

Efeito da substituição do milho pela palma forrageira sobre o desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros terminados em confinamento

Effect of replacing corn with cactus pear on the performance and carcass traits and meat quality of feedlot finished lambs

Karina de Alencar Alves¹ , Joana Angélica Matias de Lima¹ , Marcus Roberto Góes Ferreira Costa² , Thayná Campos da Silva² , Cicero de Lima Brito² , Maria Letícia Rodrigues Gomes³ , José Moraes Pereira Filho¹ , Juliana Paula Felipe de Oliveira⁴ , Romilda Rodrigues do Nascimento^{1*} , Leilson Rocha Bezerra¹ 

¹ Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos, Paraíba, Brasil

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Crato, Ceará, Brasil.

³ Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia, Paraíba, Brasil

⁴ Universidade Federal de Sergipe (UFS), Nossa Senhora da Glória, Sergipe, Brasil

*Autor correspondente: romilda0155@hotmail.com

Resumo

Objetivou-se avaliar o efeito da substituição do milho moído por duas espécies de palma forrageira, *Orelha de Elefante Mexicana-OEM* (*Opuntia stricta* Haw.) e espécie *Gigante* (*Opuntia ficus-indica* Mill) em uma ração completa para terminação de cordeiros avaliando seus efeitos sobre consumo, comportamento ingestivo, desempenho, características de carcaça, cortes comerciais e composição físico-química da carne. Foram utilizados dezoito cordeiros sem padrão racial definido com peso corporal médio de $15,0 \pm 2,32$ kg e foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos (OEM e palma Gigante e grão de milho como controle) e seis repetições. As duas espécies de palma forrageira em substituição ao milho moído na dieta de cordeiros não modificaram o consumo de matéria seca (CMS) proteína bruta e fibra em detergente neutro nem o tempo (min/dia) de ingestão, ruminação e ócio ou ganho corporal final. Cordeiros alimentados com milho moído e palma Gigante apresentaram maior ganho de peso total (GPT) e médio diário (GMD) em relação à espécie OEM. A dieta com milho moído promoveu melhor rendimento de carcaça quente e fria comparando cordeiros recebendo palma forrageira, independente da espécie. Os custos com ração e total (kg/cordeiro) foram maiores para a dieta com milho moído. A substituição do milho moído pela palma forrageira não alterou os teores de umidade, proteína e cinzas da carne, bem como a capacidade de retenção de água, perda por cozimento, força de cisalhamento e intensidade de cor a^* . No entanto, houve efeito para o teor de lipídios da carne, índice de intensidade de cor b^* e L^* , sendo que a espécie de palma *Gigante* e o milho grão moído apresentaram o maior teor de lipídios e intensidade de amarelo (b^*) e menor cor L^* em relação ao OEM. A espécie palma forrageira *Gigante* pode substituir o milho moído como fonte de energia em dietas para cordeiros em terminação, pois melhora significativamente o rendimento financeiro do produtor sem alterar o GMD, CMS, comportamento ingestivo e rendimento dos cortes comerciais.

Palavras-chave: carcaça; coloração; força de cisalhamento; palma; ruminante

Abstract

The aim was to evaluate the effect of replacing ground corn with spineless cactus from two species *Orelha de Elefante Mexicana-OEM* (*Opuntia stricta* Haw.) and *Gigante* (*Opuntia ficus-indica* Mill) in a total mixed ration for finishing lambs evaluating its effects on intake, ingestive behavior, performance, carcass traits, commercial cuts and physiochemical composition of the meat. Eighteen crossbred lambs with average body weight of 15.0 ± 2.32 kg were distributed in a completely randomized design with three treatments (OEM and *Gigante* spineless cactus and ground corn as control treatment) and six replications. Spineless cactus species replacing ground corn in lambs diets does not change the intake of dry matter (DMI), crude protein and neutral detergent fiber or time (min/d) of ingestion, rumination and idleness, or final body weight gain. Lambs fed with ground corn and "*Gigante*" cactus presented a higher total weigh gain (TWG) and average daily weight gain (ADG) when compared to OEM spineless specie. Ground corn diet promoted better hot and cold carcass yield in lambs receiving spineless cactus, regardless of species. Feed and total costs (kg/lamb) were higher for the ground corn diet. The replacement of ground corn with spineless cactus did not change moisture, protein, and ash meat contents, as well as water holding capacity, cooking loss, shear force, and a^* color intensity. However, there was an effect for the meat lipid content, b^* and L^* color intensity and color index, where the species of cactus *Gigante* on ground corn presented the highest lipid content and yellowness (b^*) intensity and lower L^* color compared to OEM. Spineless cactus species *Gigante* can replace ground corn as a source of energy in diets for finishing lambs because it significantly improves the financial income for the producer without changing the ADG, DMI, ingestive behavior and yield of commercial cuts.

