni y Chilibroste, 1999; 2001).

En la primer etapa de trabajos con subproductos del Grupo de lechería se desarrollaron trabajo con suero de leche, brote de malta y puntita de arroz que por razones de espacio no desarrollaremos en este material. En 2008 abrimos una nueva etapa de trabajo con subproductos industriales que involucra subproductos de la producción de biodisel y de la producción de cana de azúcar

Utilización de subproductos de la producción de Biodisel: glicerol crudo

En el año 2009 se llevó a cabo un experimento titulado "*Efecto de la inclusión de niveles crecientes de glicerina en la dieta de vacas lecheras sobre la producción y composición de la leche*" en el marco de un acuerdo de trabajo entre EEMAC y la empresa Biográn. El objetivo primario del experimento fue estudiar el efecto de la inclusión de glicerol crudo en la dieta sobre la producción y composición de leche de vacas primíparas y múltiparas.

Metodología.

- 48 vacas: 24 vacas primíparas y 24 vacas con más de una lactancia de parición de otoño del año 2009.

Tratamientos.

- Trat. 1: Control con alimentación basal (pastoreo y/o estabulación total según condición de la pastura).
- Trat. 2: Alimentación basal + 0,6 kg. /día glicerol crudo.
- Trat. 3: Alimentación basal + 1.2 kg. /día glicerol crudo
- Trat. 4: Alimentación basal + 1.8 kg. /día glicerol crudo

Al inicio del experimento los animales tenían las siguientes características: promedio de producción litros/día: $25,45 \pm 8,35$; promedio de días en lactancia: $71,67 \pm 33$; promedio de Estado Corporal $2,495 \pm 0,505$ y promedio de N° de lactancia: 2,021. Se trabajó con un glicerol crudo con los siguientes parámetros de composición química: HUMEDAD (%) 3.6; CENIZAS (%) 6.2; GRASA(%)1.2; NITROGENO TOT.(%) 0.11 y METANOL (%) 20.5

Si bien este trabajo está en fase de análisis por parte de los estudiantes que lo llevaron adelante se presenta en la figura 4 resultados preliminares de las respuestas obtenidas en producción de leche.



Figura 4. Evolución de la producción de leche de vacas suplementadas con niveles creciente de glicerol crudo

Los resultados preliminares son muy alentadores en torno a la posibilidad de utilizar este subproducto que se genera de la extracción de biodisel a partir de oleaginosas como semillas de soja y/o girasol. Las respuestas en leche (L de leche extra/kg de glicerol crudo adicionado) son significativamente más altas que las logradas con otros suplementos energéticos especialmente en vacas adultas y a bajos niveles de inclusión de glicerol crudo en la dieta para las condiciones de este experimento.

A partir de los buenos resultados productivos obtenidos en este trabajo se elaboró un proyecto en conjunto con LATU y Facultad de Ingeniería a los efectos de estudiar más en detalle las consecuencias fermentativas a nivel ruminal de la suplementación con glicerol crudo y el potencial de generar biomasa bacteriana teniendo al glicerol como substrato para el crecimiento.

Evaluación de subproductos de la caña de azúcar.

Durante el año 2008 se realizó en el marco de un acuerdo con ALUR el análisis bioeconómico de diferentes alternativas de utilizar los subproductos de la caña de azúcar en alimentación animal. Adicionalmente, se implementó un aprueba de campo en la que se alimentó a vaquillonas de carne con despunte de caña de azúcar, melaza y un concentrado balanceado para esa prueba particular. A partir de esas acciones se decidió realizar estudios más detallados sobre el potencial de utilizar inóculos y activadores microbianos con el objetivo de promover un uso más intensivo de residuos de cosecha. Estos trabajos se están ejecutando en EEMAC.

El experimento involucrado en esta jornada se realiza con el objetivo de determinar la interacción entre un activador de fermentación ruminal y un producto biológicamente activo (MEBA) sobre el consumo de materia seca y la ganancia de peso de terneras Holando alimentadas con ensilaje de sorgo como alimento base. En un diseño completamente aleatorizado se aplicarán los siguientes tratamientos:

1. Control (Ensilaje como único fuente de forraje + núcleo vitamínico-mineral).
2. Control + Activador a razón de 9 g.Kg PV-1
3. Control + MEBA a razón de 9 mL . Kg PV-1
4. Control +Activador+MEBA a razón de 9 g. Kg PV-1 y 9 mL . Kg PV-1 respectivamente

El experimento tendrá una duración de 60 días. Se utilizarán 32 terneras Holando nacidas entre marzo y abril del año 2009 pertenecientes al rodeo experimental de la EEMAC. El peso vivo al inicio del experimento: 150 kg. Los tratamientos sanitarios serán los oficiales y los de rutina en la EEMAC.

La dieta base será el suministro a voluntad de ensilaje de sorgo realizado en abril del año 2009 en la EEMAC. Los parámetros de composición química del ensilaje son: MS= 32 %; FDN=43 %; FDA= 26 % y PC=11%.

El activador estará basado en la mezcla de melaza, pulidora de arroz, harina de maíz, afrecho de trigo, expeller de girasol, melaza, urea y sales minerales. Los parámetros de composición química del ensilaje son: MS= 92 %; FDN=21 %; FDA= 8 % y PC=32%.

El MEBA en tanto se suministrará en forma líquida y se preparará en la EEMAC en tarrinas de 200 litros. La mezcla está basada en Melaza, Maíz, Soja, NNP y mezcla de minerales.

Manejo

Los animales serán alimentados una vez al día. Los alimentos se suministran por separado (ensilaje, activador, MEBA). Todos los corrales tendrán un recipiente en el que se suministra agua a voluntad y contarán con acceso a un núcleo vitamínico mineral ad-libitum. El alimento ofrecido se pesará diariamente y los rechazos si los hubiera se retiran y pesan previo a ofrecer la nueva alimentación. La oferta de ensilaje de sorgo será regulada en función del consumo. La oferta de los suplementos se corregirá luego de cada pesada en función del peso vivo. Diariamente se determinará el consumo de ensilaje de sorgo, activador, MEBA y sales minerales.

Sólo con objetivos ilustrativo se presenta en la figura 5 las curvas de evolución de peso de los tratamientos alimentados con ensilaje de sorgo como único alimento o suplementado con activador ruminal al 0.9 % del peso vivo.

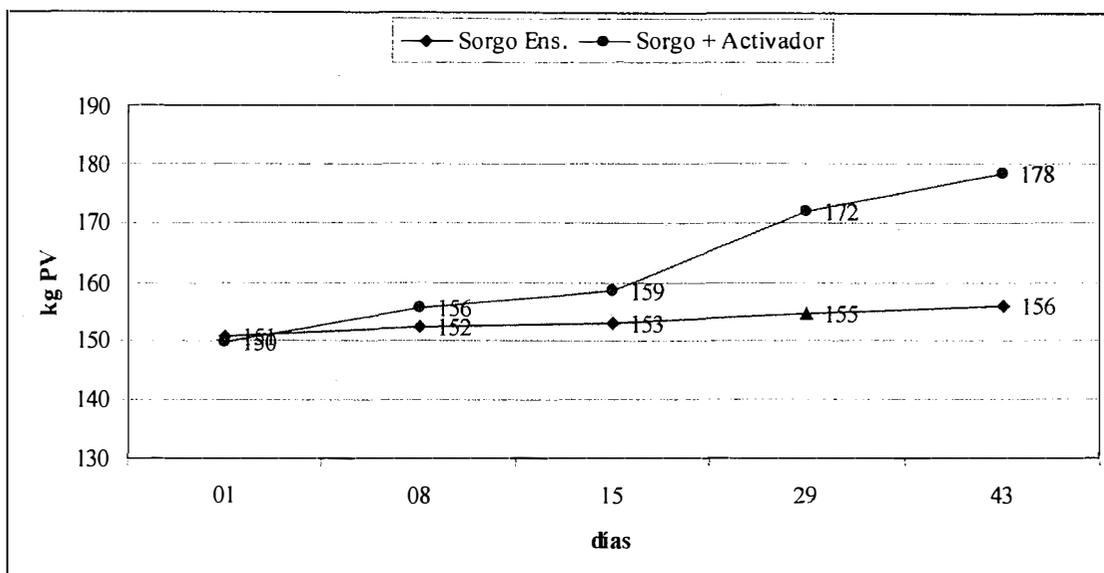


Figura 5. Evolución de peso de terneras holando alimentadas con ensilaje de sorgo (Sorgo Ens.) o ensilaje de sorgo + activador ruminal.

De la figura 5 surge claro que los animales suplementados con activador están realizando una ganancia de peso muy superior a los animales en el tratamiento control y con una eficiencia de conversión muy alta: (un poco más de 2.5 kg de suplemento por kg de peso vivo extra ganado). Estos resultados preliminares son muy alentadores sobre la perspectiva futura de esta línea de investigación así como la posible adopción de estas tecnologías tanto por productores lecheros como ganaderos.

