

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON EL SUBPRODUCTO DE LA CLARIFICACIÓN DEL JUGO DE CAÑA PANELERA (MELOTE) EN CORDEROS CON OFERTA RESTRINGIDA DE FORRAJE

EFFECT OF THE SUPPLEMENTARY FEEDING WITH FILTER PRESS MUD CANE SUGAR (MELOTE) IN LAMBS WITH FEED QUANTITY RESTRICTION

Luisa Cepeda¹, Alvaro Wills¹

¹ Departamento de Producción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia. lfcepedabe@unal.edu.co

Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la suplementación con el subproducto de la clarificación del jugo de caña panelera (Melote) sobre el cambio de peso en corderos bajo condiciones de Restricción Alimenticia (RA) y de Ajuste de la Oferta Alimenticia (AOA). En el experimento se utilizaron 32 corderos de 3 meses de edad de las razas Criolla, Romney Marsh y Hampshire con peso inicial promedio de 24.3 ± 3.8 kg para hembras y 26.1 ± 4.2 kg para machos. Estos fueron agrupados aleatoriamente por raza y sexo en cuatro tratamientos experimentales: melote (M); melote y biuret (MB); melote y urea (MU); y melote, urea (30%) y biuret (70%) (MUB). En la primera fase del experimento se realizó un periodo de acostumbramiento de 35 días. Posteriormente se efectuó la fase de medición de 45 días, dividida en dos escenarios: RA con deficiente disponibilidad forrajera; y AOA con adición de 400 g/animal/día de ensilaje de maíz. Se utilizó el peso inicial como covariable. No se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos en los dos escenarios planteados. Sin embargo, la restricción de la oferta forrajera tuvo un efecto determinante sobre la respuesta animal, en donde ninguno de los suplementos fue lo suficientemente efectivo para contrarrestar su efecto negativo. Ni hubo efecto de los suplementos nitrogenados en la respuesta animal. En conclusión, es posible usar suplementos alimenticios generados a partir del melote en corderos en etapa de crecimiento, pero su efecto como suplemento alimenticio depende de las condiciones de disponibilidad forrajera.

Palabras clave: Suplementación alimenticia, urea, biuret, oferta restringida de forraje, subproducto de caña de panelera (Melote).

Abstract

The objective of the present study was to evaluate the effect of supplementation with the by-product of the clarification of the sugarcane juice (Melote) on the change of weight in lambs under conditions of food restriction (RA) and adjustment of the food supply (AOA). In the experiment, it was used 32 lambs from 3 months of age of the breeds Native, Romney Marsh and

Hampshire with initial body weight of 24.3 ± 3.8 kg for females and 26.1 ± 4.2 kg for males. Which were randomly grouped in four experimental treatments: melote (M); melote and biuret (MB); melote and urea (MU); and melote, urea (30%) and biuret (70%) (MUB). There was a 35 days of adaptation period. After that, during 45 days was the measurement phase, divided into two stages: RA with low forage allowance; and AOA with addition of 400 g/animal/day of corn silage. Initial weight was used as covariable. No significant differences were observed ($P < 0.05$) among treatments in the two proposed scenarios. However, the restriction of forage supply had a decisive effect on the animal response, where none of the supplements was sufficiently effective to counteract its negative effect. There was no effect of non-protein nitrogen additives supplements in animal response. In conclusion, it is possible to use nutritional supplements that are generated from the clarification of sugarcane juice (melote) in growing lambs, but its effect as a nutritional supplement depends on the conditions of forage availability.

Key words: Supplementary Feeding, urea, biuret, filter press mud (cane sugar), feed quantity restriction.

