

## **UTILIZACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN MEZCLAS INTEGRALES FRESCAS PARA LA ALIMENTACIÓN DE CORDEROS**

### **USE OF SUGAR CANE IN FRESH INTEGRAL MIXTURES FOR LAMBS FEEDING**

*Delfín Gutiérrez<sup>1\*</sup>, Yisel Gutiérrez Guerra<sup>2</sup>, Pedro Ángel González<sup>3</sup>, Arabel Elías<sup>1</sup>,  
Roberto García<sup>1</sup>, René Stuart<sup>1</sup> y Lucia Sarduy<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Instituto de Ciencia Animal

<sup>2</sup> Universidad de la Isla de Juventud

<sup>3</sup> Empresa para la protección de Flora y la Fauna, provincia Holguín, Cuba

Recibido: Febrero 28, 2014; Revisado: Mayo 13, 2014; Aceptado: Julio 4, 2014

#### **RESUMEN**

Evaluar durante 60 días el efecto de diferentes proporciones de sustitución de *Pennisetum purpureum* por caña de azúcar, más gallinaza en mezclas integrales frescas, en lo concerniente al consumo voluntario, parámetros productivos y económicos en corderos durante la etapa de crecimiento-engorde, constituyó el objetivo de este trabajo. Animales de la raza Pelibuey, con cuatro meses de edad y peso vivo promedio de 18,96 ± 2,14 kg PV. Un total de 48 corderos machos enteros, distribuidos aleatoriamente en cuatro grupos, organizados en cuatro tratamientos y alimentados con diferentes niveles de inclusión de la caña de azúcar (CÑ20, CÑ40, CÑ60, CÑ80%) en mezcla integral fresca con forraje de *Pennisetum purpureum*. Al momento de ofertar la mezcla integral, se suministró gallinaza a razón de 5 g kg PV<sup>-1</sup>, más sales minerales y agua a voluntad. Los resultados muestran que son los niveles CÑ20 y CÑ40% donde se alcanzó mayor índice de consumo de materia seca (3,62 vs 3,32 % peso vivo). Sin embargo, el efecto cuadrático de la regresión del consumo de materia seca confirma, el 40 % como valor máximo de participación de la caña de azúcar en la mezcla, y es donde se logra la mejor respuesta integral, en términos de consumo voluntario, parámetros productivos y rentabilidad económica.

**Palabras clave:** mezcla integral, engorde, Pelibuey

Copyright © 2014. Este es un artículo de acceso abierto, lo que permite su uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada.

\* Autor para la correspondencia: Delfín Gutiérrez, Email: [delfin@ica.co.cu](mailto:delfin@ica.co.cu)

## **ABSTRACT**

The objective of the study was to assess the effect of different proportions of substitution of *Pennisetum purpureum* by sugarcane for 60 days, plus poultry litter in fresh integral mixtures, in respect to the voluntary intake and productive and economical parameters of lambs during the growth-fattening stage. Animals of the Pelibuey breed, with four months old and average live weight of  $18.96 \pm 2.14$  kg LW, were used. A total of 48 non castrated male lambs, randomly distributed in four groups were organized in four treatments and fed with different inclusion levels of sugarcane (CÑ20, CÑ40, CÑ60, CÑ80%) in fresh integral mixture with *Pennisetum purpureum* forage. When including the integral mixture to all the animals, the poultry litter was provided at a rate of 5 g kg LW<sup>-1</sup>, plus mineral salts and water *ad libitum*. Results show that the CÑ20 and CÑ40% levels reached the highest index of dry matter intake (3.62 vs. 3.32 % liveweight). However, the square effect of the regression of DM intake confirms the 40 % as maximum value of sugar cane presence in the mixture, and it is where the best integral response is achieved, in terms of voluntary intake, productive parameters and economical profitability.

**Key words:** integral mixture, fattening, Pelibuey

## **1. INTRODUCCIÓN**

La necesidad de aumentar la producción de alimento en Cuba continúa siendo una preocupación para las autoridades gubernamentales y el estado, al respecto es el sector agropecuario el que tiene la máxima prioridad en la participación de la solución. Situación que en materia de alimentación animal, para revertirla exige la necesidad de aprovechar de forma más extensa y con mayor eficiencia el uso de los recursos locales. Una solución pudiera ser el empleo de mezclas integrales, practica en que sus efecto benéfico están dados por el aumento y consumo regulado del alimento, mejor aprovechamiento de los nutrientes totales de la ración, estabilización de los parámetros del ecosistema ruminal, y como resultado, elevación de los parámetros productivos (Plaza et al., 2009 y Gutiérrez, 2010).

En Cuba, el ovino, en los último cinco años mantiene un ritmo de crecimiento anual del 5% (CENCOP, 2013), y con bajos costos económico relativos de crianza y alimentación, con respecto a otras especies de rumiantes que participan en el balance nacional. Su alimentación básica lo constituye el pastoreo, con predominio del genero gramíneas, en generalidad de baja calidad nutricional, elemento que limita la capacidad productiva de los animales (Fonseca, 2003 y Hernández, 2013). Por ello, la búsqueda de alternativas y fuentes de alimentación que favorezcan el mayor aporte de nutrientes, justificaría muchas de estas explotaciones. Una solución pudiera ser la utilización de mezclas integrales con la inclusión de la caña de azúcar en sustitución del *Pennisetum purpureum* y el uso de la gallinaza como fuente de NNP y complemento mineral, de los sistemas de alimentación en condiciones de estabulación.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Localización

El trabajo se desarrolló en la Granja Magayal perteneciente a la Empresa para la protección de Flora y la Fauna, provincia Holguín, durante el periodo comprendió entre Mayo- Julio 2012. Región que se distinguen por dos periodos estacionales bien definidos, periodo poco lluvioso (nov.- abril) y lluvioso (mayo.- octubre), con valores medios de precipitación estacional de 300- 1100 mm, con temperatura media de 25,7 °C, (21- 31,8 °C) y humedad relativa de 79 %.

