

# RESIDUOS DE LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA EN LA PRODUCCIÓN DE CARNE VACUNA

José Manuel Palma García\*. 2015. Engormix.com.

\*CUIDA y FMVZ, Universidad de Colima. Guadalajara, Jalisco, México.

Parte del libro: Transformación de subproductos y residuos de agroindustria de cultivos templados, subtropicales y tropicales en carne y leche bovina.

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Volver a: [Caña de azúcar](#)

## INTRODUCCIÓN

La ganadería de la región tropical se enfrenta con nuevos retos relacionados con el impacto ambiental que genera la producción de la caña de azúcar y su industrialización, sin haber resuelto los viejos problemas como son los bajos indicadores productivos y el empleo sistemático de sus residuales, entre ellos los de la agroindustria azucarera.

Así el incremento de los residuales de la agroindustria azucarera para la producción de biocombustible o en la diversificación para la obtención de otros productos. Similar planteamiento realizaron Aguilar-Rivera et al. (2009), quienes señalaron que existen dos estrategias posibles para el aprovechamiento de la biomasa residual de la caña de azúcar y sus subproductos. En la primera la inserción de los que se puedan incorporar en las cadenas de producción y mercados ya existentes como la panela, el ron, etc. y la segunda, en donde es necesario el desarrollo de nuevas tecnologías de aprovechamiento de los propios residuos, en las variantes siguientes:

1. Obtención de energía,
2. Obtención de productos químicos,
3. Reciclado en la actividad agrícola,
4. Utilización en la alimentación ganadera.

La agroindustria azucarera tiene gran relevancia en las áreas tropicales y subtropicales por la gran cantidad de residuales que genera, varios de ellos de interés como alimento para los animales y en particular para los rumiantes en la producción de leche o carne de bovino. Sin embargo, el precio del azúcar en el mercado mundial y el alto valor del combustible fósil inciden negativamente sobre la agroindustria productora de azúcar de caña, esto a su vez, también influye en el destino que tengan los residuales, tanto para la producción de alcohol o combustible, dejando como última opción su destino para la alimentación animal.

La caña de azúcar es considerada como uno de los mejores convertidores de la energía solar en biomasa y azúcar. Es una fuente rica de alimento (sacarosa, azúcar y jarabe), fibra (celulosa), forraje (cogollo o puntas de cana, bagazo, cachaza y melaza, estos últimos resultan los principales subproductos de interés alimenticio para la ganadería.

En este contexto la literatura científica muestra amplia información sobre las posibilidades de estos residuales agrícolas y agroindustriales, destacaremos dos trabajos; uno el de Sansoucy et al. (1986) en la reunión de expertos de la FAO y el trabajo de Martin (2004), quien en su libro "la alimentación del ganado con caña de azúcar y sus subproductos" hace una recopilación basta sobre el tema. Recientemente Martin (2009), indico que los valores nutricionales de los residuales azucareros para la alimentación animal son conocidos, junto con las opciones tecnológicas, por lo tanto su uso dependerá de la coyuntura económica y social favorable para que sean utilizados como alimentos en la producción animal.

Por lo que, El presente trabajo busca describir los residuos de la agroindustria azucarera y mostrar algunos avances en la alimentación de rumiantes en particular de bovinos en la producción de carne, enfatizando el uso de la melaza en suplementos activadores ruminales (SAR) para condiciones de trópico seco en Colima, México.

## ALGUNOS CONCEPTOS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA AZUCARERA

- ♦ **Caña:** es la materia prima normalmente suministrada a la fábrica y que comprende la caña propiamente dicha, la paja, el agua y otras materias extrañas.
- ♦ **Paja:** es la materia seca, insoluble en agua, de la caña.
- ♦ **Bagazo:** es el residuo después de la extracción del jugo de la caña por cualquier medio, molino o presa. Jugo Absoluto: son todas las materias disueltas en la caña, más el agua total de la caña.
- ♦ **Jugo Residual:** es la fracción de jugo que no ha podido ser extraída y que queda en el bagazo.
- ♦ **Brix:** el Brix de una solución es la concentración (expresada en g de concentrado en 100 g de solución) de una solución de sacarosa pura en agua.

## CLASIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA AZUCARERA

Los subproductos según Aguilera (1999), se pueden clasificar para el caso de la agroindustria azucarera en energéticos, basados en su contenido de carbohidratos y nitrógeno en cuatro grupos, aunque en el caso de los residuales azucareros, solo encontramos dos:

### SUBPRODUCTOS RICOS EN CARBOHIDRATOS ESTRUCTURALES Y DE BAJO CONTENIDO EN NITRÓGENO:

Puntas o cogollos de caña de azúcar, bagazo y cachaza, aunque también aquí se pueden incluir la caña residual o de los residuos de cosecha, los cuales tienen como uno de sus principales inconvenientes es su bajo peso volumétrico, fenómeno que encarece su transportación y se restringe a zonas cercanas a los ingenios azucareros, además de su alta humedad limita su conservación y su utilización.