1. Introducción

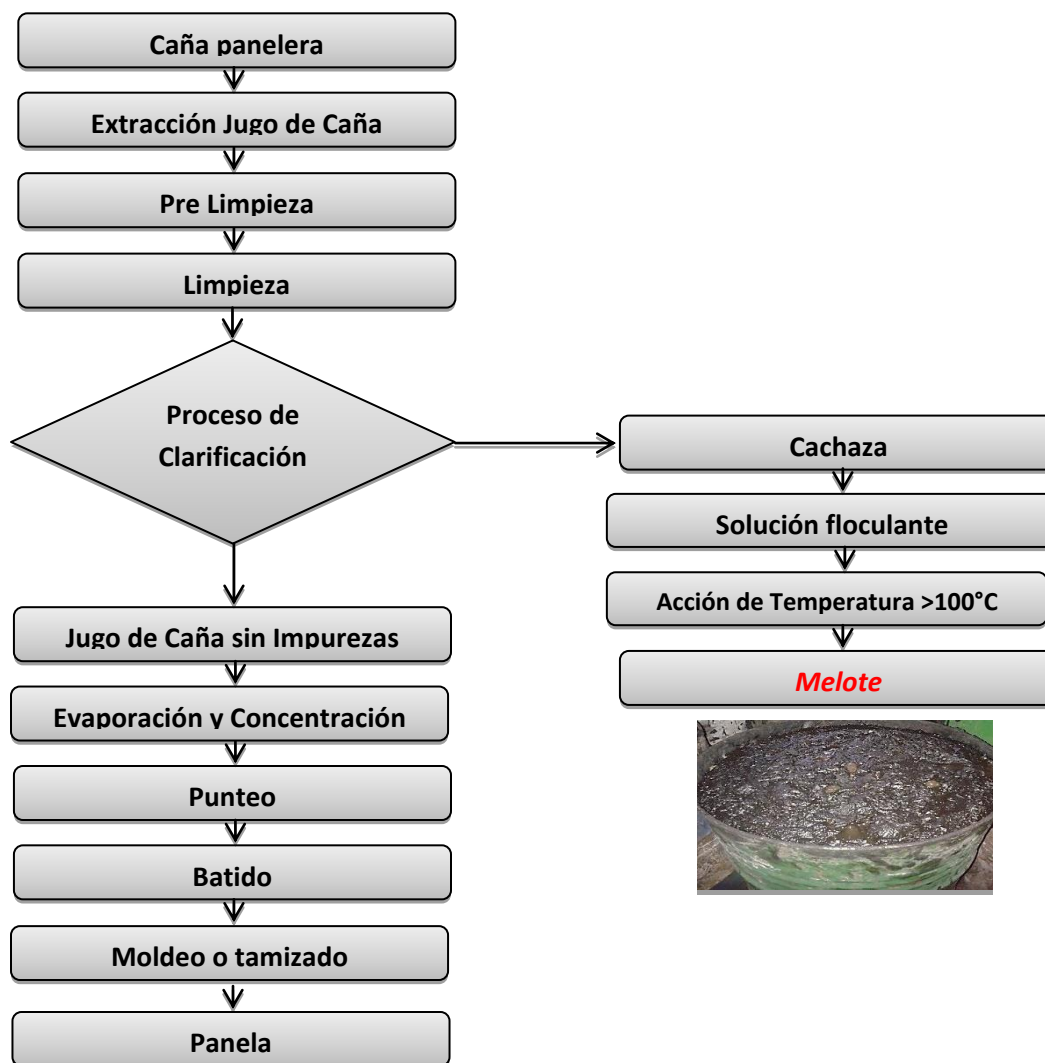
En Colombia la Panela (azúcar no centrifugado) es un bien de consumo de la canasta familiar, de fácil acceso por su bajo costo, amplia distribución y marcada producción, generando anualmente 991.000 toneladas (DANE 2015). A nivel agroindustrial, el sector panelero se ha fortalecido a través de proyectos institucionales que abordan la introducción de herramientas tecnológicas y de comercialización. Sin embargo, aún no existe un enfoque claro sobre la aplicación de sus subproductos, que representan entre el 70 al 80% de la producción de panela. No obstante, se cuenta con la posibilidad de evaluar su funcionalidad y potencial como materia prima en la Suplementación Alimenticia (SA), aprovechando un recurso que puede ofrecer una solución alternativa en escenarios hostiles de alimentación animal.

La SA es una herramienta que brinda soluciones integrales a bajo costo, para aminorar el deterioro fisiológico del animal, basado en el entendimiento de las interacciones que intervienen en un sistema productivo, tales como la oferta restringida y/o baja calidad nutricional de los alimentos, producto de las variaciones climáticas, así como de la falta de planeación en la optimización de recursos alimenticios, cuya problemática ha sido recurrente en países tropicales como Colombia (Hernandez 2013). A partir de esta preocupación, se ha desarrollado el uso de subproductos de diversos sectores agroindustriales, los cuales han demostrado respuestas satisfactorias en la alimentación animal.

Conforme al interés puntual de la presente investigación, se destaca el aporte que tiene el subproducto de clarificación del jugo de caña panelera (Melote). Resultante de la fase filtración y decantación de los sólidos en suspensión en el proceso de clarificación, tal como se observa en el Grafico 1. Durante esta fase, todas las impurezas como sustancias coloidales y sólidos insolubles son

transformados en flóculos de mayor tamaño, por la acción de altas temperaturas y agentes aglutinantes, para luego ser filtrados y retirados del jugo de caña (Ortiz et al. 2011; Osorio 2007). Se estima que en el proceso de elaboración de una tonelada de panela la cantidad generada de melote oscila entre los 150 a 170 kilogramos.

Gráfico 1. Proceso de obtención de Panela y Melote.



