

Substitución de maíz por pulpa cítrica deshidratada en la ración de corderos: desempeño productivo y características de sus componentes no carcasa

Replacing corn by dried citrus pulp in diets for lambs: productive performance and characteristics of non-carcass components

Diego Avilio Ocampos Olmedo^{1*}, Diego Medina², Luis Alberto Alonzo Griffith¹ y Carlos Alberto Lezcano¹

¹ Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Producción Animal. San Lorenzo, Paraguay.

² Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Filial San Pedro del Ycuamandyju. San Pedro del Ycuamandyju, Paraguay.

***Autor para correspondencia:**

diego_ocampos@yahoo.com

Conflicto de interés:

Los autores declaran no tener conflicto de interés

Licencia:

Creative Commons CC-BY

Historial:

Recibido: 08/09/16;

Aceptado: 18/10/17

RESUMEN

La pulpa cítrica deshidratada (PCD), es un subproducto altamente energético con potencial para substituir los granos de cereales para la alimentación de animales domésticos. Treinta y dos corderos machos castrados, cruza Santa Inés × Texel fueron empleados con el objetivo de evaluar el efecto de la substitución del maíz por PCD sobre el desempeño productivo y características de los componentes no carcasa. La inclusión de PCD en la ración en proporciones de 0; 20; 40 y 60% de substitución del maíz en base seca constituyeron los cuatro tratamientos 0PCD, 14PCD, 29PCD y 43PCD. El delineamiento utilizado fue el de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los datos fueron sometidos a ANAVA y las medias comparadas por el test de Duncan ($p < 0.05$). Fue verificado que el peso vivo (PV=39,5 kg) y el peso de carcasa (PC=19,3 kg), resultó menor para 0PCD en comparación a los demás tratamientos con niveles crecientes de substitución del maíz ($p < 0,02$). El rendimiento promedio de la canal fue de 48,75%. El peso del Tracto Gastrointestinal (TGI) del 29PCD presentó un peso neto mayor (7,1 kg) con respecto al 0PCD y al 14PCD ($p < 0,042$). El menor peso neto del conjunto retículo-rumen fue hallado en los animales que consumieron maíz en un 100% como fuente de energía de la ración con 2,81 kg y el mayor peso fue encontrado en el 29PCD con 3,95 kg ($p < 0,02$). No se encontraron diferencias ($p > 0,05$) en los demás componentes del TGI, en la grasa total y en los pesos netos de los distintos órganos vitales.

Palabras clave: órganos vitales, ovinos, pulpa cítrica no deshidratada, rendimiento, subproductos, tracto gastrointestinal.

ABSTRACT

Dehydrated citrus pulp (DCP) is a highly energetic by-product with the potential to substitute cereal grains for domestic animals feeding. Thirty-two castrated male lambs, crossbred Santa Inés × Texel were employed to evaluate the effect of the substitution of corn by DCP on productive performance and non-carcass components characteristics. The inclusion of DCP in the ration in proportions of 14.47; 28.94 and 43.41% of DM constituted the four treatments 0PCD, 14PCD, 29PCD and 43PCD. The delineation was complete random blocks (blocked by weight) with four replicates. Data were submitted to ANAVA and the means were compared by the Duncan test ($P < 0.05$). It was verified that the live weight (PV = 39.5 kg) and the carcass weight (PC = 19.3 kg) were lower for 0PCD compared to the other treatments with increasing level of corn substitution ($p < 0.02$). The average yield of the carcass was 48.75%. The gastrointestinal tract weight (GIT) of 29PCD had a higher net weight (7.1 kg) compared to 0PCD and 14PCD ($p < 0.042$). The lowest net weight of the reticulum-rumen set was found in animals that consumed 100% corn as a feed energy source with 2.81 kg and the highest weight was found in 29PCD with 3.95 kg ($p < 0.02$). There were no differences ($p > 0.05$) in the other components of GIT, in total fat and in the net weights of the different vital organs.

Key words: vital organs, sheep, dehydrated citrus pulp, performance, by-products, gastrointestinal tract.

INTRODUCCIÓN

En el Paraguay la producción ovina constituye una gran alternativa de inversión, ya que se trata de animales rumiantes, pequeños, que se adaptan fácilmente a diversos ambientes y aprovechan de manera adecuada los recursos disponibles en cada región del país. Además, la carne ovina presenta propiedades benéficas para el organismo humano, principalmente cuando proviene de corderos (animales jóvenes), constituyendo una fuente de proteínas (aminoácidos esenciales), con baja concentración de lípidos y grasa saturada (Alves et al. 2014).

Según Poli et al. (2008), existen diferentes sistemas que se utilizan para la terminación de corderos, destacándose los sistemas intensivos con alto uso de concentrados energéticos. Si el aporte de energía es alto, el crecimiento será más rápido y el animal tiende a engrasarse a una determinada edad y peso menores con relación a animales de la misma raza y sexo.

