

Efecto del nivel de sustitución del bagacillo de retorno (Pachaquil), fermentado en estado sólido y ensilado, en el comportamiento productivo de vaquillas en el trópico

L.Y. Álvarez¹, G.D. Mendoza², E.M. Aranda³, J.A. Ramos³, O. Mora¹, P.A. Hernández² y C.M. García-Bojalil³

¹Universidad Nacional Autónoma de México. FMVZ. Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, C.P. 04510, Apartado Postal 70-483 y 70-486, México, D.F.

²Departamento de Producción Agrícola y Animal, UAM-Xochimilco. Calzada del Hueso 1100. Col. Villa Quietud Coyoacán. 04960. Ciudad de México. México.

³Campus Tabasco, Colegio de Postgraduados. Carr. Cárdenas-Coatzacoalcos. Tabasco, México.

²Correo electrónico: earanda@colpos.mx

Para conocer el efecto del nivel de sustitución del suplemento por el bagacillo de retorno, fermentado en estado sólido y ensilado, en el comportamiento de vaquillas en crecimiento en el trópico, se utilizaron 18 vaquillas *Bos taurus* x *Bos indicus* (230 ± 40 kg peso vivo). Se alojaron en corraletas individuales, en un diseño completamente al azar con tres combinaciones de suplemento: ensilado 100:0, 50:50 y 0:100 %. Durante el ensayo (90 d) se registró la ganancia diaria de peso (GDP), consumo de materia seca (MS) y conversión alimentaria. La GDP tuvo efecto cuadrático ($P < 0.01$) y mostró la mejor respuesta en la combinación 50:50 (0.58, 0.74 y 0.46 kg/d), mientras que la conversión se afectó (cuadrático, $P < 0.01$) al incrementar la proporción de ensilado (12.18, 10.33 y 16.04). No se encontraron diferencias en el consumo de MS para las combinaciones 100:0, 50:50 y 0:100 % (7.07, 7.65, 7.38 kg/d), respectivamente. Se concluye que con la sustitución de 50 % del suplemento por el BRFESE hay mejor comportamiento de las vaquillas en crecimiento en el trópico, con la utilización de dietas basadas en caña de azúcar con urea al 1 %.

Palabras clave: caña de azúcar, bagacillo de retorno, fermentación sólida, comportamiento de vaquillas.

En regiones tropicales, es común la ocurrencia de sequías, nortes, inundaciones y otros eventos climáticos que implican daños importantes en la economía ganadera de los países de estas zonas, debido a la baja disponibilidad de forrajes durante períodos críticos (Molina 1990 y Aranda 2000). Esto puede solucionarse parcialmente mediante la utilización de caña de azúcar fresca, deshidratada, ensilada y también enriquecida por procesos biotecnológicos que contribuyen a mejorar la digestibilidad y el incremento del consumo (Martín 2004, Monroy *et al.* 2006 y Ramos *et al.* 2006). Otro procedimiento es la incorporación de subproductos de la industria azucarera, especialmente los residuos no aprovechados. Sin embargo, esta alternativa es un reto por los altos costos de transportación, alto contenido de humedad, bajo contenido de nitrógeno, minerales, vitaminas, y alto contenido de pared celular. Estas características limitan su utilización en la alimentación de rumiantes (Aranda *et al.* 2009).

Para mejorar el valor nutritivo de la caña, Elías *et al.* (1990) implementaron la fermentación en estado sólido (FES) y obtuvieron un alimento enriquecido (Saccharina). Posteriormente, Ramos *et al.* (2007) le adicionaron fuentes energéticas y proteicas, logrando incrementar la PC y masa microbiana. En la producción de azúcar a nivel de fábrica se generan cantidades importantes de bagacillo de retorno (Pachaquil), generalmente con contenido superior a 13 % de sacarosa, lo que lo hace aprovechable como fuente alimentaria en la nutrición animal.

El objetivo de este estudio fue conocer el efecto del nivel de sustitución del suplemento por el bagacillo de retorno

fermentado en estado sólido y ensilado en el comportamiento de vaquillas en crecimiento en el trópico.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en el Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba, Estado de Veracruz, México. El clima de la región es semicálido, con precipitación total anual de 2000-2500 mm y temperatura media anual de 18-22 °C. Se utilizaron 18 vaquillas (*Bos taurus* x *Bos indicus*), con 15 meses de edad y peso vivo (PV) inicial de 230 ± 40 kg, distribuidas en diseño completamente al azar, con tres tratamientos y seis repeticiones, durante 90 y 20 d de adaptación. Al inicio del estudio, para determinar el peso inicial, los animales se pesaron con previo ayuno de 12 h, durante dos días consecutivos. Se alojaron en corraletas individuales de 13 m², con techo y piso de concreto, cada una con su respectivo bebedero. El agua se suministró a voluntad. Las vaquillas se desparasitaron (Levamisol L 12 %, dosis de 1ml/25 kg PV y vitaminadas ADE, dosis 5ml/animal).