El Melote se caracteriza por tener un color oscuro y olor dulce. Su estructura semisólida es producto de la decantación y aglutinación de sólidos insolubles, que a su vez permiten el incremento de su vida útil y facilitan su almacenamiento (Osorio 2007). Nutricionalmente, se destaca por ser una fuente con alta disponibilidad de carbohidratos solubles en forma de monosacáridos o azúcares reductores (glucosa y fructosa), y disacáridos como la sacarosa en concentraciones cercanas a 40 y 50°Brix (García et al. 2007; Osorio 2007). Sin embargo, para ser utilizado en alimentación animal es muy importante hacer un ajuste entre los niveles proteicos presentes en la dieta y

la cantidad de melote, debido a que su porcentaje de proteína es baja y puede llegar a limitar la ingesta de alimento sino se efectúa en un balance adecuado (Pachón et al. 2005). Dentro de las fuentes de nitrógeno más conocidas para combinar con fuentes energéticas se encuentran el Nitrógeno No Proteico (NNP) como la urea (46% N disponible) y el biuret residuo de la condensación de la urea (con 40% N disponible); cuya función es mantener la disponibilidad y liberación de N a nivel ruminal.

En investigaciones se ha comprobado que el melote posee una buena capacidad para vehiculizar nutrientes y mantener los niveles de ganancia diaria de peso, bajo condiciones limitadas de pastoreo (Pachón et al. 2005). Al respecto, un estudio realizado en cerdos en etapa de levante a ceba reportó ganancias de peso (GDP) favorables de 0,780 kg animal/día, con una dieta a base de melote diluido y suplemento proteico comercial con 40% de proteína cruda (Sarria, Solano, and Preston 1990). En aves en fase de engorde se ha llegado a una GDP de 143 gr animal/día adicionando un 20% de melote a una dieta a base de concentrado (García et al. 2007). Otros estudios han demostrado GDP cercanas a los 0,848 a 0,950 kg animal/día en bovinos de la raza Cebú, con el uso de suplementos que incluían melote en concentraciones del 10 al 50%, y adición de fuentes nitrogenadas como pollinaza y urea (Oviedo y Calero 2013; Pachón et al. 2005).

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la suplementación con el subproducto de clarificación del jugo de caña panelera (Melote) en corderos destetos, de acuerdo a su respuesta en el cambio de peso en condiciones de Restricción Alimenticia (RA) y de Ajuste de la Oferta Alimenticia (AOA).

2. Materiales y métodos

Localización

El experimento se realizó durante los meses de octubre a noviembre del año 2013, con la colaboración del equipo de trabajo del Centro de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Extensión Ovino (CIDTEO), perteneciente al Centro Agropecuario Marengo (CAM), ubicado en el municipio de Mosquera (4° 42' N y a 74° 12' O), departamento de Cundinamarca, a una altura promedio de 2.630 msnm. Esta zona se caracteriza por tener clima frío seco, con temperatura media anual de 13.8°C y humedad relativa anual del 85% (CORPOICA and CAR 2008).

Unidades Experimentales

Se utilizaron 32 corderos de 3 meses de edad de las razas Criolla, Romney Marsh y Hampshire con peso inicial promedio de 24.3±3.8 kg para hembras y 26.1±4.2 kg para machos. Los corderos se mantuvieron en cuatro áreas de pastoreo de 148m², de pradera mixta de kikuyo (*Cenchrum clandestinum* Hoechst Ex Chiov.) y arvenses, con sus respectivos bebederos, comederos y poli sombras.

Diseño experimental

Se diseñaron cuatro tratamientos experimentales establecidos de acuerdo a la mezcla de materias primas empleadas para la elaboración de los suplementos, los cuales se identificaron de la siguiente manera: melote (M); melote y biuret (MB); melote y urea (MU); y melote, urea (30%) y biuret (70%) (MUB). En cada tratamiento, se asignaron aleatoriamente ocho corderos, agrupados homogéneamente por raza y sexo. En el experimento no se contempló el control negativo de sólo pastoreo, debido a que las condiciones de la oferta forrajera eran limitadas y se quería evaluar el efecto de los suplementos en época de escasez forrajera.

Antes de iniciar la fase experimental se llevó a cabo una etapa de acostumbramiento con una duración de 35 días, para que los corderos adquirieran la capacidad metabólica de hidrolizar las fuentes de NNP (Loosli and McDonald 1969). Posteriormente se efectuó la fase experimental, la cual tuvo una duración de 45 días, distribuidos en dos escenarios: de Restricción Alimenticia (RA) y de Ajuste de la Oferta Alimenticia (AOA). El inicio del experimento ocurrió con el escenario de Restricción Alimenticia (RA) con 23 días de duración, en el cual todos los corderos estuvieron expuestos a las condiciones de pastoreo con deficiente disponibilidad forrajera y mayor cantidad de especies arvenses. El escenario AOA se presentó en los 22 días restantes del experimento, en este periodo los corderos permanecieron expuestos a las mismas condiciones del área de pastoreo, pero se incluyó un ajuste en la oferta de material vegetal teniendo una adición de 400 g/animal/día con ensilaje de maíz, el cual se suministró a toda la población experimental.