Keywords: cactus pear; carcass; color; shear force; ruminant

Recebido: 18 de fevereiro de 2023. Aceito: 3 de maio de 2023. Publicado: 5 de junho de 2023.



Este é um artigo de Acesso Aberto distribuído sob os termos da Creative Commons Attribution License, que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.

<https://revistas.ufg.br/vet/index>

1. Introdução

O milho moído é um dos principais alimentos energéticos utilizados na dieta de ovinos, porém, apesar de ser amplamente utilizado na dieta de monogástricos e ruminantes, possui alto custo. Entre os alimentos concentrados, o milho predomina na maioria dos confinamentos no Brasil e, apesar de seu alto valor energético, quando utilizado em dietas mistas de volumosos e concentrados, pode causar efeito adverso por reduzir a digestibilidade da fibra dietética⁽¹⁾. O alto valor nutritivo do milho moído, como produto alimentício para consumo humano, e a necessidade de sua utilização na composição da alimentação de animais monogástricos, tornam seu custo elevado, levando os produtores a buscarem ingredientes alternativos. Assim, subprodutos ricos em fibras altamente digestíveis têm sido avaliados como fontes alternativas de energia para substituir grãos amiláceos⁽²⁾.

Nesse sentido, a palma forrageira fornece água e ração para animais e humanos em áreas com escassez de água⁽¹⁾. A palma forrageira apresenta em sua composição alto teor de água (80 a 90%) e matéria orgânica (93%), mas possui baixo teor de matéria seca-MS ($\pm 10\%$ da ração) e proteína bruta-PB ($\pm 3,5\%$ em MS), sendo aconselhado o fornecimento acrescido de uma fonte de fibra e uma ração proteica para prevenir problemas digestivos quando fornecida isoladamente^(3,4). No entanto, apesar da baixa concentração de MS, a palma forrageira é uma excelente fonte de energia alimentar para ruminantes devido ao seu alto teor de carboidratos não fibrosos-NFC ($\pm 55\%$ na MS) e nutrientes digestíveis totais (NDT) (4,5). Porém, é importante ressaltar que a palma forrageira não deve ser a única fonte de alimento na dieta do animal, pois possui baixo teor de proteínas. Recomenda-se que a palma forrageira seja utilizada em conjunto com outras fontes alimentares para garantir um adequado equilíbrio nutricional na dieta de ovinos⁽⁶⁾.

Dois espécies de palma forrageira cultivadas predominantemente para alimentação animal, *Opuntia ficus-indica* Mill) ou *Palma Gigante* (PG) é caracterizada pela resistência a doenças, característica determinante na seleção de uma variedade de cactácea, e dentre estas⁽⁸⁾, a *Opuntia stricta* [Haw.] ou *Orelha de Elefante mexicana* (OEM) tem mostrado resistência à cochonilha do carmim, inseto que tem causado sérios prejuízos aos produtores e também tem menor exigência de fertilidade do solo⁽⁹⁾. No entanto, possui muitos espinhos, o que pode comprometer sua palatabilidade e dificultar seu manejo como planta forrageira⁽¹⁰⁾. Em relação à espécie *Opuntia stricta* [Haw.], tem sido amplamente utilizada devido à alta produtividade, maior resistência à seca e maior suscetibilidade à cochonilha do carmim⁽¹¹⁾.