### 2.2 Procedimiento experimental

Mediante un diseño completamente al azar (DCA), se utilizaron un total de 48 corderos, distribuidos aleatoriamente en cuatro grupos, animales de la raza Pelibuey, con cuatro meses de edad (destete) y peso vivo promedio de  $18,96 \pm 2,14$  kg PV ( $9,06 \pm 0,78$  kg PV<sup>0,75</sup>). El sistema de engorde se desarrollo en confinamiento, sobre tarima, animales alojados en corrales (2,50 m<sup>2</sup>) de forma individual. Los tratamientos consistieron en cuatro niveles creciente (CÑ20, CÑ40, CÑ60, CÑ80%) de sustitución del *Pennisetum purpureum* (clon CT-169), por caña de azúcar (*Sacharum officinarum*, cv 86-503) en la mezcla integral fresca; plantas con 37 y 210 días de edad respectivamente (tabla 1). Al momento del suministro de la mezcla integral, y en la totalidad de los tratamientos, se incluyó gallinaza, a razón de 5 g kg PV<sup>-1</sup>, más sales minerales y agua a libre voluntad.

**Tabla 1.** Composición de las materias primas utilizadas en la elaboración de la mezcla integral

<i>Alimentos</i>	<i>% MS</i>	<i>%PB</i>	<i>%FDN</i>	<i>EM (Mcal)</i>
<i>Pennisetum purpureum</i>	25,90	7,0	74,4	2,00
<i>Caña de Azúcar</i>	35,00	3,4	84,6	2,06
<i>Gallinaza</i>	80,23	21,2	33,0	1,10

*MS= materia seca, PB= proteína bruta, FDN= fibra en detergente neutro, EM=energía metabolizable*

A manera de garantizar la selección por los animales y un nivel de rechazo el próximo día, se ofertó la mezcla integral un 15% por encima de los requerimientos. La frecuencia de distribución a partes iguales fue dos veces al día (8:30 -17:30 horas), con remoción del material ofertado en comedero en tres ocasiones durante las horas diurnas. La duración total del experimento fue de 60 días, distribuida en cuatro periodos de 15 días (10 y 5 días adaptación a la experimental y medición respectivamente).

Según metodologías específicas (AOAC, 1995; Goering y Van Soest, 1970) se realizó análisis químico proximal a los diferentes alimentos y mezcla integral, en los laboratorios de servicios del Instituto de Ciencia Animal (LASEICA). Mientras que para el análisis económico se utilizó la metodología de presupuestos parciales propuesta por Reyes et al., (1998), tomando como variable de medición la conversión alimentaria.

### 2.3 Análisis estadístico

A los resultados se le realizó análisis de varianza (ANOVA) y en caso necesario se aplicó prueba de Duncan (1955) para determinar diferencia entre medias, mientras que para probar interacción entre tratamiento y actividad, se realizó análisis de tablas de

contingencia. Para los estudios de conducta la metodología propuesta por Petit (1972). La totalidad de los datos fueron evaluados mediante el paquete estadístico INFOSTAT (Balzarini et al., 2001), y para la conducta el paquete estadístico ComparPro v-1, (Font et al., 2007).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio se observó que el consumo de materia seca (CMS) a la vez que difiere ( $P < 0,001$ ), son los niveles de 20 y 40 % se sustitución del *Pennisetum purpureum* por caña de azúcar los que alcanzan valores más altos. (tabla 2). Las diferencias encontradas pudieron estar determinadas porque los ovinos al igual que las cabras, en contraste con los bovinos desarrollan la habilidad de selección, tomando siempre del alimento las partes más tiernas y con mayor contenido de proteína, seguido el material fibroso y muerto (Vargas, 1993), como puede ver ocurrido en este experimento con el incremento de los niveles de caña de azúcar en la mezcla, en consecuencia con la naturaleza de la planta, como factores inherentes a los forrajes, así como a la disminución de la dilución de la gallinaza en la ración como otro ingrediente y que pudieron ver afectado la palatabilidad (Méndez et al., 2004), a pesar de mantener la disponibilidad de alimento en comedero.

**Tabla 2.** Valores medios para el consumo de materia seca (CMS), consumo de fibra en detergente neutro (CFDN), nutrientes (EM), y gallinaza

Indicador	Proporción				±EE Sign.
	Caña de azúcar : <i>Pennisetum purpureum</i>				
	20:80	40:60	60:40	80:20	
CMS, kg día	0,690 <sup>b</sup>	0,670 <sup>b</sup>	0,600 <sup>a</sup>	0,590 <sup>a</sup>	0,01***
CMS, g kg PV <sup>0,75</sup>	75,42 <sup>c</sup>	70,25 <sup>bc</sup>	63,52 <sup>a</sup>	61,55 <sup>ab</sup>	0,44*
Índice consumo MS, % PV	3,62 <sup>c</sup>	3,32 <sup>b</sup>	3,00 <sup>a</sup>	2,90 <sup>a</sup>	0,06***
CFDN, % PV	2,63 <sup>c</sup>	2,42 <sup>b</sup>	2,23 <sup>a</sup>	2,20 <sup>a</sup>	0,05***
CEM, Mcal	1,24 <sup>b</sup>	1,19 <sup>b</sup>	1,07 <sup>a</sup>	1,05 <sup>a</sup>	0,02***
CMS caña, kg día	0,180 <sup>a</sup>	0,240 <sup>b</sup>	0,310 <sup>c</sup>	0,400 <sup>d</sup>	0,01***
CEM caña, Mcal	0,34 <sup>a</sup>	0,45 <sup>b</sup>	0,60 <sup>c</sup>	0,77 <sup>d</sup>	0,02***
Índice consumo MS caña %PV	0,93 <sup>a</sup>	1,17 <sup>b</sup>	1,56 <sup>c</sup>	1,99 <sup>d</sup>	0,05**
CMS caña, gPV <sup>0,75</sup>	19,46 <sup>a</sup>	24,78 <sup>b</sup>	33,00 <sup>c</sup>	42,23 <sup>d</sup>	1,11***
Consumo gallinaza, g día	200,00 <sup>d</sup>	180,00 <sup>b</sup>	190,00 <sup>c</sup>	160,00 <sup>a</sup>	0,01***
Nitróg. Gallinaza/Nitrog.Total, %	31,17 <sup>a</sup>	34,98 <sup>b</sup>	40,80 <sup>c</sup>	45,44 <sup>d</sup>	0,66***
Relación FDN:NT	58,84 <sup>a</sup>	60,73 <sup>a</sup>	65,41 <sup>b</sup>	72,21 <sup>c</sup>	0,98***

\* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$ ; \*\*\* $P < 0,001$ , diferencias significativa para Duncan  $P < 0,05$ , ±EE error estándar

Sin embargo, a pesar de diferir ( $P < 0,001$ ), con excepción del nivel de 80% de inclusión de caña de azúcar en la mezcla, en su generalidad tanto el consumo total de MS como de FDN los valores alcanzados resultan semejantes y en otro de los casos superiores a lo reportado por Combellas et al., (1999) de 3,3 % PV; pero superiores a los logrados por

Borroto et al., (1991) de 2,40% PV en ovinos Pelibuey alimentados con forraje de la hierba que crece en las plantaciones de cítricos, residuos de la poda de naranja Valencia y suplementados con 100 g de harina de girasol y miel final. Así como, los alcanzados por Hernández (2013), de 2,24% PV, con coderos de la propia raza Pelibuey, en etapa de crecimiento-engorde, en sistema silvopastoril, con niveles de FDN de 72,13%. De forma general el consumo voluntario se puede considerar alto si se compara con el que realizan los ovinos en el trópico y animales alimentados con alimentos tradicionales (pastos y forrajes, residuos de baja calidad).

Los resultados de este trabajo también atribuyen que el consumo de fibra parece determinar en el consumo MS en la totalidad de los tratamientos (CMS = -0,0142703 + 1,3863 CFDN;  $R^2=96,83$ ;  $\pm EE=0,01$ ;  $P<0,001$ ), en particular el aumento logrado en los niveles de 20 % ( $Y = 0,0282398 + 1,32391CFDN$ ;  $R^2=99,93$ ;  $\pm EE=0,01$ ;  $P<0,001$ ), y 40% (CMS TOTAL = 0,0488671 + 1,26903CFDN;  $R^2=99,65$ ;  $\pm EE=0,01$ ;  $P<0,001$ ) de sustitución del *Pennisetum purpureum* por caña de azúcar respectivamente, como tratamientos de mayor consumo, efecto similar fue enunciado por Ruiz y Ayala (1987). Según Mertens (1994), determinada proporción de FDN consumida en la dieta, podría garantizar una fermentación ruminal adecuada que proporcione un aporte significativo de proteína u otros nutrientes de origen microbiano que favorezca la ingestión voluntaria de alimento.

Del mismo modo los valores de consumos de materia seca expresado en gramos por unidad de tamaño metabólico, resultan semejantes a los reportado por Ruiz et al., (2005), de 71 g MS kg PV<sup>0,75</sup>, como valor máximo potencial de consumo en un forraje del área tropical para ovinos adultos, pero con menor consumo de MS de caña de azúcar, según lo enunciado por Fundora et al., (1993) y Stuart y Fundora (1994), con valores de 58, 60 y 71,6 g kg PV<sup>0,75</sup>, respectivamente. Consumos que a juzgar por estos autores los alcanzados en este estudio son comparados con pastos tropicales de madurez moderada. Este nivel de respuesta también se puede comparar con los trabajos en carneros logrados por Geerken et al., (1994) en un sistema de alimentación que incluyó el suministro de forraje fresco pasto estrella (0,7% PV) y un nivel de suplementación con sacharina en la mezcla (10g kg PV<sup>-1</sup>), y donde el consumo total de materia seca y sacharina fue de 72 y 46,3 g kg PV<sup>0,75</sup> respectivamente.

También se aprecia una disminución lineal del consumo MS con la sustitución del nivel de caña de azúcar en la mezcla (CMS TOTAL = 0,734875 - 0,00196667X;  $r = -0,65$ ;  $R^2=43,12$ ;  $\pm EE=0,05$ ;  $P<0,001$ ). Así como, un incremento de la capacidad de ingestión como consecuencia del mayor desarrollo del tracto digestivo, según muestran los resultados de la regresión alta y positiva que se establece entre la capacidad de ingestión y peso vivo ( $Y = 0,37063 + 0,0148768 PV$ ;  $r = 0,87$ ;  $R^2=77,05$ ;  $\pm EE=0,08$ ;  $P<0,001$ )

Consumos de materia seca de caña de azúcar que no parecen estar influenciado por las diferencias ( $P<0,05$ ) en la ingestión de gallinaza, como consecuencia de la variación acumulada del peso vivo por tratamiento, valores medio que fluctuaron entre 160 y 200 g anin.<sup>-1</sup>, y donde la respuesta de la regresión confirma la baja variabilidad ( $Y = 0,1217 + 0,00408Gallinaza$ ;  $R^2=5,43$ ;  $\pm EE=0,09$ ). Consumo de gallinaza que se corresponde con 5 g kg PV, y que según Merck (1993), no comprometen la salud de los ovinos. Aportes de nitrógeno que represento aproximadamente el 38,10±5,95 % del total consumido. Aunque este efecto de la fuente de NNP empleada no necesariamente tenga

que estar representado en la misma magnitud en el comportamiento del animal, nitrógeno también puede estimular el aumento de la digestibilidad de la fibra y tener un efecto directo en la producción y síntesis de proteína ruminal, como pude ver ocurrido en este experimento y que se corrobora con lo planteado por Muñoz et al., (1986) y González, et. al., (1989), al utilizar un suplemento nitrógeno activador (SNA) y Martín y Brito (1996) quienes refieren que sus mayores resultados estuvieron determinados por el incremento de la actividad de la microflora ruminal y con ello beneficios en la digestión de la fibra.