Elaboración y suministro de suplementos

Las materias primas empleadas para la fabricación de los suplementos alimenticios fueron Melote, Urea (como NNP e indispensable para la obtención de biuret) y azufre. El Melote fue adquirido directamente a una explotación panelera en la región de la Hoya del Río Suárez (Boyacá, Colombia), y tanto la úrea como el azufre fueron formulados bajo la relación N:S de 10:1 (Church 1993). En el caso del biuret, este se elaboró a partir del calentamiento de la urea a una temperatura mayor a los 100°C, para lograr su correcta condensación (Fonnesbeck et al. 1975). La formulación de todos los suplementos se consideró el balance isoenergético; y los niveles de nitrógeno en los tratamientos MU, MB y MUB se realizaron conforme a una concentración equivalente al 9.2% de N. El tratamiento M no incluyó un balance isoproteico por la ausencia de fuentes NNP en su formulación como tratamiento control (tabla 1).

En el periodo de adaptación previo al experimento se realizó un suministro de los suplementos de 560 g/animal/día, conservando un nivel isoproteico del 4.6% de nitrógeno (N). Posteriormente, en la fase experimental la dosis de los

suplementos fue ajustada a la cantidad de 140 g/animal/día, por el aumento en la concentración al 9.2% de N.

Tabla 1. Composición suplementos alimenticios.

Suplemento	Melote ^a	Urea ^a	Biuret ^a	Azufre ^a
M	140	-	-	2
MUB	140	6 ¹	16.1 ¹	2
MB	140	-	23 ²	2
MU	140	20 ²	-	2

^a Unidades de formulación de materias primas en gramos/animal/día.

¹. Urea: 6 g = 2.76% N y Biuret: 16.1 g = 6.44% N (Urea 46% N y Biuret 40% N)

². Equivalencia de 9.2% de N

Pesajes

Los pesajes de las unidades experimentales se efectuaron en las instalaciones del corral de manejo, conservando una distancia prudente con el área de pastoreo asignada. Se diseñó un protocolo para la realización de actividades de medición de peso, el cual se incluyó la programación de tres pesajes en intervalos de 15 días durante la fase experimental, en el horario de las 9 a 11 a.m. y medición a través de báscula electrónica con autocalibración.

Análisis de Laboratorio

Los análisis de composición nutricional se realizaron en el Laboratorio de Nutrición de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá. Se tomaron muestras de los suplementos alimenticios, del forraje presente en el área de pastoreo (*Cenchrus clandestinum* Hoechst Ex Chiov.) y de los alimentos adicionales como el silo de maíz. Con base al procedimiento estándar AOAC (1996), se determinaron los porcentajes de Materia Seca (MS), Proteína Cruda (PC), Cenizas, Calcio (Ca), Potasio (K), Fosforo (P). Las pruebas de Fibra en Detergente Neutro (FDN) y Fibra en Detergente Acido (FDA), fueron determinadas con base al procedimiento Van Soest, Robertson y Lewis (1991), específicamente para las muestras de forraje y/o material vegetal.

Análisis Estadístico

Se realizó un diseño de bloques completamente al azar generalizado con covariable, explicado por el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + \rho_i + \tau_i + \beta(X_{ij} - X_{...}) + \varepsilon_{ij};$$

Dónde Y_{ij} = Variable respuesta (Peso final) en la j -ésima repetición del i -ésimo tratamiento, μ = Promedio global de peso final en corderos, ρ_i = Efecto de i -ésimo bloque (sexo), τ_i = Efecto del i -ésimo tratamiento, $\beta(X_{ij} - X_{...})$ = Factor de ajuste por peso inicial sobre el peso final y ε_{ij} = Error de la variable. La comparación de medias se determinó por la prueba de rango estudentizado de

Tukey (HSD). Los datos fueron analizados por el procedimiento GLM en el paquete estadístico de SAS edición University.

3. Resultados

Los resultados del análisis nutricional de los suplementos alimenticios con MB, MU y MUB registraron contenidos superiores de PC con respecto al suplemento M, notándose una disponibilidad superior de PC en aquellos suplementos con NNP dada la cantidad de fuentes de NNP empleada para su formulación. En tanto, el pasto kikuyo y el ensilaje de maíz obtuvieron valores moderados de PC, FDN y FDA, presentando una calidad nutricional sobresaliente para el perfil nutricional de los corderos utilizados en el experimento.

Tabla 2. Composición Nutricional de tratamientos experimentales, pasto kikuyo y ensilaje de maíz.

Materias Primas	MS (%)	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	Cenizas (%)	Ca (%)	K (%)	P (%)
M	53.1	7.9	-	-	6.4	0.81	0.42	-
MUB	70.5	85.6*	-	-	2.5	0.12	0.25	-
MB	72.1	73.6*	-	-	2.7	0.13	0.26	-
MU	74.0	70.9*	-	-	4.9	0.94	0.27	-
Silo de Maíz	19.1	7.9	61.1	40.0	11.2	0.05	1.81	0.17
Kikuyo	23.0	18.7	51.0	28.8	2.3	0.83	5.37	0.41

*Valores equivalentes en proteína en tratamiento con adición de fuentes de NNP.