Veras et al.⁽¹²⁾ observaram que a substituição de até 75% de farelo de milho por palma forrageira em dietas de ovinos não alterou o coeficiente de digestibilidade dos

nutrientes e o teor de NDT. Em contraste, Cavalcanti et al.⁽¹³⁾ e Veras et al.⁽¹⁴⁾ verificaram redução na digestibilidade da matéria seca e ganho de peso em ovinos ao substituir milho moído por palma forrageira.

Portanto, a palma forrageira representa uma alternativa promissora ao milho na dieta de ovinos, devido ao seu alto teor de carboidratos de fácil digestão e sua capacidade de fermentação ruminal. Essas características podem aumentar a absorção de nutrientes e torná-la uma opção mais econômica, principalmente em regiões onde a palma for cultivada localmente e extensivamente, levando a altos rendimentos por hectare e custos reduzidos de produção de ração. A incorporação da palma forrageira na dieta também pode melhorar a produtividade animal, pois é uma fonte de energia de alta qualidade que pode facilitar o ganho de peso e melhorar a qualidade da carcaça. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da substituição do milho moído pela palma forrageira sobre o consumo, comportamento ingestivo, desempenho, cortes comerciais e rendimento de carcaça de cordeiros.

2. Material e métodos

Todas as práticas de manejo animal seguiram as recomendações do Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA) para a proteção dos animais usados para experimentação animal e outros fins científicos, aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil (Protocolo número 37/2020).

2.1 Local e instalações

O experimento foi conduzido no biotério de ovinos e caprinos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia- IFCE campus Crato, no município de Crato, Ceará. A localização geográfica é 7°12'25" de latitude sul, 39°26'48" de longitude oeste e 271 m de altitude média em metros. O clima é tropical com uma temperatura média de 25.1 °C, e pluviosidade média anual de 1086 mm.

2.2 Animais, delineamento experimental e dietas

Foram utilizados 18 cordeiros machos sem raça definida, não castrados, com idade média de três meses e peso vivo inicial de 15,0 \pm 2,32 kg. Antes de iniciar o experimento, os animais foram identificados com brincos, pesados, vermifugados, vacinados contra clostridioses além de receberem suplemento vitamínico ADE e após sorteio, distribuídos em baias individuais suspensas com a dimensões 1,60 x 0,80 m, com piso ripado, equipadas com comedouros e bebedouros.

Os cordeiros foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos (milho

moído e duas dietas substituindo o milho moído por duas espécies de palma forrageira "*Palma Gigante*" e "*Orelha de Elefante Mexicana*" e seis repetições por tratamento. O experimento teve duração de 90 dias, precedido por um período de adaptação de 15 dias.

Três dietas completas foram formuladas com relação volumoso: concentrado 40:60, utilizando-se como ingrediente volumoso o feno de capim Tifton em partícula de aproximadamente 5 cm. Os ingredientes utilizados nos concentrados foram milho moído, farelo de soja, óleo de soja, e suplemento mineral (Tabela 1). As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais para ganho de peso de 250 g/dia de acordo com as recomendações do NRC (¹⁵) (Tabela 1).

Tabela 1. Proporções de ingredientes e composição química em % utilizadas para compor a dieta completa.

Item	Tratamentos		
	Milho	Palma Gigante	Palma OEM ¹
Ingrediente (% MS)			
Feno de Tifton-85	40,0	40,0	40,0
Milho moído	38,5	0,00	0,00
Palma gigante	0,00	33,1	0,00
Palma Orelha de Elefante	0,00	0,00	32,9
Farelo de soja	19,0	25,3	25,7
Ureia	1,0	0,4	0,7
Óleo	0,00	0,8	0,00
Mistura mineral	1,5	0,4	0,7
Composição química das dietas (% MS)			
Matéria seca (no alimento fresco)	87,9	27,0	24,9
Minerais totais	5,74	8,75	7,44
Proteína bruta	16,5	16,4	16,5
Extrato etéreo	1,86	2,10	1,60
Fibra em detergente neutro	37,1	40,9	42,3
Carboidratos não-fibrosos	38,8	31,8	32,1
Nutrientes digestíveis totais	68,5	63,0	64,1

¹OEM: espécie *Orelha de Elefante Mexicana*; ²Níveis de garantia por quilograma de produto: 220 g Ca, 163 g P, 12 g S, 12,5 g Mg, 2 mg Zn, 3500 mg Cu, 3640 mg Mn, 310 mg Co, 1960 mg Fe, 280 mg I, 9000 mg Zn, 1630 mg F1, 32 mg Se.