Los concentrados energéticos más comúnmente empleados en la alimentación animal son los granos de cereales (maíz, sorgo, avena, trigo y cebada), siendo el maíz mayormente utilizado (Henrique y Bose 1995, Mieres 2004). Debido a su alta demanda para el consumo humano, se han buscado alternativas para su remplazo y se han considerado algunos subproductos de las agroindustrias para utilizarlos como concentrado energético.

Tal es el caso de los residuos de extracción de jugo de naranja como, hollejos, cáscaras y semillas conocidos como citropulpa, cuyo uso puede ser fuente potencial de materia prima en la industria de alimentos concentrados para animales (Omaña et al. 2010). La pulpa de cítricos deshidratada (PCD) es un subproducto con un contenido de fibra detergente neutra (FDN) de 24,6% caracterizado por su alta digestibilidad (71,03%) debido a que gran parte de la FDN es digestible por el elevado contenido de pectinas (27,5% de pectinas en su composición) (FEDNA 2010). Considerando las características químicas y los patrones de fermentación diferenciados en rumiantes, la PCD viene recibiendo gran atención como potencial recurso alimenticio a ser incorporado en las raciones de animales domésticos, substituyendo parcial o totalmente los granos de cereales en rumiantes,

reduciendo con ello los costos en la alimentación (Santos et al. 2004).

Estudios que evalúen el uso de PCD como sustituto del maíz, en dietas para corderos alimentados con alta proporción de concentrado son muy escasos, por lo que el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar los efectos de la substitución de maíz por niveles crecientes de PCD en la ración, sobre el desempeño productivo y características de los componentes no carcasa de corderos machos castrados en confinamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue realizado entre junio y septiembre de 2012 en la Granja Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCA - UNA), filial San Pedro, situado en el kilómetro 16 de la Ruta N° 11 "Juana María de Lara", distrito de San Pedro de Ycuamandiyú, 24° 04' S, 57° 05' W, a 90 msnm.

El experimento tuvo una duración de 90 días, con un periodo de adaptación de 10 días. La región presenta como características climáticas una temperatura media anual de 22,7 °C y humedad relativa del 80% (DINAC 2012).

Fueron inicialmente empleados 32 corderos machos castrados, híbridos de la raza Santa Inés × Texel, con peso inicial de 23,2 ± 4,5 kg. Los datos fueron analizados bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, siendo los bloques definidos por el peso inicial de los animales donde A: liviano (22 kg ± 0,75) B: medio 1 (25 kg ± 1); C: medio 2 (28 kg ± 0,93) y D: pesado (31 kg ± 1,20).

Las dietas fueron isoprotéicas (17% PB, MS) y similares en contenido energético (2,6 Mcal/kg). Las mismas consistieron en un 20% de pasto elefante picado, como fuente de fibra, y 80% de concentrado (ambos en MS), incluyendo la pulpa cítrica deshidratada en la proporción de 20% de sustitución del maíz (14PCD), 40% de sustitución del maíz (29PCD) y 60% de sustitución de maíz (43PCD). Una muestra de cada dieta formulada fue remitida al laboratorio de bromatología de CETAPAR (Centro Tecnológico Agropecuario del Paraguay). La proporción de los ingredientes y la composición química de las raciones experimentales están presentadas en la Tabla 1.

Tabla 1. Ingredientes y composición bromatológica de las raciones experimentales (% de la Materia Seca).

	Tratamientos ¹			
	0PCD	14PCD	29PCD	43PCD
Ingredientes (%)				
Pulpa cítrica deshidratada	0,00	14,47	28,94	43,41
Maíz grano	72,35	57,80	43,41	28,94
Harina de Soja	21,91	23,60	26,16	23,00
Expeller de algodón	4,48	3,45	1,27	2,70
Calcáreo	1,13	0,52	0,30	1,00
Urea	0,09	0,05	0,13	0,30
Sal común	0,12	0,11	0,09	0,08
Minerales Ovinos	0,10	0,10	0,10	0,10
Composición bromatológica				
Proteína Bruta (%)	17,00	17,00	17,00	17,00
Energía Met. Mcal/kg	2,67	2,67	2,67	2,60
NDT ovinos (%)	77,00	76,28	76,28	75,60
FDN	19,5	20,3	24,2	24,4
Calcio (%)	0,49	0,49	0,49	0,49
Fósforo Total (%)	0,28	0,28	0,28	0,30
Sodio (%)	0,09	0,09	0,09	0,09
Materia Seca (%)	86,00	86,00	86,00	86,00

¹ Tratamientos: 0PCD: sin sustitución del maíz por la pulpa cítrica deshidratada; 14PCD: 20% de sustitución del maíz por la pulpa cítrica deshidratada; 29PCD: 40% de sustitución del maíz por la pulpa cítrica deshidratada; 43PCD: 60% de sustitución del maíz por la pulpa cítrica deshidratada en la MS de la dieta. Datos proveídos por el laboratorio de CETAPAR en base a muestras de los balanceados.