Por otra parte, el caso de la cachaza, que posee alta humedad y disponibilidad de azúcares fermentables, sin embargo estos pueden deteriorarse rápidamente y perder su valor nutricional.

### SUBPRODUCTOS DE BAJO CONTENIDO EN CARBOHIDRATOS ESTRUCTURALES Y EN NITRÓGENO:

Melaza, excelente fuente energética que dados los precios actuales y su uso alternativo en la industria alcohólica, se restringe su utilización en la ganadería, aunque es opcional en caso de seguir los altos precios de los granos de cereal.

## VOLUMEN DE SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA AZUCARERA

En la Tabla 1 se muestran diferentes valores señalados en la literatura en porcentaje a partir de tallos molidos; en la primera columna plantean los obtenidos en Cuba (Martin, 2004) con 100 t de biomasa de caña se obtendrían 30 t de cogollo, 10 t de paja y 60 t de tallos, similar a lo indicado en India (Yadaw y Solomon, 2006) y México (Aguilar-Rivera et al., 2009), la diferencia de los datos de bagazo puede que se deba a considerar en conjunto bagazo y bagacillo y de la cachaza por la eficiencia de obtención, aunque existen otros aspectos relacionados con ello.

**Tabla 1:** Subproductos obtenidos cada 100 toneladas de caña

Producto	Cantidad
Azúcar (96%)	10.0 <sub>1</sub>
	10.0 <sub>2</sub>
	13.0 <sub>3</sub>
Bagazo (50% humedad)	10.0 <sub>1</sub>
	30.0 <sub>2</sub>
	24.0 <sub>3</sub>
Melaza (88% sólidos)	3.0 <sub>1</sub>
	4.0 <sub>2</sub>
	3.0 <sub>3</sub>
Cachaza (75% humedad)	2.0 <sub>1</sub>
	3.0 <sub>2</sub>
	4.0 <sub>3</sub>
Residuos agrícolas	30.0 <sub>1-2-3</sub>

1) Martin, 2004 / 2) Yadaw y Solomon, 2006 / 3) Aguilar-Rivera et al., 2009

En la Tabla 2 se describen los valores medios de la composición nutricional de los subproductos de la caña de azúcar.

**Tabla 2:** Composición nutricional de los subproductos de la caña de azúcar

FRACCIÓN	MS %	PB %	FB %	Digestibilidad %	Mcal de EM/ Kg de MS
Cogollo	29.0	5.9	33.5	52.0	1.88
Hojas	75.9	1.6	36.8	34.0	1.22
Bagazo	51.8	2.1	53.6	44.0	1.60
Melaza	81.2	3.7	0.0	76.0	2.73
Cachaza	30.3	9.4	19.8	55.0	2.00

## PUNTA O COGOLLO DE CAÑA DE AZÚCAR

En la separación de los tallos molederos para la industria, se corta la parte apical en donde mayoritariamente existe hoja, a esta porción se le conoce como punta o cogollos de la caña de azúcar, porción que puede contener una porción de tallos, haciéndola atractiva para la ganadería.

La obtención de los tallos y cogollo se ve modificado por el tipo de corte, a mache o maquinaria, por la labor realizada en el campo al separar el residual o llevarlo a la industria y ahí realizar el proceso de selección de tallos molederos, así como por el uso de la quema o no de la cana (Martin, 2004).

En general, la industria cañera busca variedades que despajen fácilmente para obtener una materia prima de mejor calidad, efecto favorable también para la ganadería, dado que esta paja tiene pobre valor nutricional.

En el caso de los residuales agrícolas, es necesario enfatizar el cogollo o punta, el volumen obtenido dependerá de la variedad de cana utilizada, de su edad al corte, el manejo agrotécnico y momento de la cosecha.

En la Tabla 3 se indican valores relacionados con la proporción tallo, cogollo y paja según la variedad estudiada, cabe resaltar la heterogeneidad entre variedades del valor de cogollo, así la variedad C323-68 por el alto de valor de tallo y bajo en paja sería la idónea para la industria y por el volumen residual de cogollo la C1051-73 sería atractivo para la ganadería. Las variedades mostraron un rango de entre 16 a 37% de cogollo, resultados parecidos mostro Rincón (2005) en Colombia cuando evaluó 10 variedades con fines forrajeros, al indicar un rango de 15 hasta 42% de cogollo, esta información enfatiza la importancia de seleccionar variedades con fines ganaderos.

**Tabla 3:** Proporción de tallo, cogollo y paja según variedad

Variedad	Tallo (%)	Cogollo (%)	Paja (%)
C1051-73	56,27 d	36,73 c	7,00 bc
C86-456	62,25 c	32,70 c	6,07 b
J-60.5	68,03 b	23,70 b	8,70 c
C120-78	75,73 a	21,25 ab	2,83 a
C323-68	77,80 a	15,82 a	5,63 b
CV (%)	3,03	10,15	6,42

Letras diferentes en una misma columna difieren significativamente, para  $P < 0.05$ . (Ramírez et. al. 2002).