³Corrigido para cinzas e proteínas. ⁴De acordo com as equações do NRC (²¹).

O fornecimento das rações experimentais foi realizado às 8:00 e 16:00h, conforme os tratamentos pré-estabelecidos, com água permanentemente à disposição dos animais em recipientes plásticos. Antes da oferta matinal, foram coletadas as sobras de cada unidade experimental, que depois de pesadas, registradas e amostradas, foram armazenadas sob congelamento (-10°C), juntamente com amostras das rações concentradas e palma para formação posterior de uma amostra composta semanal por animal, que ao final

do período experimental representou uma amostra composta total por animal/tratamento. A quantidade de ração era ajustada diariamente para proporcionar um consumo *at libitum* permitindo uma sobra de 10%.

2.3 Composição química

Foram determinados os teores de matéria seca (MS; 967,03), matéria mineral (MM; 942,05), proteína bruta (PB; 920,29), extrato etéreo (EE; 981,10), de acordo com o AOAC (¹⁶). Para a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), as metodologias descritas por Van Soest et al. (¹⁷) foram utilizadas. Para a análise da FDN, foram adicionadas três gotas (50 µL) de α -amilase por amostra na lavagem com o detergente, como também na água. O teor de FDN foi corrigido para cinzas e proteínas (NDF_{ap}), seguindo a metodologia descrita por Licitra et al. (¹⁸), onde o resíduo detergente neutro foi queimado em um mufla a 600 °C por 4 h, e a correção para a proteína foi realizada descontando a proteína insolúvel em detergente neutro. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados pela equação: $100 - (\%FDN + \%PB + \%EE + \%cinzas)$, de acordo com Weiss (¹⁹). Para os concentrados, devido à presença de uréia em sua constituição, o teor de CNF foi calculado conforme proposto por Hall (¹⁹), sendo $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivado da uréia} + \text{peso \% da uréia}) + \%FDN_{ncp} + \%EE + \%cinzas]$. Com base na composição das rações avaliadas, foram estimados os valores de NDT de manutenção, de acordo com as equações do NRC (²⁰).

2.4 Comportamento ingestivo

Os cordeiros foram monitorados individualmente por dois observadores posicionados para interferir o mínimo possível no comportamento animal. O monitoramento durante 24 horas nos dias 35 e 70 por 24 horas em intervalos de 5 minutos. As observações noturnas foram realizadas com iluminação artificial na qual os animais foram previamente adaptados. As relações obtiveram as variáveis referentes ao comportamento ingestivo: $EAL = CM/TAL$; $ERU = CMS/TRU$; $TMT = TAL + TRU$; $BOL = TRU/MMtb$; $MMnd = BOL/MMnd$. Onde: EAL (gMS/h) é a eficiência de alimentação; CMS (gMS/dia) é o consumo de MS; TAL (h/dia) é o tempo de alimentação; ERU (g MS/h) é a eficiência de ruminação; TRU (h/dia) é o tempo de ruminação; TMT (h/dia) é o tempo de mastigação total; BOL (Nº/dia) é o número de bolos ruminados; $MMtb$ (seg/bolo) é o tempo de mastigação merérica por bolo ruminal; e $MMnb$ (Nº/bolo) é o número de mastigações meréricas por bolo.