La ración fue suministrada a los animales dos veces al día a razón del 3% del Peso vivo en Base Seca. Las dietas fueron mezcladas y homogenizadas antes de ser ofrecidas. Los animales de los diferentes tratamientos fueron alojados en pares, en boxes con dimensiones de 4,0 m × 2,0 m, provistos de bateas de madera y bebedero, con piso de tierra y techo de chapa galvanizada.

Al término del período experimental fueron seleccionados cuatro animales por tratamiento, de manera aleatoria, previa determinación del Peso Vivo (PV) con un ayuno de 12 horas. Seguidamente se procedió a la faena de los animales de acuerdo a los procedimientos convencionales de faena humanitaria (Monteiro 2000), a través de la insensibilización de los animales, se procedió a una sangría por cuatro minutos por la sección de la carótida y la yugular, colectándose toda la sangre. Posterior al sangrado se procedió al cuereado y luego a la extracción de las vísceras con separación de los componentes no carcasa agrupados en; órganos vitales (OV), compuesto por corazón,

riñones, hígado, baso y pulmones; gordura interna total (GT), compuesta por gordura de intestinos, del sistema gástrico y de órganos vitales; diafragma; sistema gástrico, compuesto por rumen-retículo, omaso y abomaso; e intestinos (delgado y grueso). El sistema gástrico y los intestinos conforman el tracto gastrointestinal (TGI) además de cabeza; cuero; patas y cola. Se procedió al pesaje de la carcasa en caliente (PC) y se realizó el cálculo de rendimiento (n) de la canal expresada en porcentaje, el cual fue obtenido por la relación entre el peso de carcasa (PC) y el peso vivo (PV). Con base en estos resultados fueron calculados los porcentajes de cada componente corporal y regional en relación al PC. Las reses fueron llevadas a cámaras de frío para su conservación y evaluación posterior.

El delineamiento experimental fue de bloques aleatorizados con cuatro tratamientos de acuerdo al modelo matemático siguiente: $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$, donde Y_{ij} es el valor observado en el grupo que recibió el tratamiento i en el bloque j ; μ =media

general de la población; α_i = efecto del tratamiento; β_j = Efecto del bloque $j = 1, 2, 3, 4$; ϵ_{ij} = error aleatorio

Los datos fueron analizados por el procedimiento GLM del paquete estadístico de SAS (1999). Las medias de las tablas fueron obtenidas por el comando LSMEANS y las medias comparadas por el Test de Duncan al 5% de probabilidad de error.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar el peso vivo, el peso de carcasa de la res y el rendimiento final, se presentaron diferencias

estadísticas significativas para los pesos finales, siendo estos favorables a los porcentajes crecientes de sustitución del maíz por la PCD, con una media de 43,7 kg para los corderos alimentados con proporciones variables de la PCD contra una media de 39,51 kg para los corderos alimentados solo con maíz como fuente energética ($p < 0,02$).

Estas diferencias en peso de terminación se debieron a una menor ganancia diaria de peso (GDP) de 190 g día⁻¹ para el OPCD contra 225,7 g día⁻¹ para los tratamientos con niveles crecientes de la PCD (Tabla 2).

Tabla 2. Peso vivo inicial (PVi), Peso vivo final (PVf), ganancia diaria de peso (GDP), peso de carcasa (PC) y rendimiento de la carcasa (n) de los corderos alimentados con niveles crecientes de pulpa cítrica deshidratada.

Variable	Tratamientos ¹				D.S ²	Valor P
	OPCD	14PCD	29PCD	43PCD		
PVi	22,41	23,62	23,61	23,07	5,00	0,63
PVf, kg	39,51 ^B	43,87 ^A	43,86 ^A	43,32 ^A	3,70	0,02
GDP, g	190 ^B	227 ^A	225 ^A	225 ^A	11,20	0,03
PC, kg	19,34 ^B	21,34 ^A	21,10 ^A	21,13 ^A	3,20	0,02
n , %	49	49	48	49	0,45	0,54

¹ Tratamientos: OPCD: sin sustitución del maíz por la pulpa cítrica deshidratada; 14PCD: 20% de sustitución del maíz por la pulpa cítrica deshidratada; 29PCD: 40% de sustitución del maíz por la pulpa cítrica deshidratada; 43PCD: 60% de sustitución del maíz por la pulpa cítrica deshidratada en la MS de la dieta.

² D.S.: Desvío Estándar

(^{A,B,C}) Medias con letras distintas en la fila difieren entre sí por la prueba de Duncan ($p < 0,05$).

Tanto para el PV como para el PC el tratamiento OPCD resultó menor a los demás tratamientos con sustitución del maíz por pulpa cítrica deshidratada. Lo que indica que la sustitución de maíz por PCD en los niveles empleados en el presente ensayo mejoró el desempeño productivo de los corderos en relación a la utilización exclusiva de maíz como fuente energética.

Estos resultados son diferentes a los obtenidos por Monteiro et al. (1998), quienes alimentaron corderos enteros, ¾ Suffolk, con 20% de heno de Tifton-85 y 80% concentrado y sustituciones de 0, 15, 30 y 45% de PCD por maíz, no observaron diferencias de desempeño productivo entre los tratamientos.