En la Tabla 4 se muestran algunos resultados sobre la composición química del cogollo caña de azúcar, sobresale el rango máximo de 8.3 de PC indicado por Rincón (2005), quien estudio 4 variedades de cana en Colombia y realizo la cosecha a ocho meses de edad, a su vez contrasta con lo indicado por Ramírez et al. (2002) quienes obtuvieron los menores valores y estos a su vez son los más comunes de obtener para este tipo de residuo. En cuanto a los resultados de degradabilidad, resultan heterogéneos pues van desde 47 hasta 64%, posiblemente influenciados por la edad y cantidad de tallo residual, valores comparables con los de forrajes tropicales.

Los valores de producción de carne con estos residuales se ubican desde mantenimiento hasta ganancias discretas 0.450 kg de ganancia diaria de peso, estos resultados dependen del nivel de inclusión y tipo suplemento utilizado (Martin, 2004).

**Tabla 4:** Composición química del cogollo de caña de 10 variedades

	Porcentaje de la MS Rangos medios 1-2-3-4 (%)
Materia seca	36.7 - 38.9
Proteína cruda	5.4 - 6.2
Digestibilidad in vitro de la MS	55.4 - 57.6
Fibra cruda	40.5 - 42.7
FDN	70.1 - 71.8
FDA	38.9 - 39.7
Cenizas	6.6 - 7.5
Calcio	0.36 - 0.39
Fósforo	0.11 - 0.13

\*Digestibilidad técnica KOH – 1Lawashima et al. (2001) 2Monroy et al. (1980) 3Ramírez et al., 2002 4Rincón (2005).

## MELAZA

La melaza (Mz) es un subproducto de la refinería del azúcar, cuyas particularidades para la alimentación de rumiantes lo transforma en una fuente energética por excelencia (Tabla 5).

Es una fuente energética con una elevada digestibilidad, este recurso fermenta muy rápidamente en el rumen y requieren una suplementación nitrogenada de rápida disponibilidad, por lo que una fuente de NNP fácilmente degradable a NH<sub>3</sub>, como la urea, constituye el suplemento nitrogenado de elección. De ello, se han originado múltiples tecnologías reseñadas recientemente (Martín, 2009).

**Tabla 5:** composición porcentual de los componentes de la melaza.

	Composición Porcentual (%)	Composición Porcentual (% de la MS de azúcar)
Materia seca	85.00	-
Proteína bruta	2.75	-
Azúcar (% de la MS)	± 60.00	-
Sacarosa (% del azúcar)	-	40.00
Glucosa (% del azúcar)	-	10.00
Fructosa (% del azúcar)	-	10.00

La melaza favorece el desarrollo de los protozoarios ciliados que absorben directamente el azúcar para retener energía, disminuyendo la energía disponible para el crecimiento bacteriano. Esto explicaría porque la melaza no es lo más adecuado, como única fuente de energía, para complementar un alimento o suplemento rico en nitrógeno no proteico, como la urea (Oldham et al., 1987).

Además, la fermentación ruminal de la Mz genera una mayor proporción molar de butirato respecto al propionato, ocasionando, en casos de suministros elevados, intoxicaciones por cetosis. Este cuadro se complementa con heces pastosas, producto de una cantidad excesiva de electrolitos (sodio, potasio, cloro), de la cual la Mz es muy rico (Forraje Journal, 1997).

La melaza residual o melaza final es el subproducto de la industria azucarera del cual se ha substraído el máximo de azúcar. Cuando se emplea la palabra melaza sin especificación, se suele referir a la melaza residual.

La melaza de cana para pienso es melaza residual diluida en agua hasta un Brix normal de 79,5. El peso específico de la melaza se indica por el valor Brix en grados. A 79,5 Brix, la melaza pesa 1,39 kg por litro. La melaza residual sin diluir se sitúa, generalmente, entre 80-90 Brix. La melaza integral, o melaza sin clarificar, se prepara mediante la inversión parcial del jugo de caña de azúcar para evitar la cristalización de la sacarosa, concentrándolo hasta 80-85 Brix.

La melaza de gran calidad, o melaza clarificada, es igual que la melaza integral, pero está hecha de jugo de caña de azúcar clarificado por encalado y filtración para eliminar las impurezas. La sacarosa del jugo de caña de azúcar se invierte, lo que produce azúcares reductores por la acción del ácido sulfúrico o de la invertasa de la levadura.

El azúcar solo se extrae parcialmente de las melazas A y B. La melaza de refinería es el subproducto de la refinación del azúcar bruto para obtener azúcar blanco. Las cantidades producidas son bastante pequeñas.

En la Tabla 6 figuran los promedios, en porcentaje, de los azúcares y tipos de azúcar de las diferentes clases de melaza. Las cifras varían mucho según la fábrica.