2.5 Desempenho

O consumo de nutriente obtido pela diferença entre o total de cada nutriente oferecido na dieta e o total de cada nutriente contido nas sobras. Para a realização das

análises de composição química, as amostras foram pré-secadas a 55°C por 72 horas, moídas em moinho tipo Willey (Tecnal, Piracicaba, São Paulo, Brasil) com peneira de 1 mm e armazenadas em recipientes plásticos hermeticamente fechados.

Para o desempenho os animais foram pesados no início e no final do experimento a fim de determinar o ganho de peso total (GT) obtido pela diferença entre o peso final (PF) e peso inicial (PI): $GT = (PF - PI)$. A estimativa de ganho de peso médio diário (GMD) foi obtida através da relação entre o GT e o total de dias referente ao período do confinamento até o abate: $GMD = GT/75$.

2.6 Abate, características de carcaça e cortes comerciais

Após 75 dias de período experimental, os cordeiros foram submetidos a 16 h de jejum, os animais foram pesados e abatidos. Durante o procedimento de abate, os animais foram insensibilizados por eletronarose (220 V, 1,5 A por 10 segundos; Dal Pino, Santo André, SP, Brasil), de acordo com as orientações do Ministério da Agricultura e Pecuária do Brasil (MAPA, Brasil) para o Serviço de Inspeção Federal (21). No abate, após sangria, esfola e evisceração, foram retiradas a cabeça e as pernas, e as carcaças foram pesadas para obtenção do peso de carcaça quente (PCS) e determinação do rendimento de carcaça quente [$PCS = PSC/PVC$ (peso corporal ao abate) $\times 100$]. E em seguida as carcaças foram resfriadas por 24 horas em câmara frigorífica à temperatura de 4°C, sendo pesada para obtenção do peso da carcaça fria (PCF). Foi calculada a perda de peso por resfriamento (PPR) pela diferença entre $PPR = PCQ - PCF / PCQ \times 100$ e o rendimento carcaça fria ($RCF = PCF / PCA \times 100$). Após o período de refrigeração, as carcaças foram seccionadas ao meio, as meias carcaças foram pesadas e a meia carcaça esquerda seccionada em cinco regiões anatômicas (22), originando os cortes cárneos comerciais: pescoço, paleta, perna, lombo e costilhar. Foram registrados os pesos individuais de cada corte.

As carcaças foram transferidas para uma câmara frigorífica com temperatura de 4°C por 24 horas. Em seguida, o músculo *Longissimus lumborum* passou pelo processo higiênico, onde foram retirados o tecido conjuntivo e a gordura aparente e por fim foi realizado o fracionamento do lombo, que foi acondicionado em cinco bandejas de isopor e vedado com filme transparente de PVC aderente (Poliembalagens®, São Paulo, Brasil) e armazenados em freezer a -18 °C durante o período de armazenamento.

2.7 Análises físico-químicas da carne

Três amostras do *longissimus dorsi* (2,5 cm de espessura) foram utilizadas para determinação da perda

de peso por cozimento (PPC). O peso das amostras foi registrado antes e depois do cozimento (23). A gordura subcutânea das amostras foi removida e cozidas em grelha elétrica (Grill Mondial®, São Paulo, Brasil) a 170 °C, e a temperatura monitorada por termômetro digital portátil (Incoterm®) até o momento em que a temperatura interna do centro geométrico da amostra atingiu 71 °C. Após o cozimento, os bifes foram retirados da grelha e pesados, e a diferença entre o peso inicial e o peso final da amostra foi utilizada para determinar a perda por cozimento, expressa em%.

A capacidade de retenção de água (CRA) foi determinada mediante a colocação de amostras da carne com aproximadamente 100 mg no interior de papel filtro previamente pesado (P1), e prensadas por cinco minutos, utilizando um peso de 3,4 kg. Após a prensagem, as amostras foram removidas e o papel foi pesado novamente (P2). O cálculo seguiu a fórmula: $CRA (\%) = (P2 - P1) / S \times 100$, em que “S” representa o peso da amostra, segundo método de pressão proposto por (24).

Foram retiradas seis amostras cilíndricas de cada bife em uma bancada com dimensão de aproximadamente 1,12 mm de diâmetro. A força de cisalhamento foi determinada com o aparelho Warner-Bratzler Shear Force (GR Electrical Manufacturing Company, 25 kg) como descrito por (25).