Los tratamientos (T) consistieron en la sustitución de un suplemento (S) en base seca, ofrecido a razón de 6 g/kg de peso vivo, con 15.56 % de PC y 88.47 % de MS, elaborado a base de harina de carne (14 %), pulidura de arroz (68 %), miel final (15 %) y sales minerales (3.0 %) por el bagacillo de retorno fermentado en estado sólido y ensilado (BRFESE) (T1: 100:0, T2: 50:50 y T3: 0:100, respectivamente). Se utilizó como dieta básica una mezcla de caña de azúcar picada (98.7 %), con urea al 1 % y sulfato de amonio al 0.3 % (CAP) *ad libitum*, con 14.09 % de PC y 25 % de MS. La urea y el sulfato

de amonio se disolvieron en agua, en una relación 1:10 (1 kg de urea en 10 L de agua). El S y BRFESE se ofreció a las 8:00 h (h) según tratamiento, y a las 10:00 h se suministró la CAP y una premezcla mineral comercial (Ruminsal 80 g/animal/d).

Para la elaboración del BRFESE se utilizaron 14 t de bagacillo de retorno y se le adicionó 1.5 % de urea, 0.5 % de sales minerales, 10 % de pulidura de arroz y 15 % de Saccharina como inóculo, según la metodología de Elías *et al.* (1990). Después de las 24 h de fermentación, el alimento se ensiló en bolsas de nailon durante 45 d y se midió la temperatura y pH. Se tomaron muestras representativas para determinar la composición bromatológica (AOAC 1997), nitrógeno proteínico (NP) (Berstein 1983), nitrógeno no proteínico (NNP) (por diferencia del nitrógeno total) y fraccionamiento de la fibra (van Soest *et al.* 1991). También se determinaron los grados brix con refractómetro marca Atago.

Al momento de proporcionar el BRFESE a los animales, se adicionó 1 g de hidróxido de calcio/kg BRFESE con el objetivo de disminuir la acidez y no afectar el consumo, como sucedió durante el período de adaptación. La ingestión de caña de azúcar y del suplemento se midió diariamente por diferencia entre lo ofrecido y rechazado. Para medir ganancia diaria de peso vivo (GDP), los animales se pesaron cada 15 d, en ayuno de 8 h. Cada 30 d se tomaron datos de la condición corporal (CC), de acuerdo con Patton *et al.* (1988) y Parker (1989), con escala de 1 a 5, donde 1 es flaca, y 5 gorda.

Para el análisis estadístico de las medias de los datos se aplicó la prueba de Tukey (Steel y Torrie 1997). El procesamiento de los datos se realizó mediante el programa GLM de SAS (2002) y se probó el efecto lineal y cuadrático del nivel de BRFESE.

Resultados y Discusión

En la tabla 1 se describe la composición química, pH y temperatura del BRFESE, después de los 45 d. El contenido de MS, FDN y pH fueron similares a lo reportado por Cárdenas *et al.* (2008). Estos autores evaluaron el BRFESE y diferentes inóculos. Sin embargo, el contenido de PC que informaron resultó mayor que el

de este trabajo, posiblemente por la utilización de 2 % de urea. En este estudio se utilizó 1 %.

Con respecto a la GDP, hubo efecto cuadrático altamente significativo. Los animales que consumieron 50 % de suplemento y 50 % del BRFESE (T2) alcanzaron mayor GDP (740 g/animal/d). Estos valores son mayores que los informados por Aranda *et al.* (2001) en novillas en pastoreo, suplementadas con caña de azúcar y urea al 1 %, más 1 kg de un suplemento basado en granos. Los tratamientos donde el suplemento y el BRFESE representaron 100 % tuvieron las menores GDP sin diferencias. Fueron similares a lo obtenido por Aranda *et al.* (2001) y Cano *et al.* (2003) en toretes en pastoreo, suplementados con Saccharina.

