

Comportamiento productivo y dinámica de los metabolitos sanguíneos en borregos Pelibuey, alimentados con cereales, pulpa de cítricos deshidratada y urea

H. Morales¹, J. R. Stuart², J. González¹, E. Gutiérrez¹, H. Bernal¹
y J. Colín¹

¹Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Km 17.5, Carretera Zuazua, Nuevo León, México

²Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, La Habana, Cuba

Correo electrónico: hmares85@hotmail.com

Mediante un diseño completamente aleatorizado, con arreglo factorial, se utilizaron 28 borregos Pelibuey, con peso inicial de 14.9 ± 2.2 kg, para evaluar el comportamiento productivo de los animales que consumieron raciones de alta energía y diferentes niveles de pulpa de cítricos deshidratada (PCD) y urea. Se midió además, la concentración de nitrógeno ureico (NU), glucosa y fósforo (P) en suero sanguíneo. Las determinaciones se realizaron cada 14 d y el experimento tuvo una duración de 56 d. Para el período total no hubo diferencias en el consumo de materia seca ni en el aumento diario de peso vivo (ADP). En el último período de 14 d, los borregos que no recibieron PCD en su dieta disminuyeron ($P < 0.05$) sus ADP en 11.5%, cuando se les aumentó el nivel de urea de 0.5 a 1%. La conversión alimentaria en los borregos que consumieron las dietas con 0% de PCD y 0.5% urea (3.28), así como con 10% de PCD y 1% urea (3.33), fue diferente ($P < 0.05$) con respecto a los que ingirieron dietas que contenían 0% de PCD y 1% de urea (3.47), igualmente para 10% de PCD y 0.5% de urea (3.58). Para el período de 42 a 56 d, hubo efecto significativo ($P < 0.05$) de la interacción de los niveles de urea x PCD, para las variables de aumento diario de peso (ADP), conversión alimentaria y eficiencia de proteína. En los días 14 y 56, el NU se incrementó significativamente, obteniéndose valores de 13 y 10.3 vs 22.5 y 25.3 mg/dL en borregos alimentados con 0.5 y 1% de urea, respectivamente. Asimismo, en el día 28 hubo efecto significativo ($P < 0.01$) de la PCD en el NU sanguíneo (11.3 vs. 8.7 mg/dL), y en el 42 hubo efecto ($P < 0.05$; 31.1 vs. 27 mg/dL de NU) en los borregos que consumieron las dietas con 0 y 10% de PCD, respectivamente. La concentración de glucosa sanguínea no se afectó por los niveles de PCD y urea. El nivel de P en sangre no se modificó por efecto de la PCD y/o de urea. Solamente hubo efecto ($P < 0.05$) debido a la interacción PCD x urea para el día 42. Se concluye que es posible utilizar la pulpa de cítricos a 10%, con 1% de urea en raciones de alta energía para la alimentación del ovino Pelibuey en confinamiento, en fase de crecimiento y engorda.

Palabras clave: pulpa de cítricos deshidratada, urea, metabolitos sanguíneos, comportamiento productivo, borregos Pelibuey

La pulpa de cítricos es un subproducto de la industria cítrica que se utiliza potencialmente en la alimentación de los rumiantes (Ku Vera *et al.* 1993 y Ariza *et al.* 2001). Bampidis y Robinson (2006) calificaron la PCD como baja en proteína y rica en carbohidratos solubles en detergente neutro, que son una fuente de energía disponible para el crecimiento de los microorganismos del rumen.

La producción cítrica alcanza en México 6 millones 475 411 t anuales, mientras que en el Estado de Nuevo León llega a 343 202 t (SAGARPA 2004). Esta industria genera grandes volúmenes de pulpa de cítricos, cuya utilización como alimento animal resulta muy beneficiosa, específicamente en la alimentación del borrego en la etapa de finalización, que en el Estado de Nuevo León tiene condiciones intensivas, a partir del empleo de cereales (González 1998).