Literatura citada

- Arocena, S; Benia, P. 2000. Evaluación de la ganancia de peso de terneros holando, suplementados con henolaje de pradera, ensilaje de pulpa de citrus pura o mezclada con forraje. Tesis Facultad de Agronomía – Universidad de la República. Uruguay.
- Bidegain, J.; Sánchez, P.; Díaz, J. 1992. Efecto del tipo de suplemento sobre la performance productiva de vacas Holando pastoreando sorgo forrajero (Sudax 121). Tesis Facultad de Agronomía – Universidad de la República. Montevideo. Uruguay.
- Bruni, María de los Ángeles y Chilibroste, P. 1999. Uso de residuos industriales: Una nueva alternativa de alimentación para el ganado. Revista Cangué Nro 17: 1999

Bruni, M. A., Chilibroste, P., y Mattiauda, D. 2000. Alternativas de conservación de pulpa de citrus fresca como ensilaje In: XVI Reunión Latinoamericana de Producción Animal. III Congreso Uruguayo de Producción Animal. (CD). Montevideo, Uruguay.

Bruni, M. A. y Chilibroste, P. 2001 Alternativas de conservación de residuos de brócoli como ensilaje. XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Resúmenes. Palacio de las Convenciones. 20-23 Noviembre. La Habana, Cuba. pp: 314-315.

Cetrulo, F. 1993. Efecto de la suplementación con afrechillo de arroz y pulpa de remolacha peleteada, sobre la performance productiva de vacas holando pastoreando verdeos de invierno. Tesis Facultad de Agronomía – Universidad de la República. Montevideo. Uruguay.

Radiccioni, D.; V. Taranto y S. Zibils. 1993. Efecto de la suplementación de vacas lecheras en pastoreo. I- Ambiente ruminal y composición de la leche. Tesis. Facultad de Agronomía – Universidad de la República. Uruguay.

Rodríguez, F.; P. Chilibroste; E. Favre; D. Mattiauda; M. Bruni; E. Apezteguía y B. Ordeix. 1990. Adaptación nutricional de vacas lecheras en pastoreo complementadas o no con sorgo y urea. In: II Seminario Nacional de Campo Natural. INIA, Facultad de Agronomía, MGAP. Tacuarembó. Uruguay.

Instituto de Ciencia Animal

Producción de alimento para animales a través de procesos biotecnológicos sencillos con el empleo de Microorganismos Beneficiosos Activados (MEBA).

**Autores: Arabel Elías Iglesias y J. B. Michelena Rivero
e-mail aelias@ica.co.cu y jmichelena@ica.co.cu**

Diciembre del. 2009

Producción de alimentos para animales a través de procesos biotecnológicos sencillos con el empleo de Microorganismos Eficientes Beneficiosos Activados (MEBA). VITAFERT.

Introducción.

La existencia en áreas del trópico de una masa ganadera bovina, porcina y aviar y de instalaciones especializadas para las mismas, en algunos casos, puede hacer de esta actividad una potencia para la producción de alimentos proteicos de origen animal (leche, carne, huevos) de alto valor biológico para el consumo humano. Sin embargo, para mantener una producción constante y eficiente de estos alimentos, es necesario el suministro de dietas bien formuladas con alta proporción de cereales y concentración de energía y proteína suficientes, lo que produce una competencia de los animales sobre el hombre.

Esto demanda de maximizar la producción de alimentos para el ganado (concentrados, caña de azúcar, pasto y forrajes, suplementos minerales, otros), a la vez optimizar el uso de recursos y reducir o eliminar la contaminación ambiental, lo que demanda de programas de vanguardia que aumenten la producción de leche, carne y huevos en armonía con el medio ambiente. Esto exige de un cambio total de paradigma en las prácticas de producción de alimentos de origen animal. El reto es desarrollar tecnologías de producción animal que resuelvan los actuales impactos negativos sobre el medio ambiente, especialmente en los suelos y cuencas hidrográficas.

El principal limitante de la producción animal en el trópico es el déficit de pastos y forrajes que se produce en los meses del período seco, debido a la escasez de agua y el crecimiento estacionario de especies de pastos que se cultivan.

Sin embargo, en esta región y durante el período seco, los pequeños y medianos productores disponen de alimentos fibrosos en forma de residuos de cosechas que pueden contribuir a reducir la demanda de alimento básico para el ganado. En contraste, la mayoría de estos alimentos fibrosos son deficitarios en proteína y de baja digestibilidad por lo que su consumo es limitado por los animales.

A su vez, aunque existe disponibilidad de fuentes de proteína y energía para ser usadas en la alimentación animal, estas no están al alcance de los pequeños productores debido al costo de las mismas, por lo que la baja productividad de las tierras ganaderas durante el período seco indica la urgente necesidad de aplicar tecnologías de manejo y agrotecnia y producción de alimentos que logren aumentos sustanciales en la producción ganadera en total armonía con el medio ambiente, ya que los bajos rendimientos de las vacas lecheras, la ganancia diaria de peso vivo de los animales en crecimiento y los indicadores reproductivos demandan de la necesidad de complementar con energía y proteína y subproductos de la industria o agrícolas.

Para mejorar la producción es factible establecer estrategias de suplementación a los animales en pastoreo que permitan reducir las pérdidas de peso vivo y producción de leche en las

épocas críticas, especialmente en el período poco lluvioso y mantener una mejor tasa de crecimiento e indicadores reproductivos.

Todo lo anterior demuestra que es urgente encontrar ingredientes alternativos para sustituir al maíz y la soya en la formulación de concentrados para la alimentación animal.

El objetivo del presente folleto es mostrar la factibilidad de emplear los recursos en materias primas locales en procesos biotecnológicos sencillos para la producción y utilización de alimento animal a través de MEBA, con protección al medio ambiente y a su vez, brevemente analizar la contribución de MEBA en la transformación de la digesta en el TGI y su posible relación con la nutrición animal, fundamentalmente en monogástricos.

Primeramente hay que dar a conocer algunos conceptos básicos relacionados con la producción de alimentos a través de procesos biotecnológicos.

En el presente folleto consideramos a MEBA como aquellos microorganismos que se encuentran en diferentes nichos naturales o se cultivan como inóculos, que pueden actuar solos o en sinergismo, formando parte de una comunidad de bacterias, levaduras u hongos o mezclas de ellos, con un poder metabiótico beneficioso, capaces de modificar al medio en que se establecen o desarrollan y cuyos metabolitos pueden ser utilizados por plantas, animales, humanos, tratamientos de residuales de la agroindustria y otros. Solamente se consideran como miembros de MEBA aquellos que comunmente se encuentran de forma natural o que han sido aislados de ese nicho y no aquellos que han sido transformados genéticamente.

Los miembros de este consorcio pueden pertenecer a cualquier especie, género o familia que posean características de MEBA, con la condición fundamental de que la velocidad de crecimiento sea rápida, no produzcan toxina ni enfermedades y capaces de transformar de forma benéfica al medio en que se desarrollan.

El **MEBA**, es un producto biológico compuesto de bacterias, levaduras y sus metabolitos, capaces de producir cantidades apreciables de ácidos orgánicos de cadena corta como láctico, acético, propiónico, succínico y pirúvico, vitaminas y enzimas.

Es un activador de la fermentación que estimula la producción de ácidos orgánicos, disminuye el pH, incrementa y estabiliza la proteína, aumenta la digestibilidad de la materia seca y disminuye las fracciones de la pared celular de las materias alimentarias que se someten a su acción.

Para que se produzca el efecto sobre la fermentación, es necesario que junto con el MEBA se añada la dosis necesaria de **ACTIBIOL**, según la materia alimentaria que se fermente, que no es mas que los nutrientes necesarios para producir crecimiento acelerado del pool de MEBA.

La aplicación de MEBA, en beneficio para el hombre, se considera en las siguientes áreas:

- Transformación de la digesta en el TGI y su relación con la nutrición y salud animal.
- Producción de MEBA con posibles características de probiótico.
- Producción de alimento para animales.

- Tratamiento de residuales orgánicos.
- Otros nichos.

Transformación de la digesta en el TGI y su relación con la nutrición animal.

A modo de introducción es necesario establecer la diferencia fundamental entre los rumiantes y otros mamíferos sobre la base de la actividad de los microorganismos del TGI. Así, la contribución de los microorganismos del tracto gastrointestinal (TGI) a la nutrición del animal hospedero depende grandemente de la localización del lugar principal de actividad microbiana dentro del tracto digestivo. Por ejemplo, en el cerdo y el caballo, el sitio principal es el ciego, localizado en la parte posterior al área de mayor digestión y absorción, mientras que en el rumiante la mayor actividad microbiana ocurre en el rumen y retículo, anterior al intestino delgado. En el rumiante la mayor fermentación microbiana se efectúa anterior a la actividad gástrica, duodenal e intestinal con el resultado de que los cuerpos de los microorganismos pueden ser digeridos y los productos están disponibles para el animal hospedero. En la digestión cecal de la fibra, los productos de desecho de los microorganismos pueden ser absorbidos, pero los cuerpos microbianos se pierden en gran medida en las heces.