Los resultados del análisis estadístico muestran que en ambos escenarios el efecto de los tratamientos no fue significativo ($P < 0.05$); mientras que en el caso de la covariable del peso inicial si fue significativo ($P < 0.05$), encontrándose una relación directa sobre la respuesta en el peso final de los corderos.

Adicionalmente, se observa que todos los tratamientos a excepción del MUB, presentaron una ligera pérdida de peso en el escenario RA, registrando mayores pérdidas de peso en los tratamientos MU y MB. Sin embargo, en el escenario AOA los tratamientos exhibieron tanto un aumento como una recuperación de peso (Tabla 3), debido a la inclusión de ensilaje de maíz en la dieta. Cabe destacar que los tratamientos MUB y M obtuvieron los mayores aumentos de peso siendo del orden del 7% sobre el peso inicial, en contraste con los tratamientos MB y MU cuya respuesta sólo se atribuye a una recuperación de peso. No obstante, se observa que la restricción de la oferta forrajera tuvo un efecto determinante sobre la respuesta animal, en donde ninguno de los suplementos fue lo suficientemente efectivo para contrarrestar el efecto negativo dadas las condiciones naturales del terreno donde se desarrolló el experimento.

Tabla 3. Medias de pesos finales (kg) por tratamiento en escenarios con y sin restricción alimenticia.

Tratamientos	Escenario de Restricción Alimenticia (RA)			Escenario de Ajuste de la Oferta Alimenticia (AOA)		
	Peso Inicial (kg)	Peso Final (kg)	Variación de Peso (%)	Peso Inicial (kg)	Peso Final (kg)	Variación de Peso (%)
MUB	26.5	26.5	+0.1%	26.5	28.6	+7.9%
M	25.1	25.1	-0.3%	25.1	27.1	+7.8%
MB	26.1	24.8	- 4.6%	24.8	26.0	+4.6%
MU	23.2	22.7	-2.0%	22.7	23.5	+3.4%
Tratamientos P<0.05		0.1677*			0.6229*	

*Probabilidad del peso inicial por ANCOVA $Pr>F = 0.001$ ($P<0.05$).

4. Discusión

La composición nutricional de los suplementos evaluados indica una mayor disponibilidad de PC en los tratamientos con NNP, pero es muy probable que se haya incurrido en una situación de subutilización de nitrógeno por la incapacidad de los microorganismos en su procesamiento, dadas las altas cantidades de PC (mayores al 70%), presentes en los tratamientos MUB, MB y MU. La retención de nitrógeno en los suplementos con NNP puede mejorar con un balance adecuado de las fuentes nitrogenadas, lo cual reduce la pérdida fecal y urinaria (Chicco et al. 1971), como también evita los efectos de intoxicación debidos a su exceso y elevados niveles circulación en sangre (Church 1993). A pesar de que los suplementos con NNP tuvieron altos niveles de PC, no se presentaron problemas de intoxicación o alteraciones digestivas asociadas, pero la formulación de NNP pudo haber presentado errores, dado el ajuste realizado para la obtención del biuret y la mezcla de las materias primas. Durante el desarrollo de la fase experimental, solo se produjo la muerte de un cordero asignado al tratamiento M, evento que fue asociado a un problema de timpanismo.

En cuanto a la composición nutricional del forraje, se observa que los resultados obtenidos se acercan mucho a los valores reportados en investigaciones anteriores, con valores cercanos del 15 al 27% de PC, 52 al 67% de FDN, y 28 al 33% de FDA (Correa et al. 2008). Los mismos autores informan que el pasto kikuyo aporta cantidades adicionales de proteína con respecto a las necesidades del animal en etapa productiva. Sin embargo, las limitaciones presentadas en la oferta forrajera tuvieron un efecto negativo sobre la respuesta productiva de los corderos, ya que la mayor limitación se presentó en cantidad más no en calidad nutricional.

Por su parte, diversos estudios realizados con el fin de observar los efectos de la SA con la inclusión de fuentes energéticas como el melote (Oviedo and Calero 2013; Pachón et al. 2005) y/o fuentes de NNP como urea (Carnevali et al. 1970; Hue et al. 2008) biuret (Cambell et al. 1963; Currier et al. 2004; Hatfield et al. 1959; Rush y Totusek 1976) y urea-biuret (Cambell et al. 1963;

Shultz et al. 1974) reportan que este tipo de suplementación no genera un efecto significativo sobre la ganancia de peso en rumiantes; coincidiendo con los resultados obtenidos en el presente estudio.