El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento de borregos Pelibuey en crecimiento, con dietas con 10% de pulpa de cítricos, en sustitución de granos de cereales, y dos niveles de urea. Se pretendió además, medir el efecto de los cambios dietéticos realizados en la concentración de metabolitos en suero sanguíneo.

Materiales y Métodos

Localización del experimento. El estudio se realizó en la Unidad Metabólica y en el Laboratorio de

Bromatología de la Facultad de Agronomía, pertenecientes a la Universidad Autónoma de Nuevo León. Esta institución está ubicada en el km 17.5 de la carretera Zuazua-Marín, en Marín N.L., a 25°53' de latitud norte y 100°02' de longitud oeste, a una altura de 400 m snm (INEGI 1996). El clima, de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1973), es semicálido subhúmedo, con lluvias escasas durante todo el año (A) Cx'. La precipitación tienen un rango promedio anual de 600 a 800 mm, con máxima mensual en septiembre (160 a 170 mm), y mínima en enero (15 a 20 mm). La temperatura media anual es de 22 a 24 °C. La temperatura media más alta se registra en julio (29 a 30 °C), con días extremos de 40 °C, y la más baja en diciembre y enero (14 y 15°C), con días extremos de -6 °C (INEGI 1996).

Características de los animales y tratamientos.

Para el experimento se utilizaron 28 borregos machos Pelibuey, de 14.9 (± 4.7) kg de peso vivo, con buena condición corporal, procedentes del hato ovino de la Facultad de Agronomía de la UANL. Los animales se desparasitaron y se les suministró vitaminas A, D y E mediante inyección intramuscular, además se vacunaron contra pasterelosis. Posteriormente, se distribuyeron en cuatro tratamientos, consistentes en dos niveles de PCD (0 y 10%) y dos de urea (0.5 y 1%).

Procedimiento experimental. Los animales se pesaron al inicio de la prueba y cada 14 d en una báscula electrónica, con capacidad de 150 kg y división mínima de 100 g. Se colocaron en jaulas de 1.2 m², que contaban con un bebedero y comedero individual en cada corral. Los borregos se adaptaron durante 10 d, con una mezcla de las cuatro dietas. El alimento se ofreció al terminar el período de adaptación, según el tratamiento asignado, a las 8:00 a.m. y a las 2:00 p.m. El consumo de alimento se determinó diariamente, al pesar el alimento ofrecido y el sobrante del día anterior. Se midió además, el consumo de materia seca, el aumento diario de peso (ADP), la conversión alimentaria y la eficiencia del uso de la proteína, para relacionarlos con la concentración de los metabolitos evaluados. El experimento se extendió durante 56 d, una vez que los animales estuvieron completamente adaptados.

Determinación de los metabolitos séricos. Para evaluar los cambios en la concentración de los metabolitos séricos, se tomaron muestras de sangre cada 14 d. Se recolectaron en tubos vacutainer de 10 mL (dos tubos por animal), con vacío y sin anticoagulante. La sangre se extrajo por punción de la vena yugular. Las muestras se dejaron reposar de 45 a 90 min. a temperatura ambiente, para después trasladarlas al laboratorio de bromatología, donde se procesaron en una centrífuga Eppendorf 5810R, a 3500 rpm, durante 15 min., a 12 °C. Posteriormente, se separó el suero por medio de decantación y se almacenó para su análisis a -20 °C en viales de 2 mL, previamente identificados con fecha y número del animal. Se realizaron cinco muestreos a cada animal durante el período experimental.

Determinación de nitrógeno ureico en suero sanguíneo. Primeramente se procedió a descongelar las muestras, y después se extrajo la proteína por medio de ácido tricloroacético al 10 %. Se utilizaron 0.2 mL de la muestra centrifugada y se le agregaron 3 mL del reactivo del color. El suero se puso a hervir en baño maría durante 20 min. Se dejó reposar durante 15 min y se procedió a hacer la determinación del NU en suero.

La determinación de NU en suero se realizó por medio de espectroscopía óptica (espectrofotómetro modelo 690, Sequoia-Turner), según el método químico utilizado por Romero (2003). Este se basa en la reacción de la urea con la diacetilmonooxima en presencia de iones férricos y en la determinación de la absorbancia, a una longitud de onda de 520 nm, con ayuda de una curva de calibración.