Por otro lado, la variable de rendimiento (n), se mantuvo con una media de 48,75%, independientemente de la sustitución del maíz por la PCD (Tabla 2). Lo cual podría deberse a que la

pulpa cítrica parece proporcionar mejor patrón de fermentación ruminal, con dietas mixtas (concentrado entre 30 y 50%) que las fuentes de almidón tradicionales, debido al menor contenido de almidón y la mayor concentración de pectinas (do Prado et. al 2000). Entendiéndose por mejor patrón de fermentación, a la mantención de un pH constante garantizando la digestión de la fracción fibrosa en relación a dietas con maíz de manera exclusiva como fuente energética (Rodrigues et al. 2009).

En general las dietas con mayores niveles de FDN están asociados a TGI mayores por la mayor ineficiencia de digestión (Ocampos 2008). La Pulpa de cítricos deshidratada al tener un alto contenido de pectina posee elevados niveles de FDN soluble que provee de energía rápida (FEDNA 2010) y no afecta la digestión de la fibra, por lo cual los mayores niveles de FDN de las dietas con mayor

contenido de PCD (Tabla 1) no se tradujo en TGI mayores.

Por su parte, Rodrigues et al. (2009), relatan que la mayor eficiencia lograda en la digestibilidad de la fibra con la utilización de la pulpa cítrica se debe a la ausencia de problemas digestivos que normalmente ocurren cuando se suplementa una ración con elevados niveles de almidón en dietas que de por sí cuentan con altas proporciones de carbohidratos fermentables. Esto no ocurre cuando incluimos pulpa cítrica en combinación con fuentes de almidón, pues disminuye al mínimo la incidencia de problemas ruminales. Este bloqueo de disturbios ruminales también parece incidir positivamente en la mantención del tamaño del TGI mismo con elevados niveles de FDN que se alcanzan con sustituciones mayores de la PCD por maíz.

Ferreira et al. (2000), evaluando las características de carcasa de corderos Texel x Bergamacia, Texel x Santa Inés y Santa Inés puros terminados en confinamiento con inclusión de cascara de café, no

encontrándose diferencias en el rendimiento en relación al contenido de cascara de café en las raciones, no obstante se encontraron variaciones en relación al biotipo utilizado con rendimientos de 54,3%; 52,9% y 53,3%, respectivamente para los tres genotipos mencionados, rendimientos superiores a los encontrados en este trabajo (48,7%).

Al analizar el peso neto total de los componentes no carcasa, fueron halladas diferencias significativas en los pesos netos del Tracto Gastro Intestinal (TGI) ($p < 0,042$) y en los rendimientos del tracto gastrointestinal (RTGI) producto de relacionar el peso absoluto con los rendimientos de carcasa (Tabla 3). El tratamiento 29PCD presentó pesos superiores de 7,18 kg en relación a una media de 6,37 kg para 0PCD y 14PCD, no presentando diferencias estadísticas con el tratamiento 43PCD que contenía los niveles superiores de PCD. Una relación similar se observó en el RTGI% donde el 29PCD fue el de mayor peso relativo con 34,12% contra una media general de 32,37% para los demás tratamientos.

Tabla 3. Peso neto del tracto gastrointestinal (TGI), peso neto de la grasa total interna (GTi), peso neto de los órganos vitales (OV), rendimiento del tracto gastrointestinal (RTGI), rendimiento de la grasa total (RGT) y rendimiento de los órganos vitales (ROV) en relación a la carcasa, de corderos alimentados con niveles crecientes de pulpa cítrica deshidratada.

Item	Tratamientos ¹				D.S ²	Valor P
	0PCD	14PCD	29PCD	43PCD		
TGI, kg	5,90 ^B	6,84 ^B	7,18 ^A	6,89 ^{AB}	2.35	0,042
GTi, kg	1,37	1,68	1,76	1,92	0.7	0,78
OV, kg	1,65	1,80	1,72	1,65	0,85	0,49
RTGI, %	32,21 ^B	32,09 ^B	34,12 ^A	32,80 ^B	4,2	0,040
RGT, %	7,54	7,76	8,41	9,04	3,1	0,87
ROV, %	8,13 ^{AB}	8,86 ^A	8,48 ^{AB}	7,83 ^B	0,66	0,047

¹ Tratamientos: 0PCD: sin sustitución del maíz por la pulpa cítrica deshidratada; 14PCD: 20% de sustitución del maíz por la pulpa cítrica deshidratada; 29PCD: 40% de sustitución del maíz por la pulpa cítrica deshidratada; 43PCD: 60% de sustitución del maíz por la pulpa cítrica deshidratada en la MS de la dieta.

² D.S.: Desvío Estándar

(^{A;B;C}) Medias con letras distintas en la fila difieren entre sí por la prueba de Duncan ($p < 0,05$).