**Tabla 6:** Tipos la melaza.

	Sacarosa	Azúcares Totales	Azúcares Reductores
Jugo de caña deshidratado	90	75	25
Melaza A	68	60	40
Melaza B	57	50	50
Melaza final	47	40	60
Melaza de gran calidad	78	30	70
Azúcar bruto	99	98	1

Martín, 2004 y 2009.

Para los rumiantes no hay mucha diferencia entre los diferentes tipos de melaza. Cuando la proporción de melaza en las raciones para los cerdos es grande, se suele utilizar melaza de gran calidad y melaza A, que son superiores, mientras que la melaza final solo se utiliza mezclada con un mínimo de 30% de sacarosa. La melaza B, en cuanto a utilidad para los cerdos, se sitúa entre la melaza A y la melaza final.

Las mismas restricciones se aplican para las aves de corral. No está claro si existe una diferencia en contenido energético entre la sacarosa y los azúcares reductores.

Existen cuatro formas principales de utilizar la melaza:

### **1. EN LOS PIENSOS SECOS**

Además de mejorar la apetecibilidad, sedimentar el polvo y servir de aglutinante, la melaza puede reemplazar, en los piensos, a otros carbohidratos más costosos. Su efecto laxante es una ventaja más en muchos piensos. En los piensos mixtos comerciales, generalmente no se superan las siguientes proporciones: bovinos, 15%; terneros, 8%; ovinos, 8%; cerdos, 15%; y aves de corral, 5%. La cantidad máxima de melaza que hay que utilizar se suele determinar por la absorbencia de la melaza por los otros ingredientes de la ración.

En general, no se obtiene ventaja añadiendo melaza a los forrajes de mala calidad como la paja, para aumentar la ingesta del pienso. En la mayoría de los casos, no se obtendrá aumento de peso vivo, a pesar del mayor consumo. El riesgo de impacción es, sin embargo, menor cuando se añade melaza a la paja.

### **2. EN LA PREPARACIÓN DE ENSILAJE**

La melaza fermenta rápidamente y, algunas veces, se añade, en proporción de un 5%, aproximadamente, durante el proceso de ensilado como preservador, con la ventaja de su valor nutritivo y factor de apetecibilidad. La melaza puede también utilizarse como obturador en los montones de ensilaje. A este fin, suelen bastar unos 50 kg de melaza por metro cuadrado. Cuando se mezcla melaza en un ensilaje de poco contenido proteico, conviene añadir urea a la melaza. También puede rociarse la melaza sobre el heno durante el curado para evitar la pérdida de hojas.

### **3. COMO PORTADOR DE UREA EN LOS SUPLEMENTOS LÍQUIDOS PARA RUMIANTES**

La concentración de urea es muy elevada en estos suplementos, generalmente alrededor del 10%, pero algunas veces se emplean concentraciones mucho más altas. La ingesta diaria de estos suplementos se mantiene baja, en general, más o menos, de medio kilo. Los suplementos líquidos se describen en el capítulo dedicado a la urea.

### **4. EN PROPORCIONES ELEVADAS PARA EL APROVECHAMIENTO MÁXIMO DE LA MELAZA**

En muchas zonas productoras de caña de azúcar existen grandes excedentes de melaza y, al mismo tiempo, escasez de granos para pienso. En gran parte, debido a T.R. Preston y sus colaboradores de Cuba, se ha demostrado que la melaza puede utilizarse como sucedáneo del grano.

Cuando se suministran grandes cantidades de melaza, puede producirse toxicidad. Los síntomas son: temperatura corporal reducida, debilidad y respiración jadeante. Los bovinos, en general, tienen dificultades para permanecer en pie y tratan de apoyar sus espaldas contra la alambrada con sus patas anteriores cruzadas. El remedio consiste en suprimir la alimentación con melaza durante algunos días y suministrarles inmediatamente una solución rica en fósforo y sodio. La causa de la toxicidad se atribuye casi siempre a la escasez de agua potable cerca del lugar donde se suministra melaza a los animales, o a un cambio excesivamente rápido a raciones ricas en melaza.

Como ya se ha dicho anteriormente, no hay gran diferencia entre la melaza de gran calidad y la melaza final cuando se emplean para los rumiantes. Sin embargo, puede ser necesario suplementar la melaza de gran calidad con fósforo y calcio, por su menor contenido de ceniza. Hay que tomar precauciones cuando se suministra melaza a los terneros.

A los terneros jóvenes, de un peso vivo de 35-40 kg, se les puede dar 45 g de melaza diaria, cantidad que puede aumentarse hasta 900 g al día cuando ya tienen 6 meses de edad. La proteína para los terneros jóvenes tiene que suministrarse en forma de proteína pura (tortas oleaginosas, etc.). El empleo de melaza en la ración para los bovinos de engorde es mucho más extensivo, generalmente con melaza/urea ad libitum y forraje restringido para aumentar el consumo de melaza.

El sistema ideado en Cuba implica la alimentación ad libitum con una mezcla que contiene 91% de melaza y 6,5% de agua. La urea y la sal se disuelven en el agua y se mezclan con la melaza. A la mezcla, suministrada en comederos abiertos, se añade en cobertera un suplemento de proteína insoluble a razón de 70 g de proteína por 100 kg de peso vivo.