Para establecer el papel de los microorganismos del tracto digestivo en la nutrición animal se comparan especies como el cerdo, ovejo y aves de corral. Una diferencia esencial puede muy bien estar en la capacidad de digestión de la fibra: en el caso de los granos de cereales las aves digieren menos del 10 % de la fibra, el cerdo alrededor de 20-30 % y en el caso de los rumiantes probablemente la mitad de la fibra o más se digiere, lo que depende de la calidad de la misma. La digestibilidad de la celulosa y hemicelulosa de varios forrajes por los rumiantes y no rumiantes puede ser de 40-60 % en el ovejo, pero únicamente entre el 20 y el 40 % digerida en el cerdo y en la mayoría de los casos menos del 15 % en la rata.

Aunque existe considerable información disponible para identificar los organismos presentes en las diferentes áreas del tracto digestivo de estas especies y también sobre la composición de la digesta, como por ejemplo ácidos orgánicos, hay que notar que la existencia de datos disponibles en relación con la contribución efectiva, en términos nutricionales, de la población microbiana no data de muchos años atrás, en que en animales monogástricos, y específicamente en cerdos, se está ganando claridad al respecto, ya que con antelación existía bastante información sobre rumiantes. No obstante está disponible mucha información sobre la concentración de ácidos grasos volátiles (AGV) dentro de las diferentes regiones del tracto digestivo y las proporciones de los ácidos grasos individuales en los sitios de mayor actividad microbiana.

Producción de MEBA con posibles características probióticas.

Para la producción de MEBA es necesario suministrar el consorcio de microorganismos anteriormente mencionado, una fuente de energía en forma de carbohidratos de fácil fermentación como melaza, jugo de caña, suero de leche, mosto de destilería, azúcar de caña y otros, cuya concentración en el medio final puede fluctuar entre 5 y 15 %. También es necesario una fuente de nitrógeno como la urea, péptidos y aminoácidos que le pueda suministrar una harina proteica como la soya, girasol, o maní entre otras y minerales. El pH al inicio de la fermentación puede fluctuar entre 5.5 y 6.5 y al final de la misma, después de

terminado el tiempo de fermentación (48 horas), el ph puede oscilar entre 4 y 4.5, pudiendo, en ocasiones, bajar hasta 3.8

En la figura 1 se puede observar la dinámica de la transformación del pH, la PB y PV del MEBA en fermentador de cristal de 40 litros de capacidad. En la tabla 1 se muestran algunos componentes en ácidos orgánicos del MEBA solo, mezclado con pienso líquido terminado (PLT), que se utiliza en la alimentación porcina o PLT solo. En la misma se puede apreciar la alta producción de ácidos que se obtienen en el MEBA

En la figura 2 se presenta la dinámica de crecimiento de bacterias totales, (10⁹ ufc), lactobacilos (10⁸ ufc), levaduras (10⁷ ufc) y colibacterias (10⁶ ufc). En la misma se observa que al final de la fermentación predominan levaduras y lactobacilos junto a la desaparición de colibacterias..

En las fotos 1 y 2 se puede observar una planta para la producción de MEBA cuyos componentes materiales (fermentadores y tubería de conexión son de PVC) acoplada a una planta productora de Activadores Biológicos (Actibiol).

La posibilidad de que el MEBA posea propiedades de probiótico ha sido estudiado en el ICA. Así, en un experimento con pollitos de 1 a 28 días se obtuvo mayores ganancias de peso vivo, consumo de alimento y mejor conversión de MS en los pollitos que consumieron MEBA en comparación con el control sin MEBA. Sin embargo el MEBA produjo mayor retención de MS, materia orgánica y nitrógeno. A su vez, hubo mayor peso en bolsa de Fabricio y del bazo, considerados como indicadores inmunobiológicos, en los pollos que consumieron concentrados con MEBA.

Figura 1 Valores de pH, proteína bruta (PB) y proteína verdadera (PV) en dinámica del MEBA en fermentador de 40 litro

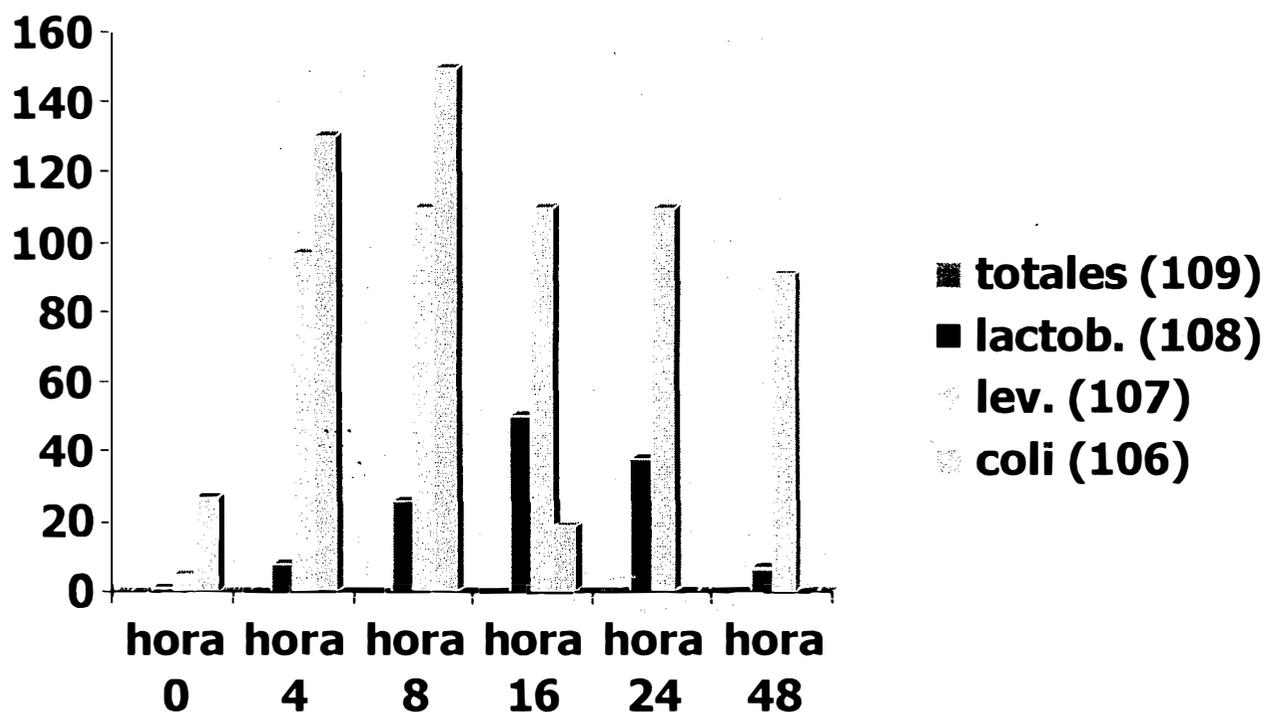


Figura 2. Conteo de microorganismos presentes en dinámica en fermentador de 40 L

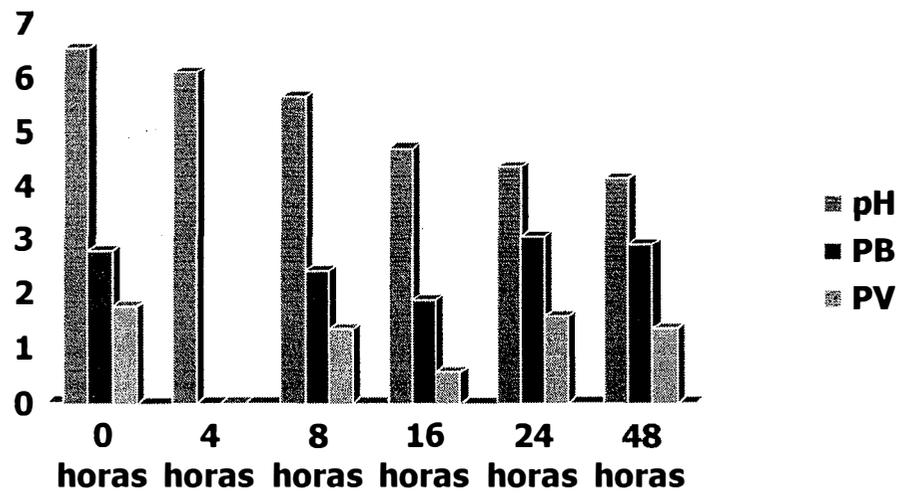


Tabla 1 Inclusión del MEBA (Vitafer) en PLT en plantas de fermentación de 60 m³ de capacidad. La concentración de ácidos está dada en milimoles/L

MEDIDAS	PLT	PLT + VITAFERT	
MS	62.50	33.40	
pH	4.75	4.70	
N total	0.30	0.41	VITAFERT SOLO
Ac. Acético	20.96	38.36	55.7
Ac. Propiónico	2.11	0.94	0
Ac. Butírico	0	2.14	4.28
Ac. Isovalérico	0	0	0
Ac. Valérico	0.94	1.16	3.34
Ac. Láctico	184	326	468