En el escenario RA los tratamientos MUB y M tuvieron una respuesta basada en sus requerimientos nutricionales de mantenimiento ya que no hubo una pérdida de peso, como si la hubo en los tratamientos MU y MB. De esta forma, se observa que tanto la restricción en cantidad y calidad de forraje, como la limitada disponibilidad nutricional de proteína y energía en la dieta, retrasan el desarrollo tisular en la fase de crecimiento de corderos, debido a que sus requerimientos se restringen a una función de mantenimiento (Kamalzadeh et al. 1997; Li et al. 2015). Asimismo, se debe considerar que la inclusión de fuentes energéticas y NNP, pueden influir negativamente en la ingesta y digestibilidad de los forrajes, resultado de un desequilibrio o falta de sincronía con los aportes de la pastura (Hersom 2008; Kamalzadeh, Koops, and van Bruchem 1997). Sin embargo, dadas las condiciones donde se desarrolló el experimento, es de notar que la severa restricción de la oferta forrajera presentada en el escenario RA, jugó un papel determinante en la respuesta productiva del animal, ya que la cantidad de forraje fue el principal limitante en la dieta, sin haber importado su calidad; y por ende restringió el efecto de la SA.

Por otro lado, en el escenario AOA los tratamientos exhibieron un aumento de peso, pero el tiempo de duración de este escenario (22 días) no fue apreciable para evaluar el efecto que tuvieron los suplementos en la respuesta productiva del animal. De acuerdo, a estudios anteriores se ha comprobado que en corderos con restricción alimenticia se requiere un periodo de tiempo mayor a 90 días para evidenciar una respuesta positiva sobre el peso (Li et al. 2015). Respecto a los resultados obtenidos por los tratamientos que solo tenían una fuente de NNP (MU y MB), varios autores han reportado resultados similares, donde simplemente se logró una recuperación de peso en la fase de crecimiento de rumiantes (Bond y Rumsey 1973; Löest et al. 2001; Shultz et al. 1971). Hersom, (2008) y Orskov (1988) advierten que las fuentes de NNP incrementan el consumo de alimento en rumiantes, pero no tienen la capacidad de mejorar radicalmente la digestibilidad potencial de los forrajes de baja calidad nutricional, como tampoco pueden convertirse en la solución definitiva para las diversas condiciones de pastoreo. Por lo tanto, es muy probable que la respuesta en cambio de peso en los tratamientos MU y MB, se asocie tanto a un problema de sincronización entre energía y proteína, como a la misma oferta limitada de forraje a la que fueron inicialmente expuestos los corderos.

Por su parte, los resultados de los tratamientos MUB y M en el escenario AOA muestran un aumento de peso del 7% sobre el peso inicial, proporción que resulta ser inferior para la combinación de NNP y contradictorio para el uso de fuentes energéticas sin aditivos. Algunos estudios indican un incremento de peso hasta del 48% sobre el peso inicial en ovinos de la raza West African, suplementados con una mezcla de urea-biuret en dietas deficientes en PC

(<5%) (Shultz et al. 1974). En contraste, el uso de suplementos energéticos como la melaza sin aditivos se han reportado respuestas reducidas en la ganancia de peso, indicando una deficiente estimulación en el complejo energía-proteína (Carnevali et al. 1970; Fannesbeck et al. 1975).

La efectividad de un suplemento en combinación urea-biuret depende del balance de energía y proteína presente en la dieta, ya que los microorganismos no poseen ningún mecanismo de reciclaje energético (Hersom 2008). Asimismo, varios autores evidencian que la combinación de NNP con diferentes tasas de degradación ruminal, produce una liberación más controlada de amonio e incentiva la actividad de síntesis de proteína microbiana, lo que explica su beneficio y respuesta productiva en el peso de los animales (Löest et al. 2001; McDonald et al. 2006; Shultz et al. 1974). Por otro lado, el uso de fuentes energéticas sin aditivos externos a la proteína de la fuente forrajera requiere la sincronización con la proteína degradable en rumen presente en las dietas a base de forraje, ya que su correcta sincronía promueve la actividad microbiana (Hersom 2008).

Los resultados del presente estudio sugieren que los suplementos alimenticios generados a partir de la clarificación del jugo de caña panelera como el melote no fueron la ayuda suficiente para contrarrestar el efecto negativo que generó la restricción de la oferta forrajera sobre el peso de los corderos. Así mismo tampoco se observó un efecto sobre la respuesta productiva del animal con la inclusión de fuentes de NNP. No obstante, se puede sostener un efecto positivo sobre las funciones de mantenimiento en el animal, ya que el melote probablemente puede presentar una degradación ruminal compatible tanto con la urea que es de rápida liberación, como con el biuret que presenta una degradación de 20 mg/100 ml de fluido ruminal por hora (Tiwari et al. 1973), e incluso el melote sin aditivos probablemente posee un potencial de utilización sobre pasturas con moderado nivel de PC, pero su efectividad depende de la cantidad de la oferta forrajera.

5. Conclusiones

Es posible usar suplementos alimenticios generados a partir de la clarificación del jugo de caña panelera como el melote con o sin adición de fuentes de NNP en corderos en etapa de crecimiento, pero su efecto como suplemento alimenticio depende en gran medida de las condiciones de disponibilidad forrajera, ya que en el presente estudio la mayor limitante se presentó en cantidad y no en calidad nutricional del forraje.