Cada animal consume 8-9 kg al día de esta mezcla. Además, se suministra ad libitum una mezcla mineral (50% de harina de huesos o de fosfato bicálcico y 50% de sal), y 10 kg de forraje recién cortado. La ganancia de peso diaria es alrededor de 1 kg por cabeza. También se ha utilizado el pastoreo restringido a dos veces al día durante hora y media. Al parecer, el timpanismo plantea problemas con este tipo de alimentación, pero puede combatirse con agentes antiespumantes, tales como siliconas, añadidos a la melaza o al agua potable. Si se añaden

vitaminas, puede reemplazarse el forraje fresco con heno, paja de arroz, o medula de bagazo, suministrados ad libitum.

La melaza puede también utilizarse como suplemento para los bovinos que pastan. En los trópicos húmedo-secos, la suplementación con melaza de los pastos en la temporada lluviosa aumentara sobre todo, la capacidad de entrada más bien que mejorara el rendimiento de los animales, porque el animal reemplaza las calorías del forraje por las calorías más fácilmente fermentables de la melaza. En cambio, la melaza y los suplementos de melaza-urea han influido notablemente en la producción y la capacidad de reproducción de los bovinos cuando se reduce la disponibilidad de forrajes y nutrientes, como ocurre en la temporada seca.

La cantidad de melaza que se suele suministrar varía entre 0,5-3 kg al día por cabeza, según el pasto. Se fabrican varios tipos de comederos, pero se puede construir un comedero en la explotación bastante fácilmente: se monta un neumático de vehículo en un eje horizontal sobre una artesa, que se cubre dejando una ranura por la que pasa la rueda.

La melaza se vierte en el comedero y se hace girar la rueda de forma que se cubra de melaza. Los animales se acostumbran pronto a lamer el neumático y a hacerlo girar, de forma que quede expuesta más melaza. La rueda debe montarse cerca del comedero. Si la ingesta de proteína limita la producción puede mezclarse urea con la melaza. El añadir un 2-3% de melaza no disminuye la apetecibilidad.

Como la mezcla de melaza y urea es deficiente en fosforo, es esencial añadir a la mezcla ácido fosfórico o que la mezcla mineral que se suministra a los bovinos contenga bastante fosforo. El agua potable tiene que estar cerca del comedero. La melaza sin diluir no es fácil que fermente, incluso con tiempo cálido. Sin embargo, cuando se diluye con agua de lluvia, fermenta rápidamente y se produce alcohol, que puede envenenar fatalmente a los bovinos.

Cuando se suministra a niveles elevados, la melaza final provoca diarrea en los animales monogástrico; sin embargo, los niveles de ganancia y la conversión del alimento siguen siendo aceptables a pesar de la diarrea. En dosis del 6% en un pienso lento, 12% en una ración de crecimiento entre el destete y los 30 kg de peso vivo, 20% en una ración de crecimiento entre 30-45 kg, 30% en una ración de engorde entre 45-70 kg, y 40% en una ración de engorde entre 70-100 kg de peso vivo, el índice de conversión del pienso será alrededor de 4:1, y la ganancia de peso diaria de unos 600 g si la ración es equilibrada. La adición de fibra a la ración evitara la diarrea, pero disminuirá el índice de transformación del pienso.

Como la diarrea probablemente se debe al elevado contenido mineral de la melaza final, se obtiene mejor resultado con la melaza de alta calidad, que tiene un contenido mineral inferior, o con una mezcla de melaza final y 30%, o más, de sacarosa. La melaza integral es menos adecuada.

## BAGAZO

Es el resultado de moler los tallos de cana, saturados con agua, y su posterior separación en parte solida (bagazo integral) y líquida (guarapo). Está integrado por fibras largas y cortas. A estas últimas se las conoce como Bagacillo, y suele haber entre un 7 al 10% del Bagazo integral.

Es conveniente que las dietas NO tengan más del 20 al 30% de Bagazo, constituyendo como fuente de fibra.

El tratamiento del Bagazo con soda caustica (5-6 % de hidróxido de sodio) eleva la digestibilidad "in situ" al 55%. Esto es debido al proceso de deslignificación y aumento de los azúcares solubles.

Compuesta por fibras largas y corta (bagacillo – originado a partir de la medula del tallo). Es un material lignocelulósico constituido principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina, lo cual, le confiere una baja degradabilidad ruminal, por lo que para mejorar su utilización como alimento es necesario aplicar tratamientos tanto de tipo químico o físicos, ampliamente estudiados en la literatura (Martin 2004).

Los valores químicos se indican en la Tabla 7.