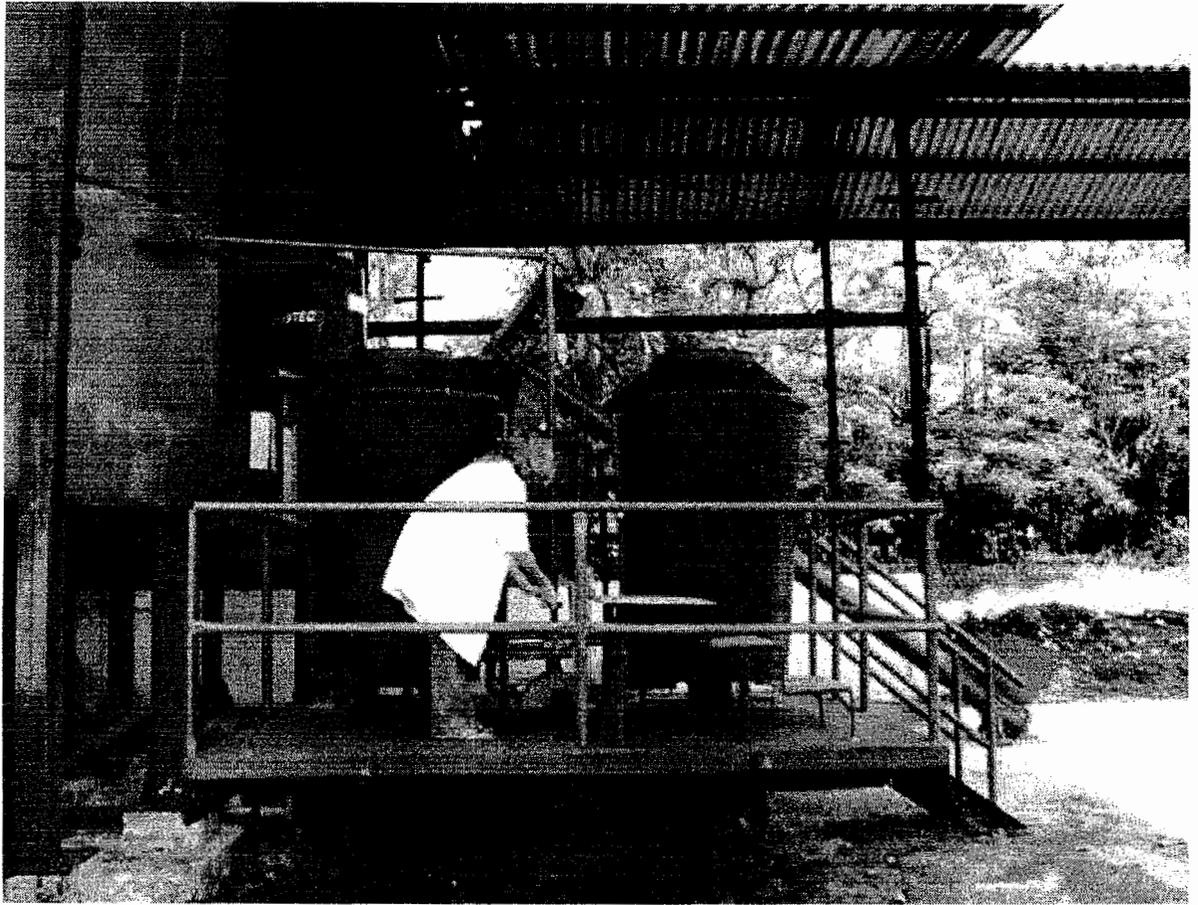


Foto 1, Fermentadores de PVC.

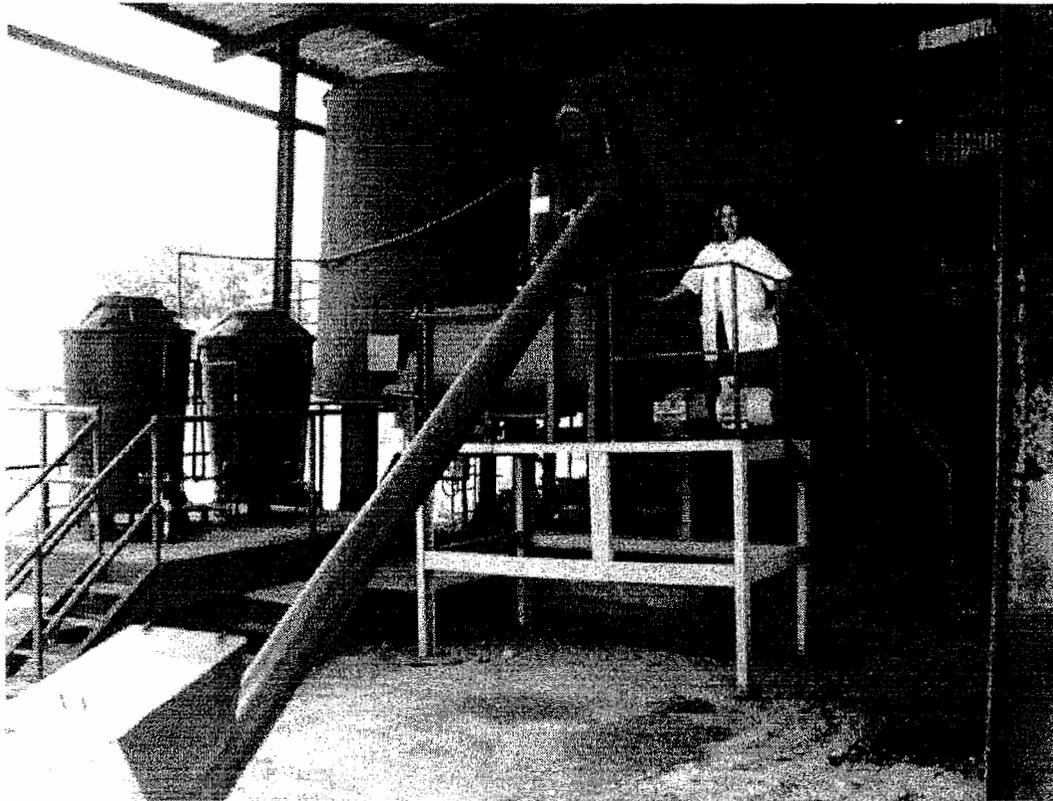


Foto 2 . Planta mezcladora de Activadores. A la izquierda Fermentadores

Producción de alimento para animales

Fermentación en estado sólido (FES): son los procesos donde se producen el crecimiento microbiano y la formación de producto sobre o dentro de la matriz sólida o en ambos y se caracteriza por la ausencia o cerca de la ausencia de agua libre en los espacios entre partículas sólidas.

Las fermentaciones en estado sólido han sido utilizados para la confección de productos para la alimentación humana y animal. Sobre este tema se tiene documentación un siglo antes de Cristo, en China, cuando en documentos clásicos de Confucio se menciona el uso de la salsa de soya. Entre los ejemplos más conocidos tenemos: alimentos orientales fermentados, maduración fúngica de los quesos y el compost. Es por ello que su concepto ha variado en la literatura en la medida que se ha profundizado en su estudio.

Según Elías et al (1990), los sustratos empleados en los procesos de FES, deben reunir las siguientes características:

- Contenido satisfactorio de fuentes de carbono disponible para el uso microbiano
- Estructuras físicas fuertes para la fermentación en capas profundas y que permitan el flujo de aire.
- Poseer una estructura desgranada que permitan el intercambio gaseoso
- Capacidad máxima de almacenamiento del agua que permitan la solubilización de nutrientes.
- Contenido moderado de sustancias indigestibles.
- Una composición favorable para el desarrollo microbiano.

Entre los sustratos más empleados en estos tipos de procesos se encuentran los de origen agrícola, estos pueden ser utilizados directamente después de cosechados o necesitar algún tipo de procesamiento, por lo que una de las características fundamentales de ellos es su gran heterogeneidad en la composición tanto cualitativa como cuantitativa.

Fibrosos Azucarados

Caña de azúcar
Pulpa de café

Fibrosos

Rastrojo de maíz
Rastrojo de frijol
Rastrojo de sorgo
Pergamino de café
Bagazo de caña
Paja de caña

Azucarados

Melaza
Jugo de caña
Suero de leche
Agua miel de café
Mostos

Residuales

Excretas de las instalaciones
(porcino, ganado bovino, aves)

Amiláceos o ricos en inulina o saponina

Yuca	Triticale
Boniato	Sagú
Maíz	Canna
polvo de arroz	Topinambur

grano de sorgo	Ñame
trigo	Malanga (chopo)
agaves	

Los materiales anteriormente mencionados son ejemplos de sustratos que pueden ser transformados por MEBA.