Macitelli et al. (2005), manifestaron que, con el aumento de nivel de empleo de concentrado en la ración, el contenido y el peso relativo del tracto gastrointestinal (hígado, riñones y baso principalmente) disminuyen linealmente. Raciones con menores niveles de concentrado presentan mayores tenores de fibra y menor digestibilidad, aumentando el tiempo de retención en el rumen.

Raciones con mayores niveles de inclusión de concentrado presentan menores tenores de fibra, mayor digestibilidad y menor tiempo de retención, por lo cual se esperaría (Tabla 1) los pesos del TGI de los animales alimentados con niveles crecientes de PCD sean relativamente mayores (mayor nivel de FDN), no obstante en el presente ensayo esto no fue observado.

Para la variable de grasa total interna (GTi) no fueron verificados diferencias estadísticas entre los tratamientos, tanto en pesos absolutos como en proporciones relativas en relación a la carcasa (Tabla 3). Alves et al. (2014) en un trabajo realizado sobre la carne ovina, destacan que el componente que más variación presentó en función a los niveles nutricionales empleados fue la grasa, no obstante en este trabajo esto no fue observado.

Del mismo modo, al evaluar los pesos netos de los órganos vitales (OV) no se observaron diferencias estadísticas, pero al ser evaluados con relación al peso de la carcasa sí fueron observadas diferencias entre los tratamientos (ROV) (Tabla 3). El tratamiento 14PCD obtuvo los mayores pesos relativos (ROV%). La literatura reporta mayores pesos de los órganos internos asociados al mayor consumo de alimento. (Di Marco et al. 2007, Peripolli et al. 2013). Los mayores consumos de alimentos se dan asociados a menores

concentraciones de energía en la dieta (Kuss 2007). Cabe destacar que en el presente trabajo las dietas utilizadas fueron similares desde el punto de vista energético, no siendo medido el consumo por lo cual resulta difícil explicar las causas del resultado obtenido.

Al analizar los componentes del tracto digestivo se verificaron diferencias significativas para la variable de peso neto del retículo-rumen ($p < 0,02$), como resultado de la sustitución del maíz por niveles de PCD en la ración (Tabla 4). El menor peso neto del conjunto retículo-rumen fue presentado por los animales que consumieron maíz en un 100% como fuente de energía de la ración (0PCD). Por otra parte, el mayor peso neto retículo-rumen fue encontrado en el tratamiento cuya sustitución del maíz por PCD fue de 40% (29PCD). Al analizar los componentes del tracto digestivo como porcentaje del peso neto en relación al peso de carcasa no se observaron diferencias estadísticas ($p = 0,293$).

Tabla 4. Características del tracto digestivo de corderos alimentados con niveles crecientes de pulpa cítrica deshidratada.

Variable		Tratamientos ¹				D.S ²	Valor p
		0PCD	14PCD	29PCD	43PCD		
Retículo-rumen	Peso Neto, kg	2,81 ^B	3,33 ^{AB}	3,95 ^A	3,63 ^{AB}	0,47	0,020
	PN/PC, % ²	15,32	15,61	18,80	17,27	1,75	0,293
Omaso	Peso Neto, kg	0,18	0,20	0,20	0,17	0,33	0,782
	PN/PC, %	0,95	0,92	0,92	0,82	0,15	0,752
Abomaso	Peso Neto, kg	0,35	0,36	0,29	0,40	0,37	0,383
	PN/PC, %	1,93	1,67	1,35	1,88	0,32	0,302
Intestino	Peso Neto, kg	2,56	2,97	2,75	2,70	0,40	0,273
	PN/PC ³ , %	14,01 ^A	13,88 ^{AB}	13,05 ^B	12,82 ^B	2,50	0,042

¹ Tratamientos: 0PCD: sin sustitución del maíz por la pulpa cítrica deshidratada; 14PCD: 20% de sustitución del maíz por la pulpa cítrica deshidratada; 29PCD: 40% de sustitución del maíz por la pulpa cítrica deshidratada; 43PCD: 60% de sustitución del maíz por la pulpa cítrica deshidratada en la MS de la dieta.

² D.S.: Desvío Estándar

³ PN peso neto del órgano evaluado PC Peso corporal del animal

(^{A;B;C}) Medias con letras distintas en la fila difieren entre sí por la prueba de Duncan ($P < 0,05$)

Silva et al. (2002), observaron que el peso del retículo-rumen disminuye linealmente con el aumento del porcentaje de concentrado, atribuyendo a ese efecto el menor tenor de contenido gastrointestinal en los animales que reciben mayor cantidad de concentrado. La adición de mayor cantidad de la PCD implica un aumento en el volumen de la ración del alimento suministrado (FDN elevados), razón por la cual promueve un mayor tiempo de permanencia del alimento en el

rumen y por consiguiente su agrandamiento y mayor peso.

Al evaluar el peso neto del omaso, abomaso y los intestinos (Tabla 4), no se encontraron diferencias estadísticas en los tratamientos para ninguno de los órganos citados, de igual modo al evaluar los pesos en relación porcentual al peso de carcasa no se observaron diferencias en los pesos relativos del omaso y abomaso, no así para el peso de los

intestinos, en donde se verificaron diferencias ($p < 0,04$). El tratamiento sin sustitución de maíz por PCD fue donde se obtuvo el mayor peso relativo de intestinos (14,01%) por encima de los tratamientos 29PCD y 43PCD (12,93%).