El consumo de proteína en este estudio fue de 1.015, 1.091 y 1.044 kg/animal/d para T1, T2 y T3, respectivamente (tabla 2). Estas cifras resultaron superiores a las informadas en el programa CALRAC, de acuerdo con PV y GDP (0.653, 0.739 y 0.614 kg/animal/d). Por ello, posiblemente, el exceso de proteína se catabolizó a urea con gasto de energía, ya que según Lehninger (1991) por cada molécula de urea formada se requieren 4 ATP. La energía metabolizable, calculada sobre la base de los consumos de las dietas, fue de 14.6, 15.4 y 14.3 Mcal/animal/d para T1, T2 y T3, respectivamente. Estos valores resultan ligeramente mayores a los indicados en el programa CALRAC, de acuerdo con el PV y las GDP (13.0, 15.1 y 12.1 para T1, T2 y T3, respectivamente). Como se indicó anteriormente, parte de esta energía metabolizable se pudo utilizar en el catabolismo de la proteína.

Martin (2004) y Aranda *et al.* (2004) señalaron que una de las limitaciones de las dietas basadas en caña de azúcar es la lenta degradación de la fibra, lo que pudiera influir en el consumo voluntario. Sin embargo, en este estudio, el índice de consumo fue de 2.77, 2.69 y 2.89 para T1, T2 y T3 respectivamente, valores superiores a lo informado por Cano *et al.* (2003).

Con respecto a la conversión alimentaria (tabla 2), hubo diferencias entre tratamientos. Los animales que consumieron 50 % de suplemento y 50 % de BRFESE (T2) tuvieron las mejores conversiones (10.33). Estos

Tabla 1. Composición química del bagacillo de retorno fermentado en estado sólido y ensilado

	%	EE±
Materia seca	39.2	0.289
Proteína cruda	15.2	0.933
Nitrógeno proteico	14.8	0.930
Nitrógeno no proteico	0.40	0.008
Fibra detergente neutro	50.2	1.910
Cenizas	8.5	0.415
pH	4.56	0.233
Temperatura, °C	26.8	0.514

EE±: Error estándar

Tabla 2. Efecto del nivel de sustitución del suplemento por el bagacillo de retorno fermentado en estado sólido y ensilado en el comportamiento de vaquillas

	Niveles de sustitución†, %				P	
	100:0	50:50	0:100	EE±	Lin	Cua
Peso inicial, kg	229.20	246.50	235.50	23.92	0.88	0.54
Peso final, kg	281.75	305.90	280.20	27.42	0.87	0.27
GDP, kg	0.58 ^b	0.74 ^a	0.46 ^b	0.05	0.15	***
CMS ⁻¹ animal ⁻¹ día, kg	7.07	7.65	7.38	0.61	0.61	0.65
CPC ⁻¹ animal ⁻¹ día, kg	1.015	1.091	1.044	0.10	0.66	0.32
Conversión alimenticia	12.18 ^a	10.33 ^a	16.04 ^b	0.74	***	**
Consumo ⁻¹ animal ⁻¹ día, kg en base seca						
Caña de azúcar picada	5.79	6.71	6.93	0.49	0.11	0.29
Suplemento	1.28 ^a	0.68 ^b	0.00	0.12	***	0.75
BRFESE	0.00	0.26 ^b	0.450 ^a	0.01	***	*

EE±: Error estándar; Lin: Lineal; Cua: Cuadrático

GDP: ganancia diaria de peso, CMS: consumo de materia seca, CPC: consumo de proteína cruda, BBRFESE: bagacillo de retorno fermentado en estado sólido y ensilado.

^{ab} Diferencias en Tukey *P < 0.05; **P < 0.01; ***P < 0.001

Tabla 3. Condición corporal de las vaquillas durante el período experimental

Suplemento:Bagacillo retorno	Meses				CV
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	
100:0	2.40	2.90	3.20	3.10	24.2
50:50	2.07	2.5	2.85	2.92	14.2
0:100	1.83	1.91	2.25	2.66	21.2

valores fueron similares a los alcanzados por Rodríguez *et al.* (2009) en dietas basadas en caña de azúcar, suplementadas con miel urea al 2 % y un alimento proteínico basado en granos.

Con respecto a la condición corporal de las vaquillas, en todos los tratamientos fue baja (tabla 3) al inicio del experimento. Esta mejoró durante el período experimental, y alcanzó valor de 3, indicado como aceptable por Rosete y Zamora (1990) en vaquillas de esta edad y peso para la reproducción en el trópico.

Se concluye que en el trópico, con la sustitución del 50 % del suplemento por el BRFSE en dietas a base de caña de azúcar con urea al 1%, se obtiene mejor comportamiento de las vaquillas en crecimiento.