Sin embargo, y con excepción de la pulpa de café y excretados, los productos son deficitarios en proteína verdadera (PV), factor limitante para su uso en monogástricos.

El déficit en PV de esos coproductos pudiera, en parte, corregirse con el desarrollo de procesos biotecnológicos sencillos y factibles en el campo, que propicien el crecimiento de microorganismos con alta capacidad de síntesis de proteína en un período de tiempo corto.

Posibilidad de la fermentación en estado sólido de la caña de azúcar

Se sabe que el alto contenido de azúcares solubles de la caña de azúcar (sacarosa, glucosa y fructosa), limita la digestibilidad de componentes fibrosos de la misma y, por lo tanto, su uso como fuente energética básica para rumiantes.

En este sentido, el desarrollo de tecnologías que disminuyan el contenido de carbohidratos solubles de la caña ha sido empeño de muchos investigadores de varios países de América Latina. El Instituto de Ciencia Animal de la República de Cuba, según la literatura disponible fue el pionero en desarrollar métodos para el estudio de la fermentación en estado sólido de la caña de azúcar (Elías et al, 1990)

Así estos autores al cortar y moler el tallo limpio de hojas y pajas, observaron que en la caña de azúcar ocurría una autofermentación, con descenso de la materia seca (MS), pH y azúcares y aumento en ácidos grasos volátiles, en 24 horas.

La fermentación en estado sólido de la caña de azúcar (FESCA) limpia y molida con urea y minerales, produce una disminución de los carbohidratos solubles, además de la transformación del NNP en nitrógeno precipitable al ácido tricloroacético (PV) debido al crecimiento microbiano especialmente de levaduras y bacterias, por lo que se obtiene una caña enriquecida con alta proporción de PB y alto porcentaje de proteínas sobrepasantes (\geq/\leq 70%), lo que garantiza corregir cualquier déficit de calidad o cantidad de péptidos y aminoácidos que normalmente se sintetizan en el rumen. Al producto obtenido se le denomina Saccharina. En esta FESCA, la eficiencia de conversión de los carbohidratos solubles a proteína puede llegar a valores de 61% debido al desarrollo de la microbiota que se establece en el sistema. Los metabolitos de la actividad microbiana permanecen en el alimento, entre ellos vitaminas, aminoácidos, ácidos grasos volátiles (acético, propiónico, butírico y de cadenas ramificadas), encimas y otros, los cuales pueden contribuir a mejorar el comportamiento de los animales.

En el proceso FESCA existe un alto contenido en minerales de alta disponibilidad y rápida absorción por el mecanismo de quelatos que se desarrolla durante la fermentación debido a la presencia de prebióticos que, a su vez, acelera la actividad microbiana ruminal. El contenido de PB y proteína verdadera (PV) de la Saccharina, a través de los procesos de FESCA, es

variable lo que depende de la concentración final que se desee. Según la categoría de animales que se vaya a alimentar puede estar comprendido entre 15 y 22% y llegar a 30% de PB y la energía metabolizable (EM) varía entre 2.6-3.0 Mcal/Kg, de MS, según interés.

Normalmente el contenido de PB, PV y fibra bruta (FB) de la Saccharina está en el rango del 11.1 a 16%, 8.9 a 13.8% y de 24.6 a 26.6% respectivamente. En la tabla 2 se representa algunos indicadores bromatológicos de la Saccharina comparada con otros alimentos de uso en la alimentación animal, entre ellos la fibra detergente neutra (FDN) y la fibra detergente ácida (FDA).

Tabla 2. Comparación de algunos componentes químicos (base seca) de la caña de azúcar, pasto estrella, saccharina y un suplemento.

<i>Componente (%)</i>	<i>Pasto Estrella</i>	<i>Caña de Azúcar¹</i>	<i>Saccharina²</i>	<i>Suplemento¹</i>
MS	29.2	32.0	87.1-89.5	92.3
PB	8.1	2.2	11.1-16.0	22.6
Contenido celular	18.2	51.9	36.8-47.7	44.9
FDN	81.8	48.1	52.3-63.2	55.2
Hemicelulosa	31.2	15.6	19.0-21.1	33.3
FDA	50.6	32.5	33.3-42.1	21.8
Azúcares °Brix		17-21		

Esta tabla muestra la superioridad de la Saccharina con respecto al pasto y la caña de azúcar, tanto en PB como en contenido celular, así como menor concentración de FDN y FDA.

Saccharina empacada

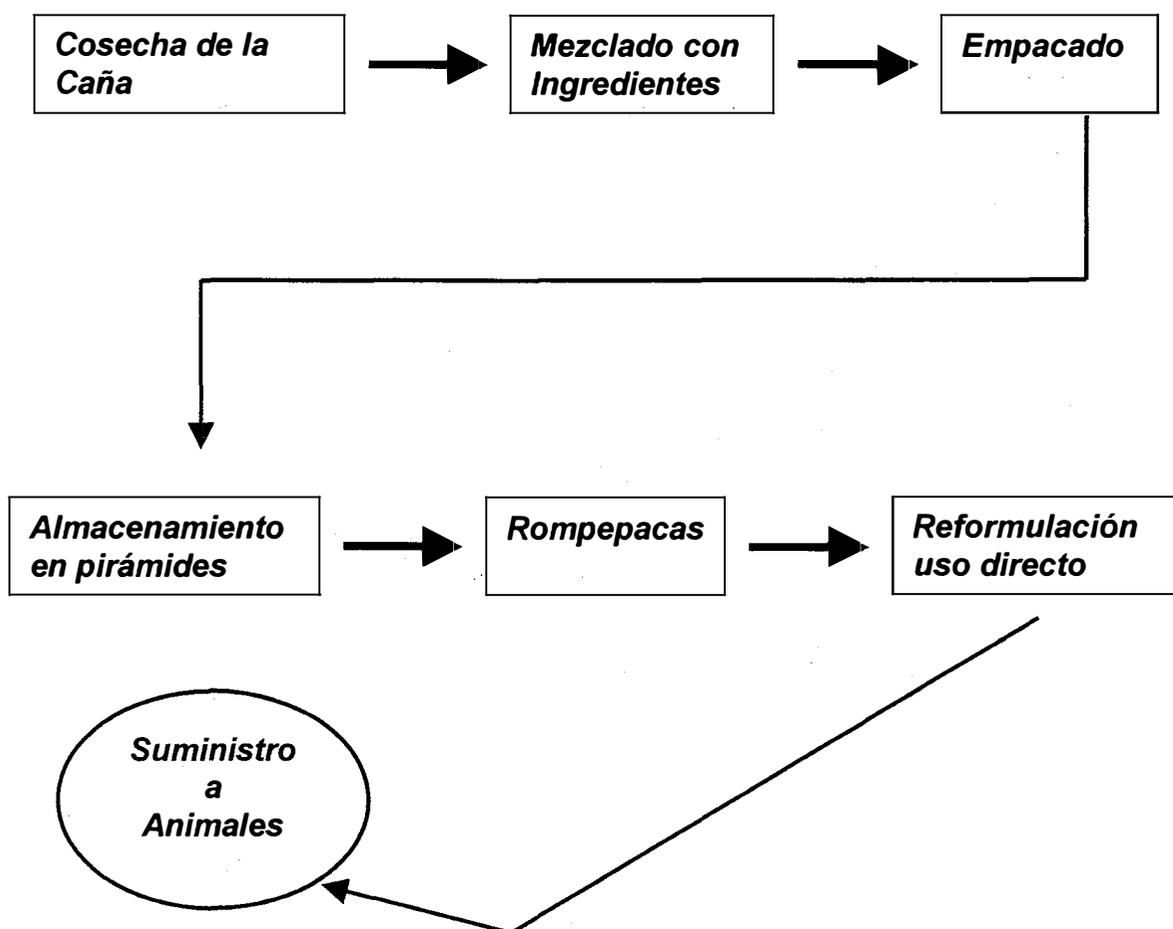
Uno de los problemas fundamentales en el manejo y uso de los animales bajo un sistema de explotación con alimentos fermentados con Saccharina, es el control de fermentación, sitio del mismo, secado, traslado y almacenamiento.

Para resolver esta problemática, en el ICA de la República de Cuba se desarrolló un proceso de fermentación en estado sólido compacto (empacado) y a este proceso se le denominó FESCOM, a través del cual la caña o el bagacillo de retorno del tándem azucarero se somete a dos etapas de fermentación: aeróbica y anaeróbica.

En la primera etapa, una vez que se han mezclado los ingredientes que serán sometidos al proceso, la mezcla o sustrato se compacta con empacadoras que se utilizan para empacar bagazo de la caña, lo que permite obtener pacas con un peso que fluctúa entre 280 y 480 Kg, lo que depende de la empacadora. Una vez realizado el empacado, las pacas se trasladan a los lugares de almacenamiento donde se produce la fermentación (ver diagrama 1)

El flujo de producción de FESCOM es continuo

Diagrama 1.