Após a exposição das amostras à atmosfera por 30 minutos para oxigenação da mioglobina, as mensurações relativas à cor foram realizadas em triplicata, por meio de colorímetro Minolta CR-400 (Konica Minolta, Osaka, Japão), empregando o sistema CIE (*Commission internationale de l'éclairage*) L*, a*, b*, ao término obtendo uma média das variáveis. Foram avaliados os parâmetros L* - luminosidade (L* 0 = preto; 100 = branco), a* - índice de vermelho e b* - índice de amarelo de acordo com Miltenburg et al. (26).

A determinação do teor de umidade, matéria seca, minerais e proteína bruta da carne seguiram as recomendações da AOAC (27).

2.8 Análise econômica das dietas

A análise de custo considerou a análise descritiva do custo das dietas durante os 75 dias de experimento, com ingredientes precificados com base na cotação atual do dólar americano (Dairy Farm International Holdings, Ltd.), bem como o lucro com a venda da carne de cabra carcaça de cabrito (kg). O rendimento sobre o custo de alimentação (IOFC) foi calculado através da seguinte equação (28): $IOFC = Receita Total (TR) - Custo Total com Alimentação (CFT)$, onde: TR = receita gerada após a venda de carcaças resfriadas, e TFC = custo de alimentação por dieta \times consumo de matéria seca. A rentabilidade econômica (lucro ou prejuízo) é apresentada em US\$/animal.

2.9 Análises estatísticas

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três tratamentos e seis repetições por tratamento. Os dados obtidos foram analisados utilizando-se o SAS 9.4 e o seguinte modelo estatístico foi utilizado:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}, \text{ onde:}$$

Y_{ij} = valor observado na unidade experimental que recebeu o tratamento i , repetição j ;

μ = média geral comum a todas as observações;

τ_i = efeito do tratamento i ;

ε_{ij} = erro aleatório com média 0 e variância σ^2

Os dados foram analisados por meio do procedimento MIXED no SAS (versão 9.4); as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Adotou-se o valor de significância de 0,05 como valor crítico da probabilidade de erros tipo I e II. O teste estatístico escolhido controla adequadamente as taxas de erro por experimento e por comparação, preservando o nível nominal de significância e essencial controle dos erros tipo I e II e, portanto, foi escolhido para as variáveis estudadas.

3. Resultados

A substituição do milho pelas variedades de palma não influenciou o consumo de MS, PB e FDN ($P > 0,05$), bem como o comportamento ingestivo ($P > 0,05$) de ovinos em confinamento (Tabela 2). A maior parte do tempo foi gasto em ócio (704 min/dia em média) seguido de ruminação (514,33 min/dia em média), e menor tempo de ingestão (222, min/dia em média).

Tabela 2. Consumo de nutrientes e comportamento ingestivo de ovinos alimentados com milho ou palma forrageira

Variáveis	Tratamentos			EPM ²	P-valor ³
	Milho	Palma Gigante	Palma OEM ¹		
Consumo (g dia ⁻¹)					
Matéria seca	924	1038	970	0,09	0,6898
Proteína bruta	176	158	142	0,01	0,1453
Fibra em detergente neutro	321	280	283	0,02	0,4255
Comportamento ingestivo					
Ruminação (min/dia)	495	510	538	15,6	0,6596
Ingestão (min/dia)	207	243	216	23,8	0,5530
Ócio (min/dia)	738	687	686	50,1	0,7266
Ingestão de MS	293	263	278	34,8	0,8396
Ingestão de FDN	68,7	71,9	75,1	5,93	0,7571
Ruminação de MS	110	121	111	8,76	0,6179
Ruminação de FDN	35,4	32,9	32,4	35,4	0,6272
TMT (min/dia)	703	754	754	49,9	0,7139