No obstante en el presente estudio, el comportamiento cuadrático de la regresión para el índice de consumo de la caña azúcar ( $Y=0,136881 + 0,00165774X + 0,0000206845X^2$ ;  $R^2=75,15$ ;  $\pm EE=1,47$ ;  $P<0,001$ ), confirma que el valor máximo de consumo ocurre cuando se sustituye el 40,04% de *Pennisetum purpureum* por caña de azúcar, valor correspondiente a un índice de consumo 1,17 % PV. Índice que resulta inferior alrededor del 2% de lo reportado por Muñoz, et al., (1988) y Molina y Elías (1990), y Rodríguez (2009) de 1,26% en trabajos realizado durante el engorde de machos bovinos, con una dieta basal de caña de azúcar (73%+10% miel urea-2%+17% concentrado comercial); aunque también superiores a los plateados por el propio autor, cuando sustituyó en la dieta basal de caña de azúcar, niveles del forraje *Pennisetum purpureum* (50 y 61,5% cv CT-115+ 10% miel urea-2%+17% concentrado comercial), de 0,96 y 1,01 % PV y dentro del rango de lo enunciado por Alonso y Senra (1992) en vacas lecheras de 1,1 -2,2 kg MS/100 kg PV.

Resultados que confirman lo planteado por Martín (2004) de que el incremento en los niveles de inclusión de la caña de azúcar en la dieta, experimenta una disminución en el consumo de la misma. Dada la restricción por las propias características nutritivas del material como: bajo contenido de proteína, alta proporción de carbohidratos estructurales y déficit y desbalance de minerales; aunque su elevada acumulación de carbohidratos solubles en forma de azúcares la convierten en un medio apropiado para el uso de altas proporciones de NNP (Molina y Elías, 1990).

El efecto estimulante de la caña de azúcar en el consumo total de alimento cuando se incorporó el 40% caña azúcar en la mezcla integral, sugiere que niveles del  $24,78 \pm 2,37$  g kg PV<sup>0,75</sup>, como óptimo, superiores a este pudieran influir en: una lenta tasa de degradación de la fibra y por consecuencia, reducida velocidad de tránsito y vaciado del tracto digestivo, y donde la ingestión de azúcar pudiera ser demasiado elevada, que provocaría una reducción de la actividad de las enzimas, consecuentemente con una reducción del consumo total de fibra y materia seca, factores que confirman la desventaja de utilizar la caña de azúcar en niveles muy alto o como único alimento voluminoso (Elías, 1983 y González, 1995).

Al mismo tiempo se pudiera platear que la inclusión del forraje verde *Pennisetum purpureum* a nivel del 60% ( $36,99 \pm 3,15$  g kg PV<sup>0,75</sup>) en la ración con caña de azúcar, pudo tener efectos positivos en la velocidad de recambio de la fracción sólida del contenido ruminal, como consecuencia de una mejor estructura de la propia fracción, a diferencia de lo que ocurre en una ración básica con caña de azúcar como único alimento voluminoso por la propia rigidez de la fibra (González y Valeria, 1994). Al respecto sería importante enunciar lo planteado por numerosos autores (Aranda, 2000; Palma y Rodríguez, 2001; Palma, 2002), cuando enfatizan tener presente la relación

azúcar –fibra, en los consumos de materia seca de la caña de azúcar, situación que en este trabajo pudo ser resuelta cuando se incluyó en la mezcla esta proporción forraje *Pennisetum purpureum*, como forma de reducir la ingestión de carbohidratos solubles y por consiguiente incrementar el consumo de materia seca total.

### 3.1 Parámetros productivos

Como se aprecia en la tabla 3, aun no difiriendo estadísticamente el peso inicial y final, la variación de peso acumulado y ganancia media diaria, alcanzan la diferencia ( $P < 0,05$ ), valores que estuvieron determinados por el incremento el consumo de materia seca, y de energía como aporte vital para lograr una mejor utilización del nitrógeno disponible como muestran los resultados de la regresión ( $CMS\ TOTAL = 0,00226886 + 0,372176CTEM + 0,0172613NT$ ;  $R^2=99,98$ ;  $\pm EE= 0,01$ ;  $P < 0,001$ ) en el propio tratamiento del CN40% de inclusión de la caña de azúcar. Respuesta similar referida a la utilización de estos nutrientes y la mejora en el comportamiento del desempeño productivo de los animales, fue enunciada por Hungate (1966). Un aumento en el consumo total de energía y utilización de la proteína, como se alcanzó en este propio tratamiento ( $CTEM\ PV^{0,75} = -0,067806 + 0,0410201g\ PB\ kgPV^{0,75}$ ;  $R^2=98,24$ .;  $\pm EE= 0,02$ ;  $P < 0,001$ ) aunque no se estudió, propicia el establecimiento de un ecosistema ruminal que optimice el crecimiento y actividad enzimática bacteriana, que posibilita maximizar la digestibilidad de la fibra (Leng y Preston, 1988).