Determinación de glucosa en suero sanguíneo. Para la determinación de glucosa se utilizó la espectroscopía óptica (espectrofotómetro modelo

690, Sequoia-Turner) y se usó un juego de reactivos SERA-PAK® plus Glucosa (Líquido estable, Producto No. B01-4509-01. 6 x 100 mL). Se tomó 0.01 mL del suero y se le agregó 1 mL de reactivo enzimas/cromógeno. Se incubó a 37° C, durante 10 min. La absorbancia se determinó a una longitud de onda de 500 nm.

Determinación de fósforo en suero sanguíneo. Para la determinación de P se utilizó la espectroscopía óptica (espectrofotómetro modelo 690, Sequoia-Turner) por el método descrito por Romero (2003), basado en la formación de fosfomolibdato amónico. La concentración de P se determinó mediante la regresión lineal, creada con los valores de las concentraciones y absorbancias de la curva estándar de calibración.

Diseño experimental. El análisis del experimento se realizó a partir de un diseño completamente al azar, en arreglo factorial 2 x 2. Cada tratamiento contó con siete repeticiones, donde cada animal fue una unidad experimental, con el peso inicial como covariable. El análisis se realizó por medio del paquete estadístico SPSS para Windows (1999). Las variables del comportamiento animal que se analizaron fueron: consumo de materia seca, ADP, conversión alimentaria y eficiencia de proteína. Además, se cuantificó el contenido de tres metabolitos en suero sanguíneo: glucosa, NU y P.

El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + (PCD_i + U_j) + E_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3,$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, 7$$

donde:

Y_{ij} = observación del tratamiento i en la repetición j

μ = efecto verdadero de la media general

PCD_i = efecto de PCD del i -ésimo tratamiento

U_j = efecto de Urea del j -ésimo tratamiento

E_{ij} = error experimental

Composición de las dietas utilizadas. Se evaluaron cuatro dietas (tabla 1) que difirieron en el nivel de PCD (0 y 10 %) y urea (1 y 0.5 %), manteniendo constante el nivel de PB, proteína degradable en rumen, carbohidratos no estructurales y fibra detergente neutro (FDN).

Resultados y Discusión

Los animales se adaptaron sin dificultad a las condiciones experimentales. En la tabla 2 se muestran los resultados del consumo de materia seca y el aumento diario de peso. No se encontraron diferencias para el efecto de la PCD ni de la urea en el consumo de materia seca y aumento diario de peso.

Las tasas de ganancia se correspondieron con la concentración energética de las raciones, de acuerdo con el nivel de requerimientos energéticos exigidos por este genotipo (Solís *et al.* 1991 y Huerta 2001).

Tabla 1. Composición de las dietas para evaluar la dinámica de los metabolitos sanguíneos en borregos Pelibuey en crecimiento, alimentados con pulpa de cítricos deshidratada (PCD) y urea (U).

Ingrediente.		PCD 0 %		PCD 10 %	
		U 0.5 %	U 1.0 %	U 0.5 %	U 1.0 %
Pulpa de cítrico deshidratada	%	0.0	0.0	10.0	10.0
Urea	%	0.5	1.0	0.5	1.0
Maíz amarillo	%	30.0	41.7	25.0	36.9
Cáscara de soya	%	8.4	8.0	6.7	10.9
Sorgo	%	31.0	20.8	25.7	15.0
Melaza	%	4.7	5.2	6.8	7.0
Gluten de maíz	%	6.6	7.7	5.7	6.1
Paca de sorgo	%	8.0	10.3	7.0	5.0
Harinolina	%	0.3	0.9	4.5	4.9
Harina de sangre	%	1.75	2.2	1.65	1.7
Harina de soya	%	6.6	0.0	5.0	0.0
Fosfato di cálcico	%	0.00	0.00	0.00	0.09
Sal	%	0.3	0.3	0.3	0.3
Carbonato de calcio	%	1.4	1.4	0.8	0.85
Premezcla de vit. y min ¹	%	0.2	0.2	0.2	0.2
Total (kg)		100.0	100.0	100.0	100.0
Análisis calculado ²					
Energía Metabolizable	MJ/kg	12.02	11.91	12.00	12.00
Nutrientes Digestibles Totales	%	79.0	78.6	78.8	78.7
Proteína Cruda	%	21.0	21.0	21.0	21.0
Proteína Degradable en Rumen	%	10.2	10.2	10.2	10.2
Carbohidratos No Estructurales	%	50.0	50.0	50.0	50.0
Fibra Detergente Neutro	%	21.0	21.0	21.0	21.0