Según Missio et al. (2009) el aumento del tamaño del intestino está relacionado con la mayor actividad metabólica intestinal, procedente del aumento de la cantidad de maíz molido o sorgo en las dietas con elevados niveles de concentrado. Cantidades significativas de almidón pueden pasar por el rumen sin ser fermentadas y estas son digeridas en el intestino produciendo heces ácidas que aumentan el trabajo intestinal e incremental el peso intestinal por el mayor recambio epitelial.

Al evaluar la cantidad de grasa presente en los diferentes órganos evaluados, tanto en peso neto como en peso relativo no se presentaron diferencias estadísticas, independiente de los niveles de PCD empleados (Tabla 5). La grasa constituye una fracción importante debido a que influye en el aspecto visual de la carcasa, la porción comestible y la calidad de la carne, además de servir como protección contra la deshidratación durante la refrigeración de la carcasa (Ferreira et al. 2000). Pero a la vez la grasa acumulada en los órganos y las vísceras representa un desperdicio que no agrega valor al peso de la carcasa, por esa razón afecta la eficiencia animal en convertir alimento, siendo inevitable esa acumulación cuando el animal avanza en su grado de terminación (Di Marco et al. 2007).

Tabla 5. Relación de peso neto y porcentaje carcasa de los componentes de grasa total de corderos alimentados con niveles crecientes de pulpa cítrica deshidratada.

Variable		Tratamientos ¹				D.S. ⁴	Valor p
		0PCD	14PCD	29PCD	43PCD		
Grasa del Corazón	Peso Neto, kg	0,12	0,14	0,17	0,15	0,22	0,371
	PN/PC, % ²	0,67	0,69	0,84	0,71	0,12	0,645
Grasa de los riñones	Peso Neto, kg	0,28	0,20	0,27	0,23	0,07	0,812
	PN/PC, %	1,54	0,94	1,27	1,10	0,13	0,621
Grasa del TGI ³	Peso Neto, kg	0,97	1,33	1,32	1,54	0,26	0,289
	PN/PC, %	5,33	6,14	6,30	7,23	0,16	0,521

¹ Tratamientos: 0PCD: sin sustitución del maíz por la pulpa cítrica deshidratada; 14PCD: 20% de sustitución del maíz por la pulpa cítrica deshidratada; 29PCD: 40% de sustitución del maíz por la pulpa cítrica deshidratada; 43PCD: 60% de sustitución del maíz por la pulpa cítrica deshidratada en la MS de la dieta.

²PN peso neto del órgano evaluado PC Peso corporal del animal

³ Tracto gastrointestinal

⁴D.S.: Desvío Estándar

Araujo et al. (2012) evaluando el efecto de diferentes niveles de energía metabolizable (EM) (2,18 hasta 2,62 Mcal/kg de MS) sobre el peso y rendimiento de órganos internos así como del TGI en ovinos, encontraron pesos de grasa del corazón de 0,04 kg similares para todos los tratamientos e inferiores a los encontrados en el presente trabajo cuyo promedio fue de 0,15 kg, mientras que la grasa renal presentó valores de 0,08 a 0,32 kg similares en promedio a lo encontrado en el presente trabajo para el nivel de EM equivalente con 0,25 kg, por otra parte la grasa del tracto gastrointestinal fue influenciada por el aumento de los niveles de energía en la dieta, presentando valores de 0,32 a 1,12 siendo el valor de 1,29, encontrado en media para el presente trabajo, ligeramente superior (Tabla 5).

Al evaluar los órganos vitales y analizar los pesos porcentuales de hígado ($p < 0,04$) y riñones ($p < 0,04$) en relación al PC se observaron diferencias estadísticas significativas (Tabla 6).

En cuanto al peso del hígado no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, con media de 0,76 kg (Tabla 6). No obstante, se observaron diferencias en el porcentual del peso en relación al peso de carcasa, hallándose el mayor valor en el tratamiento conteniendo solo maíz como fuente de energía (0PCD). Araujo et al. (2012), mencionaron que el hígado y el bazo, presentan elevada tasa metabólica y esa actividad es intensificada cuando existe un aumento del nivel de energía de la dieta. Estos órganos presentan mayor desarrollo para cubrir la demanda metabólica de un

mayor consumo de nutrientes, por lo tanto el mayor consumo de energía asociado al consumo de maíz puede deberse a la mayor ingesta energética producto del proceso metabólico que implica la

conversión de propionato a glucosa, dicho ácido procede de la degradación ruminal del almidón por las bacterias.

Tabla 6. Relación de peso neto y porcentaje carcasa de los órganos vitales de corderos alimentados con niveles crecientes de pulpa cítrica deshidratada.