**Tabla 3.** Valores medios para el peso inicial (PI), final (PF), ganancia diaria de peso (GMD), conversión alimentaria (CA) en función del nivel de sustitución del *Pennisetum purpureum* por caña azúcar

Variable	Proporción				
	Caña de azúcar : <i>Pennisetum purpureum</i>				
	20:80	40:60	60:40	80:20	$\pm EE$ Sing.
<i>Peso vivo, kg</i>					
- Inicial	15,92	16,44	16,53	16,54	0,42
- Final	22,43	23,80	23,38	23,26	0,43
- Variación peso, kg	6,51 <sup>a</sup>	7,36 <sup>c</sup>	6,85 <sup>b</sup>	6,73 <sup>b</sup>	0,01*
- GMD, g día <sup>-1</sup>	108,44 <sup>a</sup>	122,60 <sup>c</sup>	114,14 <sup>b</sup>	112,57 <sup>b</sup>	0,17*
- CA, Cons., kg MS / kg GMD	6,46 <sup>b</sup>	5,53 <sup>ab</sup>	5,36 <sup>a</sup>	5,45 <sup>ab</sup>	0,34*

\* $P < 0,05$ , diferencia significativa para Duncan  $P < 0,05$ ,  $\pm EE$  error estándar

Los valores alcanzados de 122 g día<sup>-1</sup> de ganancia media diaria son similares a los reportados por Perera y Albuernez (1993), de 120 g día<sup>-1</sup>, con la propia raza Pelibuey, animales alimentados con miel final 3% de urea *ad limitum*, forraje verde restringido (7% PV) y 150g día<sup>-1</sup> de harina de girasol. Pero superiores a los alcanzado por Pedraza et al., (1995) de 96 g día<sup>-1</sup> en cordero estabulados con 14,2 kg de peso vivo y 120 días

de edad al inicio de la experiencia, alimentados con un suplemento elaborado a partir de derivados de la caña de azúcar, con énfasis en la mezcla entre un 40 y 55% de sacarina seca (tallo de caña de azúcar finamente troceado y auto fermentado en unión de urea y sal mineral, según Elías y Lezcano (1990)). El propio Pedraza (2000) reporta valores  $103 \text{ g día}^{-1}$  en corderos confinados con dietas a base de bagazo de caña fermentado, salvado de arroz y pollinaza.

De igual modo superiores a los  $36 \text{ g día}^{-1}$  reportados por Landaeta et al., (2004), con bagazo de caña, salvado de arroz y pollinaza; así como lo alcanzado por Castillo et al., (2004) de  $60$  y  $82 \text{ g día}^{-1}$ , con dietas de caña entera sola y de caña más subproductos de cervecería.

Los resultados de eficiencia alimenticia expresadas en el término de la conversión (kg MS / kg GMD), evidencian que los valores medios están entre 5,36-6,46:1, siendo los niveles de 40, 60 y 80 % de inclusión caña de azúcar en la mezcla, más bajos ( $P < 0,05$ ) que el testigo. Valores de eficiencia mejores que los logrados por Pedraza et al., (1995) de 10,9 -13,6 kg y los obtenidos por Marshall (1989) exclusivamente con corderos Pelibuey, alimentados con heno *ad libitum* y 300 – 750 g de un suplemento integrado por gallinaza, miel final, harina de soya y correctores minerales. Así como, lo reportado por Aguirre et al., (2010) de 13,54, 11,57 y 12,68 kg en sistema de alimentación con caña de azúcar y productos transformados de la propia industria. Aunque en la especie vacuno especie de rumiantes lo alcanzado supera la eficiencia lograda por Rodríguez (2009) en bovinos de 10,19-10,86, cuando los animales consumieron caña de azúcar y se sustituyó (50 y 61,5%) por forraje de *Pennisetum purpureum* en la mezcla, como dieta basal.

Pero a la vez, similares a los logrados por Cuarón y Shimada (1981) de 5,8; 6,5 y 6,4 kg alcanzado en tratamientos con caña integral sin quemar, molida y ensilada; de caña integral sin quemar, molida con aditivo y fermentada; y de caña integral quemada, molida con aditivo y fermentada, respectivamente; al igual que los 5,41 kg con caña entera molida y 22% de pulido arroz de Pérez et al., (2006).

Debe destacarse lo enunciado por Ribeiro (1996), cuando plantea que estos valores son propios de corderos alimentados con raciones de baja calidad, de mejorar pudieran llegar hasta 3:1. Aunque, si se compara esta conversión alimenticia con la lograda en sistemas mejorados de crecimiento-engorde con corderos de la propia raza Pelibuey en pastoreo, donde participan leguminosas arbóreas como fuentes de proteína natural y su vínculo con pasto gramínea (silvopastoreo), con valores alcanzados de 13,50 kg MS kg GMD<sup>-1</sup> (Hernández, 2013), permite entonces atribuir que la conversión alimenticia de esta raza de ovinos, podría estar determinada por el consumo total de alimento, composición de la ración y el peso inicial, más que el atributo potencia genético de la raza.

### **3.2 Conducta alimentaria**

La tabla 4, muestran que hubo interacción significativa ( $P < 0,001$ ) entre tratamientos y actividades conductuales, a la vez que existió similitud en el tiempo utilizado durante la ingestión de la mezcla integral entre tratamiento; análogo comportamiento ocurrió con la actividad de rumia. Lo anterior demuestra la necesidad real por los animales de ingerir el alimento disponible en el comedero sin discriminación de tratamiento y el

papel estimulador y regulador que pudo ejercer la caña de azúcar en el consumo total de materia seca (Muñoz y González, 1998). Aunque de forma general se observa un incremento del tiempo dedicado a la rumia, lo que pudo estar relacionado con el consumo de caña, su naturaleza y limitaciones que ofrece a la fisiología del animal (Muñoz et al., 1987).