¹Cada 2 kg contiene: Vitamina A (7500000 UI); Vitamina E (3000 UI); Tiamina (1000 mg); Niacina (1750mg); Antioxidante (25 g); Magnesio (Mg) (20 g); Manganeso (Mn) (25 g); Zinc (Zn) (20 g); Hierro (Fe) (30 g); Cobre (Cu) (5 g); Iodo (I) (0.5 g); Selenio (Se) (25 mg); Cobalto (Co) (100 mg).

²Según NRC (1996).

Tabla 2. Efecto del nivel de pulpa de cítricos deshidratada (PCD) y urea en el consumo de materia seca (CMS, g/d) y el aumento diario de peso (ADP, g/ día), en borregos Pelibuey en crecimiento (período de 0 a 56 d).

Factores	CMS	ADP
PCD (%)		
0	830.0	245.0
10	816.0	238.0
P	0.65	0.50
EE	20.50	6.75
Urea (5%)		
0.5	831.0	243.0
1.0	815.0	241.0
P	0.60	0.81
EE	20.50	6.75

La ausencia de efecto de la PCD en la tasa de ganancia de peso vivo de los animales coincide con lo informado por Fonseca *et al.* (2001) y Sartori *et al.* (2004). Según estos autores, este ingrediente, en cantidades moderadas, puede sustituir al maíz en la alimentación de ovinos. Según Schalch *et al.* (2001), la pulpa de cítricos

deshidratada puede sustituir a los cereales en raciones para becerros destetados tempranamente.

Los menores consumos de materia seca, en base al peso metabólico, se obtuvieron con las raciones sin pulpa de cítricos y 0.5 % de urea, y con pulpa y 1 % de dicho compuesto nitrogenado, lo que estuvo asociado a mejores conversiones alimentarias en estos tratamientos (P < 0.05). En la eficiencia proteica (P < 0.07) hubo un efecto de las mismas características (tabla 3).

El hecho de que las conversiones alimentarias estén relacionadas con los efectos de la fuente de carbohidrato y el nivel de urea podría deberse a las características de los alimentos energéticos utilizados. El almidón del maíz es poco degradable en el rumen (NRC 2001), por lo que su utilización por la microflora ruminal sería de menor magnitud, y en correspondencia se necesitaría menor concentración de nitrógeno soluble en ese órgano, como es el caso de la suministrada por la urea. En cambio, los carbohidratos de la pulpa, por su naturaleza deben degradarse en el rumen, por lo que necesitan mayor aporte de nitrógeno soluble.

La tabla 4 presenta los resultados de la concentración de nitrógeno ureico, glucosa y fósforo en el suero sanguíneo de los borregos.

Tabla 3. Efecto de la interacción de la pulpa de cítricos deshidratada (PCD) y la urea en el consumo de materia seca (CMS, g/d/kg PV^{0.75}), conversión alimentaria (CMS/ADP, kg), eficiencia de uso de la proteína (EP, g de ganancia /g de proteína consumida) en borregos Pelibuey en crecimiento (período de 0 a 56 d).