En las pacas obtenidas después de mezclada la caña con el resto de los ingredientes, la temperatura se eleva transcurridas las primeras 24 horas, lo que indica que se produce fermentación microbiana con desprendimiento de calor. La cantidad de amoníaco que se produce se atenúa con el tiempo debido a la síntesis de proteína por los microorganismos MEBA que se establecen en el sistema, que a su vez utilizan los AGV que se forman lo que contribuye a elevar el PH y aumentar la PB y PV

Nuevos tipos de Saccharina

Por sus características nutritivas, la Saccharina obtenida por FESCA, ha sido usada satisfactoriamente en la alimentación de animales rumiantes y no rumiantes. En los primeros ha sustituido gran parte de los cereales utilizados para la elaboración de concentrados. Sin embargo, debido a la alta concentración en polisacáridos estructurales

(fibra), su densidad energética se afecta, lo que limita su uso en algunas especies y categorías de animales.

Esta situación hace necesario la introducción de variantes en su tecnología de producción como son la inclusión en su proceso fermentativo de alimentos que se utilizan tradicionalmente: maíz, sorgo u otra fuente de cereal y soya u otra fuente de proteína, que son productos que normalmente se contemplan en la alimentación animal y que por su composición podrían servir como fuentes dilutoras de la fibra o mejoradoras de la eficiencia de indicadores fermentativos durante la fermentación dentro o fuera del rumen. De esta forma al incluirse maíz, sorgo u otra fuente de cereal, soya u otra fuente de energía, la MS y la proteína se incrementan y la FDN, FDA, celulosa, hemicelulosa y lignina disminuyen, lo que incrementa la digestibilidad de la MS y de la materia orgánica (MO) y la concentración de la EM del producto final, originando nuevas opciones y productos que a continuación se analizan.

Tabla 20. Influencia del MEBA (Vitafert MN, inóculo) en algunos indicadores bromatológicos de nuevos tipos de Saccharina obtenidas por FESCA (Elías et al, 2001)

<i>Tratamientos</i>	<i>Indicadores</i>			
	<i>PB</i>	<i>PV</i>	<i>KOH</i>	<i>FB</i>
<i>24 horas de fermentación</i>				
1- Caña	15.3	5.35	70.1	25.8
2- Caña + Vit	17.2	4.44	75.1	22.9
3- Caña + Soya + Vit	21.1	10.4	82.8	21.1
4- Caña + Maíz + Vit	19.2	11.5	90.2	11.7
5- Caña + Maíz + Soya + Vit	22.9	15.9	95.4	9.92

Algunas reflexiones sobre FESCA para la obtención de Saccharina

A pesar de que ha sido mencionado por Pandey et al (2001) y por Mitchell et al (2002) que los procesos de FES son heterogéneos debido a las complejas interacciones de factores que incluyen la producción y difusión de enzimas hidrolíticas extracelulares, la difusión de los productos hidrolizados y la penetración de los microorganismos al sustrato, entre otros factores; la variación que se produjo entre los diferentes experimentos, analizados en este estudio, para las mismas fuentes energéticas usada fue poca, a pesar que se hicieron en tiempos diferentes, lo que demuestra la repetibilidad de estos procesos y la seguridad en la aplicación de esta tecnología.

De acuerdo a los valores de PB (17.5 a 23%), PV (10.6 a 16.3%) y FDA (14 a 26.8%), independientemente de las fuentes energéticas usadas, estas nuevas Saccharinas pudieran competir con alimentos comerciales, además, se demuestra el potencial que tienen los procesos de FESCA en la producción de alimentos de mayor valor nutritivo, a través de MEBA, para los animales, a partir de alimentos fibrosos azucarados con bajo contenido de proteína, disponibles a nivel local y regional, como es el caso de la caña. Además, es necesario reconocer, según Elías (2001) y Ramos (2005) la necesidad de la inoculación con MEBA en el proceso de FESCA, ya que el mismo produce una mayor retención de amoníaco debido al menor PH, lo cual incrementa el contenido PB de los alimentos, además se incrementa la digestibilidad de la materia orgánica (DMO) y la EM debido a la disminución de la fracción de la fibra. La disminución en el contenido

de la fibra por efecto del MEBA es importante, pues en estos alimentos, es uno de los principales retos a vencer.

En resumen, en el presente trabajo se ha demostrado la factibilidad de producir alimentos concentrados energéticos proteínicos a través de FESCA para producir Saccharina que compiten parcial o totalmente con los valores bromatológicos de concentrados comerciales.

Algunas consideraciones sobre la importancia de la utilización de la Saccharina en la alimentación de rumiantes.

La urea es la fuente de NNP más utilizada en los rumiantes por su costo y disponibilidad en el mercado, a pesar de que se ha demostrado sus ventajas cuando es suplementada correctamente). Algunos productores prefieren no utilizarla, debido a las experiencias negativas obtenidas cuando no se maneja correctamente (intoxicación de los animales), por otro lado, la concentración de azúcares de la caña, se incrementa con la edad de la planta, lo cual puede inhibir la celulolisis ruminal y afectar negativamente la digestibilidad de la fibra y el consumo voluntario,

En los alimentos producidos por FESCA para obtener Saccharina, según el presente estudio se demostró que con la inclusión de estos ingredientes en el proceso fermentativo, no existió riesgo de intoxicación por urea en los rumiantes, ni inhibición en la celulolisis ruminal, debido a que primero se produce una fermentación fuera del rumen, donde los azúcares solubles y gran parte del amoníaco proveniente de la urea es utilizada como fuente de energía y nitrógeno respectivamente, para el crecimiento microbiano, además el consumo de estos alimentos por los bovinos es lento, por otra parte, debido a la probable presencia de péptidos y aminoácidos estimuladores del crecimiento de las bacterias celulolíticas ruminales, estos suplementos estimulan la digestión del pasto.

Por otra parte, los granos de cereales son los mayores contribuidores de energía en la formulación de dietas para rumiantes, de acuerdo a los valores obtenidos de EM en los alimentos obtenidos por FESCA, estos pueden competir con el sorgo, salvado de arroz, salvado de trigo, avena, así como con la pulpa de cítrico, así mismo de acuerdo a los valores de PB, PV, DMO y FDA pueden competir con concentrados comerciales para rumiantes y posiblemente, puedan reducir los costos de producción.

Se demostró la posibilidad de sustituir cereales y otros alimentos energéticos, al incluir exitosamente la Saccharina en los piensos para diferentes categorías de animales a los niveles siguientes:

	%
Vacas lecheras	50-90 según el potencial de producción
Novillos	60
Terneros	25-60 según el tipo de Saccharina
Ovinos de ceba	50
Porcinos	20-40 según la categoría
Broilers	20-40 según la categoría
Aves en crecimiento	10
Pavos de ceba	30%
Ocas (1-28 días)	30%

Ocas (29-159 días)	60%
Patos (1-21 días)	20
Patos (21-63 días)	40
Conejos	20-50 según tipo de Saccharina
Peces (tilapias)	25-35 según categorías

En general, la utilización de la Saccharina en la alimentación animal, se debe analizar desde distintos ángulos dentro del balance general de alimentación ya sea como sustituto de una parte de cereales para los niveles de producción actual o cuanto más se puede producir con este bioalimento.

La Saccharina como nuevo alimento para animales, está llamada a constituir un elemento importante en el desarrollo de países tropicales productores de caña de azúcar.

Utilización de mieles finales

La miel final como suplemento para rumiantes.

La melaza o miel final de caña de azúcar ha sido utilizada en alimento para animales por varias décadas (Elías 1977; Elías, Valdvié y Lezcano 2000), existen reportes sobre su valoración alimentaria en Norteamérica desde 1890. Este coproducto está reconocido por su contenido en azúcares, lo que usualmente constituyen del 60 al 75% de los sólidos de la melaza.

La sacarosa ocupa aproximadamente del 65 al 70% del total de azúcares en la melaza, junto a glucosa y fructosa y representa a su vez, la más alta proporción de los azúcares restantes en la misma. Los otros carbohidratos frecuentemente constituyen del 10 al 16% de los sólidos, conjuntamente con los compuestos pépticos y los productos de las reacciones bioquímicas presentes en cantidades suficientes.

Las proteínas y aminoácidos generalmente significan solamente del 1 al 2% de los sólidos de la melaza, mientras que los minerales constituyen la mayor parte, es decir entre el 8 y el 17% de los sólidos restantes. Los primeros estudios sugirieron que el valor alimenticio de la melaza para los rumiantes disminuyó cuando se utilizó en más de un 10% de la dieta. Sin embargo, se ha demostrado que es factible que la melaza aporte el 80% de la MS y de la PB en la dieta para ceba de toros donde el NNP aportó el 80% del N total. Además estudios adicionales sugirieron que el valor de la energía neta para el engorde no disminuyó cuando la melaza se añadió en niveles por encima del 10% de la dieta.

Varias investigaciones indican que es necesario proveer de una fuente natural de proteína en cantidades adecuadas para que la energía de la melaza mejore eficientemente las ganancias de peso en bovinos en crecimiento alimentados sobre la base de forrajes.