**Tabla 4.** Efecto de las diferentes proporciones de sustitución del *Pennisetum purpureum* por caña de azúcar, en el comportamiento alimentario

ACTIVIDAD	Proporción				EE ± Sign.
	Caña de azúcar : <i>Pennisetum purpureum</i>				
	20:80	40:60	60:40	80:20	
INGESTIÓN	5,6 <sup>c</sup> (321) <sup>1</sup>	6,1 <sup>c</sup> (350)	5,0 <sup>c</sup> (289)	4,7 <sup>c</sup> (271)	
RUMIA	7,9 <sup>t</sup> (453)	8,2 <sup>t</sup> (475)	8,4 <sup>t</sup> (487)	8,1 <sup>t</sup> (475)	0,32
AGUA	1,0 <sup>de</sup> (60)	0,87 <sup>d</sup> (50)	1,8 <sup>c</sup> (104)	1,0 <sup>e</sup> (60)	***
DESCANDO	10,5 <sup>ab</sup> (606)	9,8 <sup>b</sup> (565)	9,8 <sup>b</sup> (562)	11,2 <sup>a</sup> (644)	
Indicadores					
<i>DUI, min. kg MS</i> <i>/kgPV<sup>0,75</sup></i>	50,30 <sup>a</sup>	55,68 <sup>a</sup>	51,51 <sup>a</sup>	64,26 <sup>b</sup>	2,02 ***
<i>DUR, min. kg MS</i> <i>/kgPV<sup>0,75</sup></i>	71,13 <sup>a</sup>	75,50 <sup>a</sup>	86,71 <sup>b</sup>	87,12 <sup>b</sup>	2,85 ***
<i>IFDR, min. g FDN</i>	0,95 <sup>a</sup>	1,04 <sup>a</sup>	1,17 <sup>b</sup>	1,18 <sup>b</sup>	0,04 ***
<i>DUM, min. kg</i> <i>MS/kgPV<sup>0,75</sup></i>	121,43 <sup>a</sup>	131,18 <sup>ab</sup>	138,22 <sup>bc</sup>	152,16 <sup>c</sup>	4,83 **

\*\* $P < 0,01$ ; \*\*\* $P < 0,001$  diferencia significativa para Duncan  $P < 0,05$ ,  $\pm EE$  error estándar<sup>1</sup> (minutos/actividad), Duración unitaria de rumia (DUR), Duración unitaria de ingestión (DUI), Índice de fibrosidad diaria de la rumia o índice de rumia (IFDR), Duración unitaria de la masticación (DUM)

En los indicadores del comportamiento alimentario, se observa que tanto la duración unitaria de ingestión ( $y = 122,679 - 143,231CFDTOTAL$ ;  $r = -0,79$ ;  $R^2 = 62,05$ ;  $\pm EE = 5,39$ ;  $P < 0,001$ ), como rumia ( $y = 190,157 - 234,407CFDTOTAL$ ;  $r = -0,95$ ;  $R^2 = 90,85$ ;  $\pm EE = 3,63$ ;  $P < 0,001$ ) se encuentran afectados por el consumo de FDN según muestra los resultados de la regresión. Así como, que el tiempo empleado en la rumia y su relación con la fibra consumida (IFDR), en los niveles de CÑ20 y CÑ40% de caña de azúcar en la mezcla, es donde se logra un menor tiempo, a pesar de tener una mayor ingestión de FDN y consumo total de MS. Por último, otro indicador importante lo constituye la masticación unitaria, variable que expone el trabajo masticatorio realizado, y donde se aprecia una similitud de los resultados entre los tres primeros tratamientos (CÑ20, CÑ40, CÑ60%) de participación de la caña en la mezcla integral.

Los resultados económicos mantienen como mejor comportamiento el CÑ40% de sustitución de *Pennisetum purpureum* por caña de azúcar en la mezcla integral, con ingresos y utilidades de 58,88 y 55,50 pesos respectivamente, viabilidad financiera que refuerza la alternativa biológica de utilización (tabla 5).

**Tabla 5.** Análisis financiero según metodología de presupuesto parciales

<i>Proporción caña azúcar :</i>	<i>CA</i>	<i>VP</i>	<i>CTA</i>	<i>CAL</i>	<i>CTALC</i>	<i>PPV</i>	<i>IT</i>	<i>UT</i>
<i>Pennisetum purpureum</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>CUP</i>	<i>CUP</i>	<i>CUP</i>	<i>CUP</i>	<i>CUP</i>
20:80	6,46	6,51	42.05	0.079	3.30	8.00	52.08	48.77
40:60	5,53	7,36	40.70	0.083	3.37	8.00	58.88	55.50
60:40	5,36	6,85	36.71	0.085	3.12	8.00	54.80	51.67
80:20	5,49	6,73	36.94	0.087	3.21	8.00	53.84	50.62

*CA- conversión alimentaria, VP- variación peso total periodo, CTA- consumo total alimento, CAL- costo por kg de alimento integral, CTALC- costo total del alimento consumido total periodo, PPV- precio venta en pie, IT- ingresos totales, UT- utilidad, CUP- peso cubano convertible*

#### 4. CONCLUSIONES

La participación óptima de la caña de azúcar en mezcla integral combinada con forraje de *Pennisetum purpureum*, acompañada de gallinaza a razón de 5 g kg PV<sup>-1</sup> en la alimentación de corderos durante la etapa de crecimiento –engorde, es del 40 %, valor que se corresponde con consumos de 1,17 % PV en base seca, a la vez que ofrece un efecto estimulador al incremento del consumo voluntario, permitiendo alcanzar ganancias medias diarias de 122 g anim. días<sup>-1</sup> y beneficio económicos al sistema.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Dr. Andrés Senra por las sugerencias brindadas durante el análisis de los resultados.