**Tabla 7:** Composición química del bagazo.

	Porcentaje de la MS Rangos medios <sup>1-2</sup> (%)
Materia seca	50.0 53.0
Proteína cruda	2.0-2.3
Digestibilidad in vitro de la MS	44 – 48.2
Fibra cruda	43.5 – 53.7
FDN	79.4
FDA	48.8
Cenizas	2.5 – 3.5
Celulosa	65.6
Hemicelulosa	17.5
Lignina	17

1) Martin (2004) - 2) Monroy et al. (1980).

Por las características del bagazo de ser una fibra, en caso de no darse tratamiento alguna, su inclusión en la alimentación de rumiantes funcionaría como un efecto físico, por lo que es necesario hacer una hidrólisis de la fibra con el objetivo de deslignificarla y lograr la disponibilidad de los carbohidratos, por ello, se han ensayado múltiples tratamientos tanto químicos y físico indicados en la revisión de Martin (2004), así como biológicos (Pédrera, 2000), en donde además se logra un incremento en el tenor de proteína.

El tratamiento de bagazo, donde combina presurización y despresurización amoniaca, permite un incremento de los carbohidratos solubles duplicando su contenido de 10.23 a 22.48% y también el de nitrógeno aunque este de no utilizarse para la alimentación animal se podría reciclar en el sistema, con una disminución de la hemicelulosa de 24.42 a 10.19% sin y con la aplicación de 1.0 g.g-1 de carga de amoníaco y 50% de humedad al bagazo, respectivamente (Pernalet et al., 2008), aunque esta tecnología enfrenta la disyuntiva de alimento o producción alcohólica, faltando su estudio en comportamiento animal.

Por otra parte, la posibilidad de que el bagazo sea su utilizado como cama en la producción porcina (Cruz et al., 2009). Asimismo también su empleo como cama de pollos y como cama de pollos combinada con cachaza seca (Solano et al., 2007), para su empleo en la alimentación de rumiantes, resulta una línea de investigación aunque incipiente, importante de profundizar.

## CACHAZA

La cachaza conocida también como torta de filtro o lodos de la caña, es el producto que se obtiene de los residuos del proceso de la clarificación del jugo de la caña de azúcar durante la elaboración del azúcar crudo. En este proceso los iones de calcio de la lechada de cal se unen con impurezas coloidales y el contenido de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en el jugo. Este coloide Ca-P se precipita y se remueve en filtros rotativos en el ingenio.

En la Tabla 8 se indican algunos valores de su composición química.

**Tabla 8:** Composición química de la cachaza.

	Porcentaje de la MS Rangos medios <sup>1-2-3</sup> (%)
Materia seca	25.0 – 40.1
Proteína cruda	6.0 – 16.0
Fibra cruda	13.0 – 31.0
Azúcares totales	10.0 – 14.0
Cenizas	10.0 – 20.0

1) Martin (2004) 2) Ojeda y Cáceres (2002) 3) Palma et al. (1992).

Es un material oscuro, constituido de una mezcla de fibras de caña, sacarosa de entre 5 a 15%, coloides coagulantes (incluida la cera 5-14%), albuminoides, fosfatos de calcio, partículas de suelo, cuya proporción se modifica en dependencia de la variedad de caña de azúcar molida, el tipo de suelo donde se produjo, clima, cantidad y tipo de fertilizante, así como la calidad del proceso de extracción.

## SUPLEMENTO ACTIVADOR RUMINAL (SAR)

La suplementación de rumiantes en pastoreo en época de sequía es una práctica común en México; la suplementación consiste en ofrecer los nutrimentos deficientes en los forrajes de la dieta básica, y así llenar los requerimientos nutrimentales del animal y de la microflora ruminal (Villalobos et al., 2000).

Para nuestras condiciones por las implicaciones de tipo económica y ambiental, se deben aprovechar en su elaboración subproductos agro-industriales disponibles localmente, que sean de regular o buena calidad como la melaza, salvados, pulidos, urea y sales de azufre, entre otros, para el desarrollo de tecnologías que permitan una mayor competitividad al cubrir requerimientos nutrimentales de los microorganismos ruminales en primer término y subsecuentemente del animal en sí, para que los animales expresen su potencial productivo.

En este sentido, diferentes trabajos sientan las bases para utilizar suplementos activadores de rumen necesarios para aprovechar los pastos y forrajes como alimento para rumiantes (Jordan, 1995; Palma y Rodríguez, 2001), los cuales incorporan niveles altos de urea para asegurar concentraciones adecuadas de amoníaco en el rumen, minerales (macros y micros), energía (aportes de pulidos o grano de cereales en pequeñas cantidades) y proteína de sobrepaso.

Palma (2005), señalaba las experiencias generadas con el uso de la melaza en diferentes tecnologías aplicadas en la ganadería de Colima, México. En ese documento indicaba el manejo de bloques Multinutricionales, caramelos y granulados, estos últimos como ejemplos de suplementos activadores ruminales, destacaba su empleo a nivel comercial y reseñaba su impacto a nivel productivo (Tabla 9).