Variable		Tratamientos ¹				D.S. ²	Valor p
		0PCD	14PCD	29PCD	43PCD		
Hígado	Peso Neto, kg	0,75	0,84	0,81	0,71	0,28	0,23
	PN/PC, % ²	4,10 ^A	3,95 ^A	3,84 ^{AB}	3,34 ^B	0,43	0,04
Corazón	Peso Neto, kg	0,15	0,15	0,13	0,16	0,09	0,75
	PN/PC, %	0,83	0,73	0,62	0,75	0,18	0,47
Riñones	Peso Neto, kg	0,12	0,12	0,11	0,11	0,14	0,57
	PN/PC, %	0,64 ^A	0,55 ^B	0,51 ^B	0,52 ^B	0,43	0,04
Pulmones	Peso Neto, kg	0,43	0,43	0,45	0,42	0,04	0,91
	PN/PC, %	2,34	2,05	2,16	1,99	0,13	0,62
Bazo	Peso Neto, kg	0,21	0,25	0,22	0,24	0,11	0,68
	PN/PC, %	1,17	1,17	1,04	1,12	0,07	0,79

¹ Tratamientos: 0PCD: sin sustitución del maíz por la pulpa cítrica deshidratada; 14PCD: 20% de sustitución del maíz por la pulpa cítrica deshidratada; 29PCD: 40% de sustitución del maíz por la pulpa cítrica deshidratada; 43PCD: 60% de sustitución del maíz por la pulpa cítrica deshidratada en la MS de la dieta.

²D.S.: Desvío estándar

²PN peso neto del órgano evaluado PC Peso corporal del animal

(^{A,B,C}) Medias con letras distintas en la fila difieren entre sí por la prueba de Duncan ($p < 0,05$)

Tanto el peso neto del corazón como el porcentaje del peso neto con relación al peso de la carcasa no presentaron diferencias significativas. Evaluando el peso neto del riñón en relación al peso de la carcasa, se presentaron diferencias estadísticas, siendo el mayor en el tratamiento sin PCD con 0,64% ($p < 0,045$). En este sentido se reportan mayores pesos de riñones asociados a un aumento de la tasa metabólica del hígado debido a la necesidad de eliminar metabolitos tóxicos como el ácido graso ciclopropenoico debido a que el rumen ovino no presenta la misma eficiencia que el bovino, también existe un aumento del ácido propiónico en dietas con altos niveles de uso de maíz como fuente de energía, esto es debido al aumento de la concentración del ácido propiónico metabolizado en el hígado a glucosa, lo cual aumenta considerablemente su actividad metabólica (Iraira et al. 2013).

En los porcentajes de peso neto con relación al peso de la carcasa de los pulmones y del bazo no se encontraron diferencias estadísticas significativas. Los pesos del corazón y del pulmón mantienen su integridad debido a la alta prioridad de los mismos

para el uso de los nutrientes con lo cual no presentan variaciones debido al nivel de alimentación utilizado para animales de misma condición sexual (Kuss 2007).

CONCLUSIONES

El uso de niveles crecientes de pulpa de cítricos deshidratada en sustitución de maíz en las raciones de corderos no influenció negativamente, tanto en los pesos absolutos como en los rendimientos de la canal de los corderos evaluados.