Para futuras investigaciones se considera interesante la aplicación de pruebas metabólicas del melote, la utilización de una evaluación de consumo y el uso de un mayor número de animales con diferentes estadios fisiológicos; cuyos alcances pueden ayudar a identificar el potencial que tienen los subproductos agroindustriales como fuentes de suplementación en la alimentación animal.

Agradecimientos

Se agradece a la Universidad Nacional de Colombia Sede – Bogotá quien fue el ente de patrocinio a través del Programa Nacional de Semillero de Investigación, creación, e innovación para el desarrollo de las actividades de este estudio. Al Centro de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Extensión Ovino (CIDTEO) y al Centro Agropecuario Marengo de la Universidad Nacional de Colombia Sede – Bogotá, por el apoyo y disposición brindado por el equipo de trabajo, como por el préstamo de instalaciones y unidades experimentales. Al Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá por realizar los análisis de laboratorio a los tratamientos y materias primas del experimento. A colegas Zootecnistas y colaboradores que hicieron que este trabajo pudiera realizarse y plasmarse en el campo de la investigación científica.

Referencias

- AOAC. 1996. Association of Oficial Analytical Chemists *Official Methods of Analysis*. 16th ed. ed. Gaithersburg. USA.
- Bond, James, and Theron Rumsey. 1973. "Liquid Molasses-Urea or Biuret (NPN) Feed Supplements for Beef Cattle: Wintering Performance, Ruminant Differences and Feeding Patterns." *Journal of Animal Science* 37(2): 593–98. www.animalsciencepublications.org. 08-07-2016.
- Cambell, T, K Loosli, R G Warner, and I Tasaki. 1963. "Utilitation of Biuret by Ruminants." *Journal of Animal Science* 22(1): 139–45. www.animalsciencepublications.org. 04-07-2016.
- Carnevali, A. A., T.A. Shultz, Elena Shultz, and C.F. Chicco. 1970. "Suplementación Del Heno de Pobre Calidad Con Melaza Y Urea." *Agronomía Tropical* 20(5): 271–74. 04-07-2016.
- Chicco, C. F. et al. 1971. "Biuret and Urea in Supplements for Bovines Fed Green Chop Elephant Grass." *Journal of animal science* 33(1): 133–36. www.animalsciencepublications.org. 04-07-2016.
- Church, D.C. 1993. *El Rumiante: Fisiología Digestiva Y Nutrición*. 1ra ed. ed. Acribia. Zaragoza (España): Acribia.
- CORPOICA, and CAR. 2008. *Estudio Técnico Para La Propuesta de Declaratoria Como Área Protegida Del Predio Tibaitatá*. Colombia. www.corpoica.co.08-07-2016.
- Correa, H.J, M. L Pabón, and J.E Carulla. 2008. "Valor Nutricional Del Pasto Kikuyo (Pennisetum Clandestinum Hoechst Ex Chiov.) Para La Producción de Leche En Colombia (Una Revisión): I- Composición Química Y Digestibilidad Ruminal Y Posruminal." *Livestock Research for Rural*

Development 20(4). www.researchgate.net. 04-07-2016.

Currier, T. A., D. W. Bohnert, S. J. Falck, and S. J. Bartle. 2004. "Daily and Alternate Day Supplementation of Urea or Biuret to Ruminants Consuming Low-Quality Forage: I. Effects on Cow Performance and the Efficiency of Nitrogen Use in Wethers." *Journal of Animal Science* 82(5): 1508–17. www.ncbi.nlm.nih.gov. 04-07-2016.

DANE. 2015. *Encuesta Nacional Agropecuaria - Anexos 2015*. Bogotá. <http://www.dane.gov.co/>. 08-07-2016.

Fonnesbeck, Paul V., Leonard C. Kearl, and Lorin E. Harris. 1975. "Feed Grade Biuret as a Protein Replacement for Ruminants." *Journal of Animal Science* 40(6): 1150–84. www.animalsciencepublications.org. 27-03-2016.

García, Hugo, Adriana Toscana, Natalia Santana, and Orlando Insuasty. 2007. *Guía Tecnológica Para El Manejo Integral Del Sistema Productivo de Caña Panelera*. 1ra ed. ed. Produmedios. Colombia: Corpoica. <http://www.panelamonitor.org/>. 27-03-2016.

Hatfield, E..E, U S Garrigus, R M Forbes, and A L Neumann. 1959. "Biuret - A Source of NPN for Ruminants." *Journal of animal science* 18: 1208–19. [/www.animalsciencepublications.org](http://www.animalsciencepublications.org). 03-07-2016.

Hernandez, Rocio. 2013. "Conversión de La Cachaza Azucarera En Coproductos de Valor Agregados Para La Alimentación de Ganado Bovino En El Marco de Un Desarrollo Sustentable [Tesis Maestría]." Instituto Politécnico Nacional.

Hersom, M. J. 2008. "Opportunities to Enhance Performance and Efficiency through Nutrient Synchrony in Forage-Fed Ruminants." *Journal of animal science* 86(14): 306–17. [/www.animalsciencepublications.org](http://www.animalsciencepublications.org). 08-07-2016.