Tratamiento		(CMSD)	CMS/ADP	EP
PCD (%)	Urea (%)			
0	0.5	77.6	3.29 ^a	1.42 ^a
0	1.0	80.2	3.47 ^b	1.39 ^b
10	0.5	81.5	3.58 ^b	1.33 ^b
10	1.0	75.9	3.29 ^a	1.44 ^a
P		0.05	0.02	0.07
EE		1.97	0.09	0.04

Medias con letras diferentes en la misma columna difieren ($P < 0.05$)

Tabla 4 Concentración de nitrógeno ureico, glucosa y fósforo en suero sanguíneo (mg/dL.) en borregos Pelibuey en crecimiento, alimentados con pulpa de cítricos deshidratada (PCD) y urea.

Tratamiento		Días				
PCD (%)	Urea (%)	0	14	28	42	56
Nitrógeno ureico						
0	0.5	20.8	13.8	12.3	31.5	22.4
0	1.0	18.6	11.5	10.3	30.7	24.8
10	0.5	19.1	12.1	8.3	25.2	22.5
10	1.0	17.7	9.2	9.1	28.8	25.9
EE		1.34	1.08	0.98	1.68	1.38
P		0.74	0.77	0.16	0.20	0.69
Glucosa						
0	0.5	73.0	82.2	65.7	87.2	62.8
0	1.0	64.6	95.8	57.1	82.6	63.2
10	0.5	69.9	81.5	63.5	78.3	71.6
10	1.0	77.9	85.1	59.1	85.0	60.3
EE		5.03	5.43	4.93	4.05	4.25
P		0.11	0.37	0.68	0.17	0.19
Fósforo						
0	0.5	9.1	8.1	9.4	9.1 ^a	8.5
0	1.0	8.8	8.0	8.8	8.5 ^b	8.5
10	0.5	9.0	8.6	9.4	8.6 ^b	8.7
10	1.0	9.4	8.4	9.3	10.1 ^a	9.2
EE		0.44	0.61	0.58	0.51	0.34
P		0.43	0.88	0.67	0.05	0.43

Medias con letras diferentes en la misma columna difieren ($P < 0.05$)

El uso de los perfiles metabólicos puede servir para indicar si existen problemas en el comportamiento animal, y si es la dieta la causa de la baja producción, o bien si los animales no tienen capacidad de producción. Lee *et al.* (1978) mencionan que las concentraciones de glucosa y NU se relacionan con un consumo suficiente de energía y proteína. La falta de un efecto del consumo de la pulpa de cítricos en los niveles séricos de urea y glucosa (tabla 4) se corresponde con lo informado por Belibasakis y Tsirgogianni (1996) en vacas lecheras.

En experimentos con cabritos, Bueno *et al.* (2002) encontraron un efecto cuadrático en las digestibilidades aparentes del Ca y el P, con decrecimiento a altos nive-

les de sustitución del maíz por la pulpa de cítricos. Esto podría reflejarse en el perfil metabólico de los animales. Sin embargo, los niveles de inclusión de la pulpa de cítricos utilizados en este experimento fueron inferiores con respecto a los informados como necesarios para que este efecto se manifieste. El efecto encontrado en el fósforo durante el muestreo a los 42 d de haber comenzado el experimento resultó interesante y debe analizarse en experimentos futuros. Las concentraciones séricas de fósforo estuvieron por encima de los 5.12 mg dL⁻¹, señalados por Bravo *et al.* (2003) como normales para el ovino.

Los resultados indican que es posible utilizar la pulpa de cítricos al 10 %, con 1 % de urea en raciones de alta

energía para la alimentación del ovino Pelibuey en confinamiento durante la fase de crecimiento y engorda. Se sugiere realizar experimentos posteriores para estudiar mayores niveles de inclusión de estos ingredientes.