Por otra parte, niveles crecientes de pulpa de cítricos en la ración no han provocado un aumento de peso de los órganos vitales, los cuales se mantienen relativamente estables, independiente de la dieta ofrecida. El tracto gastrointestinal no ha sufrido un aumento de peso absoluto ni relativo por efecto del empleo de niveles crecientes de pulpa de cítricos deshidratada en la ración, lo cual es deseable para el productor, pues de esta forma se asegura que los requerimientos de mantención no se incrementen con el aumento del tamaño del mismo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, LGC; Osório, JCS; Fernandes, ARM; Ricardo, HA; Cunha, CM. 2014. Produção de carne ovina com foco no consumidor: enciclopédia biosfera. Goiânia, Brasil, Centro Científico Conhecer, v. 10 nº 18. p. 2399-2415.
- Araújo, D de; Pereira, ES; Pimentel, PG; Costa, MRGF; Mizubuti, IY; Ribeiro, ELdA; Campos, ACN; Pinto, AP; Moreno, GMB. 2012. Peso e rendimento dos componentes não-carcaça de ovinos Morada Nova alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável. *Semina: Ciências Agrárias* 33(6):2429-2440.
- DINAC (Dirección Nacional De Aeronáutica Civil, Paraguay); Dirección de Meteorología e Hidrología. 2012. Boletín climático mensual (en línea). Consultado 2 feb 2012. Disponible en http://meteorologia.gov.py/adm/uploads/boletín_climatico.pdf
- Di Marco, ON; Barcelos, JOJ; Da Costa, EC. 2007. Crecimento de bovinos de corte. Porto Alegre, Brasil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 276 p.
- do Prado, IN; Pinheiro, A; Alcalde, C; Zeoula, L; do Nascimento, WG; de Souza, E. 2000. Níveis de Substituição do Milho pela Polpa de Citrus Peletizada sobre o Desempenho e Características de Carcaça de Bovinos Mestiços Confinado. *Revista Brasileira de Zootecnia, Brasil* 29(6):2135-2141.
- FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, España). 2010. Tabla de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos. 3 ed. De Blas, C.; Mateos, GG; García-Rebollar P. (coords.). Madrid, España, Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. 502 p.
- Ferreira, I; Olalquiaga, J; Oliveira, M. 2000. Características de Carcaça de Cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa Inês Puros, Terminados em Confinamento, com Casca de Café como Parte da Dieta. *Revista Brasileira de Zootecnia* 29(1):253-260.
- Henrique, W; Bose, MLV. 1995. Utilização de resíduos culturais e de beneficiamento de na alimentação de bovinos: milho e sorgo. *In: Simpósio sobre nutrição de Bovinos* (6, 1995, Piracicaba, Brasil). Anais. Piracicaba, Brasil, FEALQ, p. 153 - 169.
- Iraira, SP; Ruiz de la Torre, JL; Rodriguez-Prado, M; Casamiglia, S; Manteca, X; Ferret, A. 2013. Feed intake, ruminal fermentation, and animal behavior of beef heifers fed forage free diets containing nonforage fiber sources. *J. Animal Sci.* 91:3827-3835.
- Kuss, F. 2007. Componentes não integrantes da carcaça e características da carcaça e da carne de novilhos inteiros ou castrados, abatidos aos 16 ou 26 meses de idade. Tese para optar al título de Doutor in Science. Porto Alegre, Brasil, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 130 p.
- Macitelli, F; Berchielli, T; Da Silveira B, Andrade, P; Lopes, A; Sato, K; Barbosa, J. 2005. Biometria da carcaça e peso de vísceras e de órgãos internos de Bovinos mestiços alimentados com diferentes volumosos e fontes proteicas. *Revista Brasileira de Zootecnia* 34(5): p.1751-1762.
- Mieres, JM (ed). 2004. Guía para la alimentación de rumiantes. 3 ed. Montevideo, Brasil, Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) La Estanzuela. 142 p. (Serie Técnica Nº 142).
- Missio, R; Brondani, I; Restle, J; da Silva, JS; da Silveira, M; da Silva, VS. 2009. Partes não-integrantes da carcaça de tourinhos alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38(5): 906-915.
- Monteiro, ALG; Garcia, CA; Neres, MA; Prado, OR. 1998. Desempenho e características quantitativas das carcaças de cordeiros alimentados com polpa cítrica em substituição ao milho. *Unimar Ciências, Marília*, 7(1): 65-70.
- Monteiro, JIA. 2000. Avaliação das técnicas de insensibilização de ovinos abatidos na região de Botucatu. Dissertação de Mestrado em Medicina Veterinária. Botucatu, Brasil, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". p. 166.
- Ocampos, ODA. 2008. Desempenho produtivo e características da carcaça de novilhos de três raças de corte submetidos a dois sistemas de

- terminação. Tese D.Sc em Zootecnia. Rio Grande do Sul, Brasil, Faculdade de Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. s.p.
- Omaña, M; Cortes, F; Isaza, C; Garcia, A. 2010. Isotermas de absorción de agua en residuos de extracción de jugo de naranja. *Revista Bioagro* 8(1): 61-67.
- Peripolli, V; Barcellos, J; Ocampos Olmedo, D; Lampert, V; Velho, M. 2013. Componentes não-integrantes da carcaça de bovinos de três grupos genéticos terminados em confinamento ou pastejo rotacionado com suplementação. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 14(1): 209-223.
- Poli, CHEC; Monteiro, ALG; Barros, CS; Moraes, AM; Fernandes, MAM; Piazzeta, HVL. 2008. Produção de ovinos de corte em quatro sistemas de produção. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37: 666-673.
- Rodrigues, GH; Susin, I; Almeida, OC; Urano, FS; Ferreira, EM; Biehl, MV; Alencar, SM. 2009. Perfil dos ácidos graxos do leite de ovelhas alimentadas com rações contendo polpa cítrica desidratada em substituição ao milho. *In: 46ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia* (46, 2009, Maringá, Brasil). *Anais. Maringá, Brasil, Sociedade Brasileira de Zootecnia*. s.p.
- Santos, FAP; Pereira, EM; Pedroso, AM. 2004. Suplementação energética de bovinos de corte em confinamento. *In: Simpósio sobre bovinocultura de corte* (nº, 2004, Piracicaba, Brasil). *Anais. Piracicaba, Brasil, FEALQ*. p. 261-297.
- SAS (Statistical Analysis System, s.l.). 1999. *SAS Procedures Guide, version 8*, Cary, NC. s.l., SAS Institute Inc. s.p.
- Silva, FF; Vadares Filho, SC; Ítavo, LCV. 2002. Consumo, desempenho, características de carcaça e biometria do trato gastrintestinal e dos órgãos internos de novilhos Nelore recebendo dietas com diferentes níveis de concentrado e proteína. *Revista Brasileira de Zootecnia* 31:1849-1864.