En estos suplementos los ingredientes utilizados (hidróxido de calcio, fosfato de amonio, sal y urea) regulan el consumo y los objetivos a cumplir son:

- ◆ Mejorar la actividad del rumen mediante el suministro de nutrimentos deficientes mejorando la actividad de los microorganismos.
- ◆ Balancear los productos finales de la digestión en función de los requerimientos del animal.
- ◆ Aumentar la disponibilidad de energía para los microorganismos y el animal mediante el incremento de la digestibilidad ruminal de los forrajes.
- ◆ Aumentar el consumo de forrajes y/o mejor la utilización de los mismos.
- ◆ Hacer económica la suplementación.
- ◆ Optimizar la ganancia de peso por día. Este tipo de suplemento se caracteriza por los siguientes aspectos:
- ◆ Oferta ad libitum.
- ◆ El animal no necesita adaptación previa.
- ◆ No se produce efectos tóxicos.
- ◆ El animal hace consumos intermitentes a través del día, alternando su consumo con el de forrajes.
- ◆ El animal invierte poco tiempo en ingerir el suplemento.
- ◆ Se logran lotes homogéneos en la producción de carne, los animales de menor jerarquía acceden al suplemento por estar alternando el consumo con el forraje.
- ◆ El pH ruminal tiende a ser estable para una mejor utilización del forraje.
- ◆ El mejor desempeño productivo de los animales se logra al incrementar la calidad del forraje, base de la alimentación.

**Tabla 9:** Composición química del SAR.

Fuente	Mínimo	Máximo
Carbohidratos solubles	24.0	30.0
Carbohidratos amiláceos	10.0	15.0
Proteína verdadera	8.0	20.0
Nitrógeno no proteico	3.0	5.0
Intercambiador catiónico	1.0	3.0
Grasa saponificada	3.0	6.0
Mezcla de minerales macro	10.0	1.0
Mezcla de minerales macro	0.1	0.5
Mezcla de fuentes bufferantes	7.0	10.0

Jordán (1995)

## DESARROLLO DE BOVINOS BASADO EN FORRAJES TROPICALES Y SUPLEMENTO ACTIVADOR RUMINAL

En este trabajo se exponen las estrategias desarrolladas en la producción comercial de carne de bovinos, con un grupo de productores del ejido Fernández en el municipio de Cuauhtémoc, Colima, México. El rancho se ubica en condiciones tropicales geográficamente ubicado a 19°17'35" de latitud norte y 103°32'12" longitud oeste, a una altura de 785 msnm. El clima es cálido subhúmedo con temperatura media anual de 23.7°C, con lluvias entre los meses de mayo a octubre con precipitación promedio de 1,336 mm.

El mercado regional de Colima busca tener un becerro joven desarrollado mayoritariamente con forrajes apoyados con una suplementación que optimice el uso de los mismos. En este caso el forraje lo constituye los pastos tropicales o la caña de azúcar y con la inclusión de un suplemento activador ruminal (SAR).

El SAR representa un aporte continuo de energía y proteína, bajo un esquema de consumo restringido. Además de pastos, cana y del SAR, otras estrategias implican el uso de esquilmos agrícolas como el rastrojo de maíz y de leguminosas como la alfalfa, así como el empleo de cachaza fresca, todo ello como parte del diseño de un programa de alimentación que permita posteriormente la finalización en corral de los bovinos.

Los presentes resultados muestran el dinamismo al que ha estado sujeto el modelo de forrajero como un reflejo de la necesidad de mantener esta opción viable entre los productores, y contrarrestar la competencia y presión a los que están expuestos los productores por factores externos de comercialización, que les propician y/o imponen la dependencia tecnológica hacia el uso mayoritario de cereales en las raciones y el empleo de sustancias prohibidas en la finalización de ganado.

En el manejo general del ganado se enumeran los siguientes aspectos: desparasitación interna y externa, aplicación de vitaminas ADE, aplicación de vacunas contra enfermedades de la zona, uso de implantes de tipo hormonal, empleo de aditivos alimenticios (monensina sódica), identificación con número progresivo y herraje, así



como la adaptación en la recepción en corral y posterior distribución de los animales a la estrategia de alimentación según corresponda a su peso, condición y antecedentes de alimentación.

Es de señalar que el tipo de animal comprado es heterogéneo en cuanto a edad, tipo racial (Cebú y sus cruza con europeo de manera indefinida) y peso (rango desde 150 hasta 350 kg peso vivo), sin embargo, para su venta el mercado local tienen ciertas particularidades, entre ellas, el peso en pie de estos animales debe oscilar entre 420 a 440 kg, el tipo de carne debe ser magra, con poca grasa en la riñonada, pero presente en forma ligera en la parte externa, con un color blanco y el color de la carne debe ser rojo cereza.

Debido a los pesos de compra tan diferentes, es necesario desarrollar durante más tiempo a aquellos animales que prácticamente fueron recién destetados en comparación con los que llegan de más peso, de forma tal que todos alcancen eventualmente su peso idóneo de sacrificio bajo un programa de finalización intensiva. En este contexto se amplía la propuesta para que el sector vaca-cría se beneficie con este tipo de sistema.