Referencias

- AOAC. 1997. Official Methods of Analysis. 16th ed. Ass. Off. Anal. Chem. Arlington, VA. USA
- Aranda, I.E.M. 2000. Utilización de la caña de azúcar en la alimentación de rumiantes. Tesis Dr. Cs. Vet. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 90 pp.
- Aranda, E., Mendoza, G.D., García-Bojalil, C. & Castrejon, F. 2001. Growth of heifers grazing stargrass complemented with sugar cane urea and protein supplement. *Livestock Prod. Sci.* 71:201
- Aranda, E.M., Ruiz, P., Mendoza, G.D., Marcoff, C.F., Ramos, J.A. & Elías, A. 2004. Cambios en la digestión de tres variedades de caña de azúcar y sus fracciones de fibra. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 38:137
- Aranda, E.M.I., Ramos, J.A., Mendoza, G.D.M., Salgado, S.G. & Bueno, I.C.S. 2009. Utilización de la caña de azúcar en la alimentación bovina, el desarrollo de uso tecnologías y la alternativa para los períodos de sequía. Primer Simposio Internacional sobre Producción Animal. Universidad Autónoma del Estado de México. Centro Universitario UAEM- Temascaltepec. pp. 14- 33
- Bernstein, J. 1983. Análisis de alimento. Eds. A.L. Wintra y K.B. Winto. Tomo I. Ed. Pueblo y Educación. 84 pp.
- Cárdenas, J.R., Aranda, E.M., Hernández, D., Lagunes, L del C., Ramos, J.A. & Salgado, S. 2008. Obtención de alimento fermentado en estado sólido a partir del bagacillo de retorno, pulido de arroz e inóculos. Su utilización en la alimentación animal. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 42:173
- Cano, A.L., Aranda, E., Mendoza, G., Pérez, J. & Ramos, J.A. 2003. Comportamiento de toretes en pastos tropicales suplementados con caña de azúcar y enzimas fibrolíticas. *Téc. Pec. Méx.* 41:153
- Elías, A., Lezcano, O., Lezcano, P., Cordero, J. & Quintana, L. 1990. Reseña descriptiva sobre el desarrollo de una tecnología de enriquecimiento proteínico en la caña de azúcar mediante fermentación sólida (Saccharina). *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 24: 1
- Lehninger, A.L. 1991. Bioquímica. Segunda edición. Ed. Ediciones Omega, S. A. Barcelona. 1117 pp.
- Martín, M.P.C. 2004. La alimentación del ganado con caña de azúcar y sus subproductos. Ed. Ed. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. Cuba. 193 pp.
- Molina, A. 1990. Potencial forrajero de la caña de azúcar

- para la ceba de ganado bovino. Producción de carne en el trópico. Ed. Instituto de Ciencia Animal. Cuba. 225 pp.
- Monroy, J.M., Aranda, E., Mendoza, G., Ramos, J.A., Cobos, M. & Izquierdo, F. 2006. Elaboración y conservación de Saccharina a partir de caña de azúcar integral con la adición de melaza y pulidora de arroz. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 40:167
- Parker, R. 1989. *Body Condition Scoring of Dairy Cattle.* Ontario Ministry of Agriculture and Food. Ontario, Canada
- Patton, R.A., Bucholtz, H.F. Schmidt, M.K. & Hall, F.M. 1988. *Body Condition Scoring. A Management tool.* Department Animal Sci. Michigan State University. East Lansing Michigan.
- Ramos, J.A, Elías, A. & Herrera, F. 2006. Procesos para la producción de un alimento energético-proteico para animales. Efecto de cuatro fuentes energéticas en la fermentación en estado sólido (FES) de la caña de azúcar. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 40:1
- Ramos, J.A., Elías A., Herrera, F., Aranda, E. & Mendoza, G. 2007. Procesos para la producción de alimento energético-proteico para animales. Efecto de niveles de miel final en la fermentación en estado sólido del Saccha-sorgo y Sacchapulido. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 41:139
- Rodríguez, D., Martín, P.C., Alfonso, F., Enríquez, A.V. & Sarduy, L. 2009. Forraje de caña de azúcar como dieta completa o semicompleta en el comportamiento productivo de toros mestizos Holstein x Cebú. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 43:231
- Rosete, A. & Zamora, A. 1990 *Alimentación y manejo de novillas.* Ed. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. Cuba
- SAS. 2002. *Statistical Analysis System. User's Guide: Statistics (Release 8.02).* SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA
- Steel, G.D.R., Torrie, J.H. & Dickey, D.A. 1997. *Principles and procedures of statistics. A biometrical approach.* The McGraw-Hill Companies, Inc. pp. 637
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. & Lewis, B.A. 1991. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583

Recibido: 15 de noviembre de 2010