Existen diferentes tipos de melaza como resultado del proceso de obtención de azúcar de caña, cuyas diferencias en composición suelen ser importantes (ver tabla4)

Tabla 4. Composición química y calor de combustión de las mieles de caña Cubanas¹.

<i>Índice (%)</i>	<i>Miel rica (meladura invertida)</i>	<i>Miel A</i>	<i>Miel B</i>	<i>Miel final</i>
MS	85	85.2	78.1	83.5
Ceniza	2.8	6.6	6.8	9.8
Nitrógeno	0.26	0.29	0.36	0.44
Sacarosa	28.6	62.4	59.1	40.3
Fructosa	28.2	6.11	7.2	9.2
Glucosa	29.3	6.0	5.2	8.9
Carbohidratos solubles totales	86.1	74.5	71.5	38.4
Sustancias orgánicas no identificadas ²	9.5	17.0	19.4	29.0
ED (Mcal. Kg/MS)	15.0	14.9	14.7	13.5

1. Análisis realizado en 96 lotes procedentes de la región occidental de Cuba durante el periodo 1986 por el Instituto de Investigaciones Porcinas.

2. Extracto libre de nitrógeno –menos carbohidratos solubles totales.

La concentración de PB de melaza de caña es baja, usualmente para aumentar la baja concentración de nitrógeno en la mayoría de los alimentos líquidos de rumiantes, basados en la melaza, se suple el nitrógeno en forma de urea u otra fuente de NNP. La adición de urea reduce el consumo de suplemento líquido cuando se añade en altas concentraciones. La reducción en el consumo que se obtiene cuando se agrega urea a un suplemento líquido que se ofrece a voluntad es generalmente deseable.

El potencial para mejorar el comportamiento del ganado con suplementos altos en NNP existe cuando el mismo contiene proteína degradable en el rumen, pues alta concentración de NH₃ ruminal disponible limita el consumo y digestibilidad del forraje. Estas situaciones se presentan cuando la relación entre la materia orgánica digestible y la PB no está balanceada. Es muy frecuente que el forraje de pobre calidad tenga un bajo nivel de proteína, como una menor digestibilidad; en consecuencia, la respuesta a la suplementación con proteína es limitada por la ausencia de energía digestible que promueva el crecimiento microbiano y la síntesis de proteína microbial a partir del nitrógeno suministrado por el suplemento y que se incorpora al rumen (Elías, 1983).

Diversas fuentes y diferentes niveles de proteína, aplicados a suplementos líquidos contenedores de melaza y administrado al ganado, han sido motivo de investigación (Delgado et al, 1975 y Michelena et al, 1979). Estos autores, al aplicar el concepto de que para lograr maximizar el crecimiento de las bacterias del rumen, cuando altas proporciones de NNP se incorporan a la dieta es necesario, según Elías (1971), la presencia de los factores de crecimientos esenciales que activen a los microorganismos del rumen. Así, confeccionaron activadores de la fermentación ruminal (Actibiol) a través de suplementos líquidos donde la melaza era la fuente fundamental de energía.

El suplemento empleado por Delgado et al (1975) estuvo constituido por 72 a 78% de melaza donde aproximadamente 75% era nitrógeno no proteico (NNP) en forma de urea, el resto lo aportó la fuente de proteína específica en cada suplemento. En la tabla 34 se observa que los animales que recibieron suplementos (denominados activadores de la actividad microbiana ruminal), ganaron más del doble del peso vivo que los animales que no recibieron suplemento y que no hubo diferencia entre los animales que recibieron la melaza con cualquier fuente de proteína natural. Es necesario recalcar que el pasto que consumieron era de mala calidad (\pm 5% de PB).

Tabla 5. Ganancia de peso vivo de toros en pastoreo de pangola suplementados con cuatro fuentes de proteína.

	<i>Fuentes de proteína</i>				
	<i>Control</i>	<i>Pescado</i>	<i>Soya</i>	<i>Girasol</i>	<i>Algodón</i>
Peso inicial, Kg	290	301	301	302	299
Peso final, Kg	360	416	416	413	421
Aumento diario, Kg	0.37	0.77	0.75	0.78	—

Algo similar ocurrió en un experimento montado por Michelena et al (1979) con toros estabulados que recibían ensilaje de Napier con semejante contenido de PB que el pasto que empleó Delgado et al (1975), pero con ensilaje solo los animales ganaron 77g, 4.6 veces menor que los animales en pastoreo de Delgado et al (1975) y 8 veces menor que los animales que recibieron el ensilaje más el suplemento activador (ver tabla 35). Llama la atención como el suplemento activador mejora la conversión del ensilaje, la PB y la energía metabolizable (EM). En estos experimentos se reafirma lo planteado por Elías (1977), que la limitante de los pastos tropicales es la proteína y no la energía y la presencia en el suplemento de proteína degradable en rumen, es indispensable para el aporte de ácidos grasos de cadena ramificada que son esenciales para las bacterias celulolíticas, además del azufre, minerales trazas, vitaminas, otros (Elías 1983)

Tabla 6. Efecto de cuatro fuentes de proteína natural en el comportamiento de toros que consumen ensilaje de Napier. Michelena et al (1979).

	<i>Fuente de Proteína</i>				
	<i>Control</i>	<i>Pescado</i>	<i>Soya</i>	<i>Girasol</i>	<i>Algodón</i>
Peso inicial, Kg	239	250	249	244	232
Peso final, Kg	254	340	339	339	342
Aumento diario, g	77	623	618	621	654
<i>Consumo Diario</i>					
Ensilaje, Kg	22.8	23.7	23.4	24	23.4
Materia seca ¹ , Kg	5.8	7.8	7.9	8.0	7.8
Proteína bruta, g	283	873	872	874	876
Energía metabolizable (EM), Mcal	10.8	16.3	16.4	16.8	16.3
<i>Conversión alimentos de: (Kg / Kg aumento)</i>					
Ensilaje	241	38	39	39	36
Proteína bruta	298	1.42	1.43	1.41	1.36
EM (Mcal / Kg aumento)	133.5	26.6	27.2	27.0	25.4

1. Ajustado para el mismo peso inicial mediante análisis de covarianza.

2. los animales recibieron 800g/día de proteína total y el control no recibió suplemento.

Algunas limitantes de la melaza.

Uno de los problemas que presentan la melaza para poder ser empleada como fuente de energía en la utilización del nitrógeno no proteico (NNP) es que no contiene en cantidad o calidad los minerales trazas, vitaminas o azufre para lograr un crecimiento acelerado de las bacterias ruminales que utilizan NNP. Así, Elías (datos no publicados) demostró que la suplementación de una mezcla de minerales trazas solo, no produce ningún efecto sobre el crecimiento bacteriano. (ver figura 9)

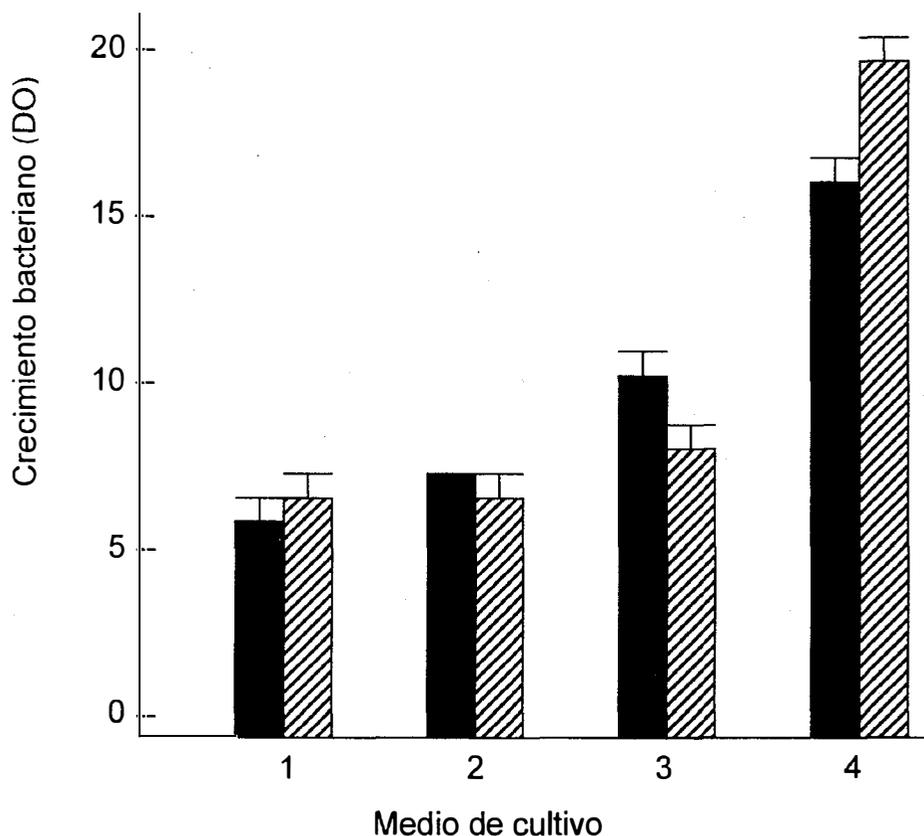


Figura 3. Efecto de la suplementación a la melaza con minerales trazas y vitaminas sobre el crecimiento de bacterias ruminales ureolíticas, barras vacías, 20 horas de incubación; barras con líneas 36 horas de incubación 1, medio con melaza sin suplementación; 2 melaza + minerales trazas; 3 melaza + vitaminas; 4 melaza + vitaminas + minerales trazas.