## RESULTADOS PRODUCTIVOS EN PASTOREO CON EL USO DE SAR

### 1° Experiencia

En el rancho “Puente Quemado” en la parte central de estado de Colima, en donde se inició esta tecnología, contaba con praderas de Estrella Africana *Cynodon plectostachyus* (riego y fertilización) en sistema rotacional, el sistema logro pasar de 0.630 kg de ganancias diarias de peso a 0.980 (Jordan, 1995).

La propuesta del suplemento activador ruminal fue el planteado en la Tabla 10, estrategia que mantuvo los principios en casi todos los trabajos aquí reseñados. Posteriormente cuando se implementó esta propuesta en la zona costera del estado de Colima “Rancho el Bajío”, en un sistema que combina pastoreo de Estrella Africana *Cynodon plectostachyus* (riego y fertilización) sobre cocotero con carga de cinco a siete animales por ha con peso promedio de 201  $\pm$  40 kg, con bovinos cruzados predominante de cebú con europeo y consumos del SAR de entre 1.0 y 1.5 kg. Los resultados fueron similares al caso previamente descrito, dado que se tenía un GDP de 0.500 kg y se lograron 0.915  $\pm$  0.225 kg.

**Tabla 10:** Composición porcentual del SAR

Ingredientes	% inclusión (base seca)
Cal	4.0
Cemento	1.0
Harina de subproductos cárnicos	2.0
Harinolina	6.4
Maíz grano molido	21.50
Melaza	20.0 - 24.0
Ortofosfato	2.0
Pulido de arroz	25.5 - 29.5
Sal	1.9
Sorgo grano molido	4.0
Sulfato de amonio	0.07
Urea	7.0
Proteína cruda	29.38
EM estimada (Mcal/kg MS)	2.48

### 2° Experiencia

Por otra parte, el siguiente trabajo se desarrolló en el rancho “Pilastras” en el municipio de Coquimatlan, utilizando pastoreo rotacional de Estrella Africana *Cynodon plectostachyus* (riego y fertilización) con ganado Cebú y sus cruza con Pardo Suizo y/o Holstein, alimentados con residual agroindustrial de limón, sal común más fuente de fosforo y SAR, agua ad libitum, con una duración de la prueba de 135 días.

El valor del residual agroindustrial de limón obtenido después de la extracción pectina, se muestra en el siguiente cuadro. Sobresale su bajo tenor de pH, materia seca, proteína cruda, alto contenido de fibra y aceptable como fuente energética (Danisco, 2000) (Tabla 11).

**Tabla 11:** Composición química del residuo de limón

Parámetros	Valores medios (% de la MS)
pH	2.32 ± 0.30
Humedad	93.75 ± 1.68
Materia seca	6.25 ± 1.68
Proteína cruda	7.71 ± 0.92
Proteína verdadera	5.57 ± 0.92
Nitrógeno no proteico	2.14 ± 0.59
Nitratos (ppm)	83.33 ± 40.10
Cenizas	3.14
Fibra cruda	36.94
Extracto etéreo	5.24
Energía metabolizable (Mcal/Kg. MS)	2.53

(Danisco, 2000)

En la Tabla 12, se muestra el desempeño productivo de los animales. En cuanto a consumo se observó una disminución tanto en el consumo del suplemento de 1.009 a 0.664 kg como del pasto de 6.911 a 3.846, dado que se incrementó la disponibilidad del residual del limón de 0.0 a 3.7 kg, ello a su vez favoreció un mayor desempeño productivo de los animales al pasar de 0.994 a 1.202 kg GDP en animales sin el residual de limón y su máxima inclusión por una mejor disponibilidad energética. El uso de esta estrategia permitirá incrementar la carga animal, dado que el forraje y suplemento remanente quedara disponible para ser utilizado por otro animal.

**Tabla 12:** Respuesta productiva ante diferentes niveles RSL

Residuo sólido de limón (Kg base fresca/cab/día)	Peso vivo (kg)		GDP (Kg/día)
	Inicial	Final	
0	264 ± 35	416 ± 33	0.994 ± 0.098b
30	269 ± 37	418 ± 44	0.993 ± 0.136b
60	288 ± 29	450 ± 31	1.100 ± 0.132ab
90	271 ± 31	444 ± 41	1.202 ± 0.171a

a, b diferente literal en renglón significa diferencia estadística (P&lt;0.05) Prueba de Tukey

## CONCLUSIONES

Los residuales azucareros para la alimentación animal en particular de bovinos, enfrentan el desafío de competencia ante nuevas tecnologías que diversifican la industria cañera.

Los residuales y subproductos de la industria azucarera son alimentos ampliamente conocidos, sin embargo es necesario continuar experimentando para emplearlos en la ganadería tropical. La tecnología de suplementos activadores del rumen (SAR) asociado a pastos y forrajes tropicales permite incrementar el desempeño productivo en condiciones de trópico.

Volver a: [Caña de azúcar](#)