#### REFERENCIAS

- Aguirre, J., Magaña R., Martínez, S., Gómez A., Ramírez J., Barajas R.; Plascencia, A., Barcena, R., García. D., Caracterización nutricional y uso de la caña de azúcar y residuos transformados en dietas para ovinos., Revista Zootecnia Tropical, Vol. 28, No.4, 2010, pp.145.
- Alonso, J.R., Senra, A., Sistemas de producción con vacas lecheras en condiciones de secano con forraje de caña de azúcar entera en periodo seco. Producción y composición de la leche y comportamiento del peso vivo., Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Vol. 26. No.1, 1992, pp. 125
- AOAC, Official methods of analysis, 11th. (Ed.) Association of Official Agricultural Chemists, Washington, D.C. 1995.
- Aranda, E., Utilización de la caña de azúcar en la alimentación de rumiantes., Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en Ciencias Veterinaria, ICA, La Habana, Cuba, 2000.
- Balzarini, G.M., Casanoves, F., Di Rienzo, J.A., González, L.A., Robledo, C.W., INFOSTAD, Software estadístico. Manual del usuario. Versión 1. Córdoba. Argentina, 2001.

- Borroto, A., Molina, A., Mesa, M., Baéz, I., Pérez, C., Sistema de ceba ovina con subproductos agrícolas de cítricos., Revista de Producción Animal, Vol. 6, No.1,1991, pp. 11-17.
- Castillo, E. L., De Oliveira, J. A., Oldakowski, C. F., Desempeño productivo de borregos raza Santa Ines suplementados con diferentes niveles de levadura viva (Procreatin 7 ®). Saf Agri, 2004.
- CENCOP, Boletín estadístico anual sobre el comportamiento del rubro ganadero del año 2013. Oficina central de control pecuario nacional (CENCOP), La Habana, Cuba, 2013, pp.18.
- Combellas J, Ríos, A., Rojas J., Efecto de la suplementación con follaje de leguminosa sobre la ganancia de peso de corderos recibiendo una dieta basal de pastos de corte., Rev. FAC. Agron. (Luz), Vol. 16, 1999, pp.211-216.
- Cuarón, M.L., A. S. Shimada., Manipulación de la fermentación en ensilajes de caña de azúcar y su valor alimenticio para corderos. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Vol. 15, 1981, pp.177-182.
- Duncan, D.B. (1955): Multiple ranges and multiple F test. Biometrics, 11:1
- Elías, A., Lezcano P., Reseña descriptiva sobre el desarrollo de una tecnología de enriquecimiento proteico en la caña de azúcar mediante fermentación en estado sólido (Saccharina), Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Vol. 24, No.1, 1990, pp.152.
- Elías, A. Digestión de Pastos y Forrajes Tropicales. Los Pastos en Cuba. Utilización., Tomo II. Cap. IV. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba, 1983, pp. 187.
- Fonseca, N., Contribución al estudio de la alimentación del ovino Pelibuey en Cuba. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba, 2003, pp. 153
- Font, H., Aida, N., Verena, T., Herrera Magaly, H., Sarduy L., Rodríguez, L. Paquete estadístico ComparPro versión 1. Inst Ciencia Animal, Dpto Biomatemática, 2007.
- Fundora, O., Gutiérrez, O., Stuart, J.R., Tratamiento de los residuos de cosecha de la caña de azúcar con amoníaco. Balance de nitrógeno y minerales en carneros, RCCA, Vol. 27, No.3, 1993, pp. 267.
- Geerken, C.M., Delgado, D., Cairo, J., Efecto del tamaño de partícula de la Sacharina suministrada a carneros como forraje en el consumo y comportamiento alimentario, RCCA, Vol. 28, No.3, 1994, pp.301
- Goering, H.K., Van Soest, P.J., Forage fibre analyses. Apparatus, reagents, procedures and some applications. Handbook. No.329. Agriculture Research Service, USDA, Washington. DC. 1970, pp. 316-318.
- González, R., Valeria, A.V., Forraje de caña de azúcar para la producción de leche. Efectos de la inclusión de forraje de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en el recambio líquido ruminal, 1994.
- González, R. F., Contribución al estudio de los factores que limitan el consumo de forraje de caña de azúcar integral por lo bovino. Tesis doctoral. ICA. La Habana. Cuba, 1995.
- González, R.F., Geerken, C.M., Muñoz. E. Pérez., M., González, R.M., Sugar cane forage from milk production. Effect of the amount of ANS-70% in the rumen liquid flor indocator., Cuban Journal Agric. Science, Vol. 24,1989, pp. 277.