Referencias

- Ariza, P., Bach, A., Stern, M. D. & Hall, M.B. 2001. Effects of carbohydrates from citrus pulp and hominy feed on microbial fermentation in continuous culture. *J. Anim. Sci.* 79:2713
- Bampidis, V.A. & Robinson, P.H. 2006. Citrus by-products as ruminant feeds: A review. *Anim. Feed. Sci. Tech.*
- Belibasakis, N.G. & Tsigogiani, D., 1996. Effects of dried citrus pulp on milk composition and blood components of dairy cows. *Anim. Feed Sci Tech.* 60:87
- Bueno, M.S., Ferrari, Jr., Bianchini, D., Leinz, F.F. & Rodrigues, C.F.C. 2002. Effect of replacing corn with dehydrated citrus pulp in diets of growing kids. *Small Rumin. Res.* 46:179
- Bravo, D., Bogaert, C., Meschy, F. & Sauvant, D. 2003. Plasma phosphorus content and dietary phosphorus availability in adult sheep. *Anim. Res.* 52:427
- Fonseca, A.J., Dias da Silva, A.A. & Lourenço A.L. 2001. Effects of maize and citrus pulp supplementation of urea-treated wheat straw on intake and productivity of female lambs. *Anim. Sci.* 73:123
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen: para adaptarlos a las condiciones de la República Mexicana. Ed. Universidad Autónoma de México, DF. México
- González, R. A. 1998 Los sistemas de producción bovina en México. Estado actual y perspectiva. Tercer foro de análisis de los recursos genéticos: ganadería ovina, caprina, porcina, avícola, apícola, equina y de lidia. p. 205
- Huerta, M. 2001. Requerimientos nutricionales de ovinos Pelibuey y de lana. II Congreso latinoamericano de especialistas en pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos y XI Congreso Nacional de Producción Ovina
- INEGI 1996. Síntesis geográfica del Estado de Nuevo León. p. 14
- Ku Vera, J.C., Balboa, H.N. & Ramos, M.A. 1993. Utilización de la pulpa deshidratada de cítricos en la alimentación de los rumiantes. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Disponible: <http://ecologia.uat.mx/biotam/v5n1/art-3.html>
- Lee, J.A., Twardock, A.R., Bubar, R.H., Hall, J.E. & Davis, C.L. 1978. Blood metabolic profiles: their use and relation to nutritional status of dairy cows. *J. Dairy Sci* 61
- NRC 1996. Nutrient requirements of beef cattle. Seventh revised edition. Washington, D. C. National Academy Press. p. 43
- NRC. 2001. National Research Council. Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh Revised Ed. Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition, Committee on Animal Nutrition, National Academy Press. Washington. D.C.
- Romero, T.E. 2003. Dinámica estacional de metabolitos sanguíneos en diferentes genotipos de bovinos de carne en agostaderos del Noreste de México. PhD Thesis. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Marín, N. L. México.
- SAGARPA 2004. Secretaría de agricultura y ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. Sistema integral de información agroalimentaria y pesquera. Disponible: http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comdeagr.html
- Sartori, M., Dos Santos, L.E., Da Cunha, E.A., Neto, M.J. & Severissimo, C. 2004. Polpa cítrica esidratada na dieta de borregos suffolk e santa inês, em confinamento. *B. Industr. Anim. Odessa* 61:115
- Solís, R., Castellanos, A.F., Velázquez, R.A. & Rodríguez, G. 1991. Determination of nutritional requirements of growing hair sheep. *Small Anim. Res.* 4:115
- SPSS 1999. Statistical Package for Social Science. SPSS for Windows, release 10.1.

Recibido: 1 de diciembre de 2008

InterJoven 2012

Para mayor información diríjase al

Comité Organizador:

Presidente: MSc. Carlos R. García Vicepresidenta: MSc. Yaneisy García

*Instituto de Ciencia Animal. Carretera Central Km 47 ½ , San José de las Lajas. A.
Postal 24. C. P. 32 700. La Habana, Cuba.*

e-mail: interjoven_cuba@ica.co.cu

interjoven_cuba@yahoo.es

Teléfono: (53) 47 59 9152

Organizador Profesional de Congresos

Ing. Taimí Carrasco Acosta

Agencia de Viajes



Niurka Remedios

Especialista Comercial

Sucursal de Eventos

Agencia de Viajes Cubanacan

tel: (537) 204-4867/204-4879 ext 209

fax: (537) 204-4791

Por el ICA

Ing. Ibis Vidal Fuentes

ividal@ica.co.cu

¡Esperamos tenerte entre nosotros!