Sin embargo al adicionar vitaminas del complejo B, el crecimiento de las bacterias se duplicó, y la combinación de vitaminas B con minerales trazas, cuadruplicó el crecimiento, lo que es muy importante tener en cuenta cuando se vaya a suplementar a forraje de mediana a baja calidad. Otra de la deficiencia que presenta la melaza es la cantidad o calidad de azufre, pues parece que la mejor fuente y forma de emplear azufre suplementario es aquella que produzca sulfuros asimilables por las bacterias

ruminales como se puede observar en la figura 10, donde los crecimientos mas pobres fueron cuando se utilizó el sulfato o la metionina como fuente de azufre.

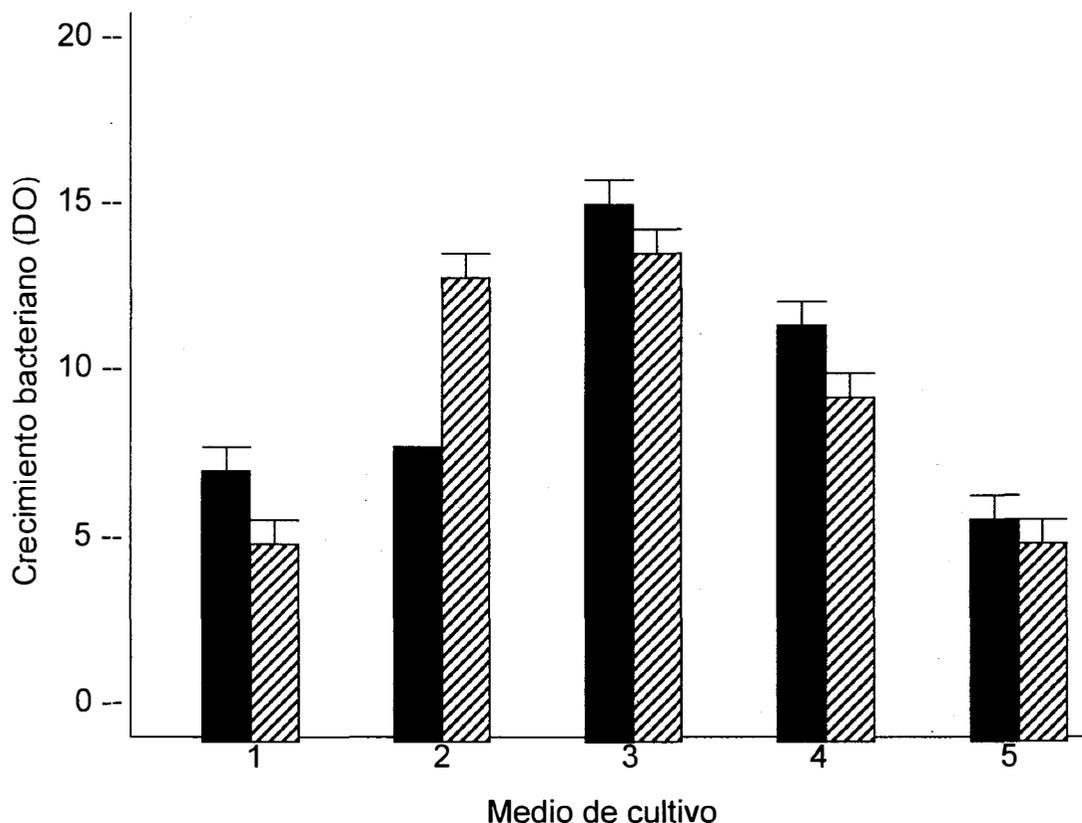


Figura 4. Efecto de diferentes fuentes de azufre sobre el crecimiento de bacterias ruminales ureolíticas. Barras vacías 20 horas de incubación, barras con líneas 36 horas de incubación. Fuente de azufre: 1 sulfato de amonio; 2 sulfuro; 3 cisteina; 4 cistina; 5 metionina.

Es necesario aclarar que si la dieta esta bien balanceada y presenta los factores fundamentales de crecimiento de los grupos fisiológicos de bacterias, incluyendo a las que usan al NNP, se puede utilizar cualquier fuente de sulfato disponible (sulfato de sodio, amonio, magnesio o de calcio).

Hay que tener cuidado al utilizar a la melaza como suplemento energético en dietas fibrosas, pues no se debe suministrar mas de 6 gramos por Kg de peso vivo si no se requiere afectar la utilización de la fibra, cantidades superiores afecta la celulolisis ruminal (Elías, 1983), y por ende al comportamiento de los animales.

¿ QUE ES UN BLOQUE MULTINUTRICIONAL?.

El bloque multinutricional es una forma, o método para ofertar suplementos a los animales que consumen alimentos de pobre calidad, con el objetivo de mejorar

eficientemente el uso de la dieta básica a un costo menor, ya que los principales efectos producidos con el suministro de los bloques multinutricionales son:

Incrementar el consumo de la dieta básica.

Incrementar la concentración de amoníaco (NH₃) y de AGV en el fluido ruminal.

Mejorar la digestibilidad de la paja.

Mejorar la productividad por animal y por área.

El olor y el sabor, dado al bloque por componentes como la miel de caña, la sal y otros, son atributos de mucha importancia en el propósito de animar a los animales a consumir el suplemento casi constantemente y en consecuencia tener nutrientes disponibles para los microorganismos ruminales y para el animal de forma continua.

NFLUENCIA DE LOS BLOQUES MULTINUTRICIONALES SOBRE LA RESPUESTA PRODUCTIVA.

Los bloques multinutricionales utilizados como fuente de nitrógeno y otros elementos en rumiantes han sido extensivamente evaluados en dietas basadas en residuos de cosechas, pastos de pobre calidad, forrajes cultivados y portadores de medicamentos. Los principales efectos de su uso significan un marcado incremento en el consumo y digestibilidad, de la ración total, incremento significativo del peso vivo, además de mejorar la producción de leche y la reproducción.

Los resultados con animales en pastoreo muestran un comportamiento variable caracterizado por poca respuesta cuando el pasto presenta buen contenido de proteína y una repuesta manifiesta en pastos o rastrojos pobres en nitrógeno.

En una evaluación del uso de los bloques multinutricionales en novillas en pastoreo, la estación de pastos de la provincia Las Tunas obtuvo un nivel de incremento del peso vivo de 484 gramos/animal/día, con una carga de 4 animales por hectárea de Guinea Likoni, en el período poco lluvioso.

La problemática del crecimiento de hembras para el reemplazo ha sido estudiada utilizando bloques multinutricionales en dietas de pastos, en terneras de 200 Kg. de peso vivo, sometidas a pastoreo de Bermuda Cruzada (*Cynodon Dactylon*) sin riego ni fertilización y tuvieron un consumo del Bloque de 234g/100Kg de peso vivo. El consumo del bloque no afectó la ingestión de agua, pero el grupo suplementado con bloque, logró una ganancia de peso vivo por día superior a los animales que consumieron pastos y minerales

En la década del 90 se inició en la provincia de Pinar del Río un proyecto donde se usó Bloques Multinutricionales en vacas y novillas. El ajuste tecnológico y la aceptación por directivos y productores, fueron premisas para que los volúmenes producidos llegaran a niveles considerables en 1998 (700 toneladas)

COMPORTAMIENTO DE VACAS CONSUMIENDO BLOQUES

Condición Corporal

Se siguió la metodología descrita por NRC (1996) para determinar la condición corporal al inicio del trabajo (Febrero/2001) y se repitió la evaluación al final del periodo seco y lluvioso en cada año. Los resultados (tabla 1) indican cambios sustanciales en el estado físico del rebaño, determinado por la alimentación. En

este resultado influyó el consumo de la ración a base de pasto de pobre calidad, aún cuando la disponibilidad fue alta.

Tabla 1 Evaluación de la condición corporal del rebaño.

Etapas	% de Animales en Rangos de Puntuación		
	< 2.5	2.5 - 3	> 3
Diagnóstico Inicial	54.3	36.2	9.3
Evaluación Final	23.9	43.5	32.5

Es necesario destacar que en el segundo diagnóstico el 76% del total de animales se ubicó en 3 puntos o valores superiores. Esto resulta de interés no solo porque muestra mayores reservas corporales para la producción y reproducción, sino porque el rebaño arribará a un nuevo período poco lluvioso en mejores condiciones para enfrentar las limitaciones nutricionales de esa época.