- Gutiérrez, D., Domínguez, P., Viera, E., Pérez, B., Almeida, R., Plaza, J., Martínez, Y., Sarduy, L., Efecto de la mezcla integral con botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en los parámetros productivos y consumo de cabritos lactantes. I Simposio Internacional de Ovejeros y Cabreros de América Latina (FOCAL). III Congreso Producción Animal Tropical. Palacio de las Convenciones. La Habana. Cuba. 2010.
- Hernández, M., Comportamiento productivo, calidad de la canal y la carne de corderos Pelibuey en silvopastoreo con leucaena. Tesis en opción al título académico de master en producción animal para la zona tropical. ICA. La Habana, Cuba, 2013.
- Hungate, R.E, The rumen and its microbes. Academic Press. New York, 1966.
- Landaeta, R. M., Novel, B. R., Sánchez, C. J., Rojas, J., Jiménez, L. Evaluación de cama de pollo mezclada con salvado de arroz y bagazo de caña de azúcar para el engorde de corderos en confinamiento. Livestock Research for Rural Development, Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, Tarabana, Estado de Lara, Venezuela, 2004, pp. 119-139.
- Leng, R.A. y Preston, T.R. La caña de azúcar como pienso. Estudio FAO, Roma, 1988, pp. 72.
- Marshall, W., Utilización de miel final suplementada con gallinaza y heno a voluntad en la ceba ovina estabulada. En: La melaza como recurso alimenticio para la producción animal (Editor: T. R. Preston). GEPLACEA/PNUD, Serie Diversificación, 1989, pp 255-26.
- Martín, P., Brito. M., Effect of the level and type of nitrogen in the consumption of sugar cane forage in fattening bulls., Cuban J. Agric. Sci., 1996, Vol. 30, pp.263.
- Martín, P.C. Forraje de caña. Consumo voluntario. En: La alimentación del ganado con caña de azúcar y subproductos, EDICA, 2004, pp. 13-55.
- Méndez, G., Ríos de Álvarez, L., Combellas, J., Colmenares, O., Álvarez Z. R., Efecto del nivel de gallinaza sobre el consumo de dietas completas para ovinos estabulados en etapa de crecimiento., Rev. Zootecnia Tropical, Vol. 22, No.1, 2004, pp.133.
- Merck. F., Manual de Veterinaria. Merck & Co. Editorial Oceano/Centrum. 4ta Ed. Barcelona, España, 1993, pp.14.
- Mertens, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY ;Jr.G.C (ed) Forage quality, evaluation and utilization . Madison. American Society of Agronomy, 1994, pp. 450-493.
- Molina, A.P., Elías, A., El uso de la caña de azúcar y sus derivados en la producción de carne. Seminario científico Internacional por el XXV aniversario ICA, La Habana, Cuba, 1990, pp. 277.
- Muñoz, E., R. González., Caña de azúcar integral para estimular el consumo a voluntad de alimentos voluminosos en vacas., Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Vol. 31, 1998, pp. 33-40.
- Muñoz, E., Elías, A., Suarez, J. D., Utilización de suplementos con altos contenido de NNP en raciones forrajeras. Efecto de la digestibilidad de la materia seca y orgánica de ensilados de gramíneas., Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 20, 1986, pp.137.

- Muñoz, E., González, R., Ruiz, R., Galindo, J., Uso de la caña de azúcar para la producción de leche. Informe final de la etapa de investigación. ICA Mimeo, La Habana, Cuba, 1987.
- Muñoz, E., González, R., Galindo, J., Uso de la caña de azúcar para la producción de leche: informe final de etapa de investigación. ICA. La Habana. Cuba, 1988.
- Palma, J.M., Rodríguez, R., Desarrollo de becerros con base de caña de azúcar con o sin asociación de restrojo de maíz, pollinza y un suplemento activador de la función ruminal. ALPA. Programa general de resúmenes., Vol. 9, No.1, 2001, pp.332.
- Palma, J.M., El uso de la caña forraje en el engorda de becerros. Memorias. Foro Internacional. La caña La caña de azúcar y sus derivados en la producción de leche y carne., La Habana, Cuba, 2002, p.14.
- Pedraza, R. M. Bagazo rico en proteína (Bagarip) alimento animal obtenido por fermentación en estado sólido., Rev. Prod. Anim., Vol. 12, 2000, pp.41-51.
- Pedraza, R.M., Mauriño, C., Gómez, J. E., Valdés, V., Chaviano, A., Alimentación post-destete de ovinos pelibuey con miel "B", heno y mezclas basadas en derivados de la caña de azúcar., Livestock Research for Rural Development. Vol. 7, No.2, 1995.
- Perera, A. J., Albuérnez, R., Producción intensiva de carne ovina con miel/urea. Preceba y fraccionamiento del suplemento proteico., Revista de Producción Animal, Vol. 7, No.1-2, 1993, pp.5-8.
- Pérez, H. J., Salinas, C. R., García, F., Efecto de raciones con distintos niveles de pulido de arroz sobre el comportamiento productivo de ovinos en engorda. In: Memorias de XXXIV Reunión Nacional de la Asociación Mexicana de Producción Animal, Mazatlán Sinaloa, 2006, pp. 80- 83.
- Petit, M. Emploi du temps des troupeaux de vaches meres et de leur Meaux sur les parturages d'altitudes de l'aubrac., Ann. Zootec., Vol. 21, No.5, 1972.
- Plaza, J., Martínez, Y., Ybalmea, R., Manejo del alimento fibroso en la alimentación de terneras de reposición., Rev. Cubana Cien. Agric., Tomo 43, Vol.19, 2009.
- Reyes, S.N., Rodríguez, R., Mejía, L., Mora, T.P., Efecto de la suplementación con Moringa oleífera sobre el comportamiento productivo de ovinos alimentados con dieta basal de pasto guinea (*Panicum maximum*)., Rev. La CALERA, Vol. 9, No.43, 2009, pp. 67.
- Ribeiro, L. A.O., Sobrevivência e desempenho de cordeiros do período perinatal ao desmame. In: SENAR, Proframa de Treinamento em Ocinocultura. Porto Alegre. FARSUL/SENAR, 1996, pp. 100.
- Rodríguez, D., Caña de azúcar en dieta completa o suplementadas con concentrados en raciones de ceba. Comportamiento biológico y evaluación económica. Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en Ciencias Veterinaria. ICA. La Habana, Cuba, 2009, pp. 27-46.
- Ruiz, R., Ayala, R., Digestión y Absorción de compuestos nitrogenados en el rumiante. Bioquímica Nutricional. Ed. ICA. La Habana, Cuba, 1987, pp. 189.
- Ruiz, R., Salgado, G., Beltrán, M. Relación entre la temperatura de la masa fermentativa, temperatura ambiental y el contenido de proteína cruda durante la elaboración de Saccharina rústica., I Congreso Internacional de Producción Animal. La Habana, 2005, pp. 272-279.

- Stuart, J. R., Fundora, O., Utilización de residuos de la cosecha de la caña en la alimentación de los rumiantes., Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Vol. 28, No.1, 1994, pp.123.
- Vargas, J., Efecto del nivel de oferta de tallos de caña sobre el consumo voluntario y el ecosistema ruminal en ovejas africanas., Livestock Research for Rural Development, Vol. 5, No.3, 1993.