Hue, Khuc Thi, Do Thi Thanh Van, and Inger Ledin. 2008. "Effect of Supplementing Urea Treated Rice Straw and Molasses with Different Forage Species on the Performance of Lambs." *Small Ruminant Research* 78(1–3): 134–43. www.sciencedirect.com. 03-07-2016.

Kamalzadeh, A, W.J Koops, and J van Bruchem. 1997. "Feed Quality Restriction and Compensatory Growth in Growing Sheep: Modelling Changes in Body Dimensions." *Livestock Production Science* 52(1): 209–17. <http://www.sciencedirect.com/>. 08-07-2016.

Li, D. B. et al. 2015. "Effects of Nutrient Restriction Followed by Realimentation on Growth, Visceral Organ Mass, Cellularity, and Jejunal Morphology in Lambs." *Livestock Science* 173: 24–31. www.elsevier.com/locate/livsci. 08-07-2016.

- Löest, C. A. et al. 2001. "Urea and Biuret as Nonprotein Nitrogen Sources in Cooked Molasses Blocks for Steers Fed Prairie Hay." *Animal Feed Science and Technology* 94(3-4): 115-26. www.elsevier.com/locate/anifeedsci. 27-03-2016.
- Loosli, J.K., and I.W. McDonald. 1969. *El Nitrógeno No Proteico En La Nutrición de Los Rumiantes*. ed. FAO. Italia, Roma.
- McDonald, P, RA Edwards, JFD Greenhalgh, and CA Morgan. 2006. "Proteínas, Ácidos Nucleicos Y Otros Compuestos Nitrogenados." In *Nutrición Animal*, ed. Acribia. España: Acribia, 47-61.
- Orskov, E.R. 1988. *Nutrición Proteica de Los Rumiantes*. 1st ed. ed. Acribia. España.
- Ortiz, Carlos Alberto et al. 2011. "Extracción Y Secado de Floculantes Naturales Usados En La Clarificación de Jugos de Caña." *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 9(2): 32-40. <http://www.scielo.org.co/scielo>. 08-07-2016.
- Osorio, Cadavid; Guillermo. 2007. *Buenas Prácticas Agrícolas -BPA- Y Buenas Prácticas de Manufactura -BPM- En La Producción de Caña Y Panela*. 1st ed. ed. FAO. Colombia. <ftp://ftp.fao.org/>. 27-03-2016.
- Oviedo, Ricardo, and David Calero. 2013. "Efecto de La Suplementación Con Pollinaza Y Melote En Una Población Bovina Multirracial Bajo Un Sistema de Pastoreo Rotacional [Resumen]." *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 26(Suppl 1): 2013. files.inamevez3.webnode.es. 04-07-2016.
- Pachón, F, G Tovar, N Urbina, and N Martínez. 2005. "Uso de Subproductos de Caña Panelera Como Suplemento Alimenticio Para Ganado Bovino Y Para Evitar La Contaminación Ambiental." *Revista de la Facultad de Medicina y de Zootecnia* 52(1): 79-92. www.redalyc.org. 27-03-2016.
- Rush, Ivan, and Robert Totusek. 1976. "Supplemental Value of Feed Grade Biuret and Urea-Molasses for Cows on Dry Winter Grass." *Journal of Animal Science* 42(2): 497-505. [/www.animalsciencepublications.org](http://www.animalsciencepublications.org). 27-03-2016.
- Sarria, P., A. Solano, and T. Preston. 1990. "Utilización de Jugo de Caña Y Cachaza Panelera En La Alimentación de Cerdos." *Livestock Research for Rural Development* 2(18). <http://www.lrrd.org/lrrd2/2/sarria.htm>. 08-07-2016.
- Shultz, Elena, C.F. Chicco, L.E. Cañas, and T.A. Shultz. 1974. "Urea, Biuret Y Su Combinación Como Suplementos de Nitrógeno Para Ovinos." *Agronomía Tropical* 24: 493-504.

- Shultz, Elena, C.F. Chicco, T.A. Shultz, and S.T. Garbati. 1974. "Urea, Biuret Y Su Combinación Como Suplementos de Nitrógeno Para Bovinos." *Agronomía Tropical* 24: 149–58.
- Shultz, Elena, T.A. Shultz, and A. A. Carnevali. 1971. "Suplementación Con Urea-Melaza Y Pulitura de Arroz En Bovinos Alimentados Con Pastos de Pobre Calidad." *Agronomía Tropical* 21: 195–204.
- Van Soest, P.J., J.B. Robertson, and B.A. Lewis. 1991. "Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber and Non-Starch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition." *Journal Dairy Science* 74: 3583–97.
- Tiwari, A.D., F.N. Owens, and U.S. Garrigus. 1973. "Metabolism of Biuret by Ruminants: In Vivo and In Vitro Studies and the Role of Protozoa in Biuretolytic." *Journal of animal science* 37(6): 1396–1402. www.animalsciencepublications.org.08-07-2016.