MS, matéria seca; FDN, fibra em detergente neutro; e TCT, tempo total de mastigação; ¹OEM: espécie *Orelha de Elefante Mexicana*; ²SEM: média do erro padrão; ³Valores médios seguidos de letras diferentes, na mesma linha, são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Em relação ao desempenho e às características de carcaça dos cordeiros, os cordeiros alimentados com milho moído e palma forrageira apresentaram maior ganho total e GMD ($P = 0,0243$) em relação à espécie OEM. A dieta com milho moído promoveu maior HCY e CCY ($P < 0,05$) comparando cordeiros recebendo palma forrageira, independentemente da espécie (Tabela 3). Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) para peso corporal final, ganho de peso total, eficiência alimentar peso de carcaça quente e peso de carcaça fria.

Tabela 3. Desempenho e características de carcaça de ovinos alimentados com milho ou palma forrageira

Variáveis	Tratamentos			EPM ²	P-valor ³
	Milho	Palma Gigante	Palma OEM ¹		
Desempenho					
Peso inicial (kg)	16,8	16,4	16,9	-	-
Peso final (kg)	30,1	30,2	29,0	2,13	0,8829
Ganho de peso total (kg)	13,3a	13,8a	12,1b	1,44	0,0243
Ganho médio diário (kg/d)	177a	184a	161b	13,2	0,0243
Eficiência alimentar (g/g) ⁴	0,19	0,18	0,17	0,01	0,7473
Características de carcaça					
Peso da carcaça quente (kg)	12,06	11,64	11,47	0,94	0,6592
Rendimento de carcaça quente (%)	45,59a	42,56b	43,93ab	0,68	0,0220
Peso da carcaça fria (kg)	11,91	11,51	11,29	0,92	0,6447
Rendimento de carcaça fria (%)	45,06a	42,06b	43,26ab	0,66	0,0186
Perda de peso por resfriamento (kg)	0,15	0,14	0,17	0,02	0,4821
Análise econômica da dieta (US\$) ⁴					
Custo de alimentação (kg MS/cordeiro)	0,42	0,22	0,22	-	-
Custo total de alimentação	29,32	17,22	16,28	-	-
Rendimento total da carcaça	48,83	45,73	45,16	-	-
Resultados (lucro ou prejuízo)	19,51	28,51	28,89	-	-

¹OEM: espécie *Orelha de Elefante Mexicana*; ²SEM: erro padrão médio. ³Valores médios seguidos por letras diferentes, na mesma linha, são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ⁴Receita sobre custos de alimentação; Preço em dólares cotado a US\$ 5,35;

Os custos totais e de alimentação (kg/cordeiro) foram maiores para a dieta de milho moído (0,42 e 29,32). No entanto, para a dieta contendo OEM de palma forrageira, proporcionou melhor custo e consequentemente maior lucro quando comparada às demais dietas.

Os pesos e rendimentos dos cortes comerciais de cortes comerciais não foram influenciados ($P > 0,05$) pela substituição do milho moído pela palma forrageira, (Tabela 4), exceto para o rendimento de peito ($P = 0,01$) que foi maior para a dieta com a espécie "*Gigante*" e OEM (9,37 e 9,30%).

Tabela 4. Pesos e rendimentos dos cortes comerciais de cordeiros SRD alimentados com dietas contendo palma forrageira.

Variáveis	Tratamentos			EPM ¹	P-valor ²
	Milho	Palma Gigante	Palma OEM		
Pesos					
½ Carcaça	6,53	6,14	6,20	0,51	0,8472
Lombo (kg)	0,82	0,75	0,72	0,06	0,4823
Pernil (kg)	1,60	1,46	1,55	0,12	0,7351
Paleta (kg)	1,15	1,09	1,04	0,07	0,4981
Costela (kg)	1,20	1,14	1,18	0,13	0,9380
Peito (kg)	0,49	0,57	0,58	0,05	0,4389
Fraldinha (kg)	0,36	0,35	0,31	0,04	0,6782
Pescoço (kg)	0,91	0,78	0,81	0,08	0,5422
Rendimentos					
R. Lombo (%)	12,77	12,20	11,58	0,45	0,2109
R. Pernil (%)	24,67	23,83	25,07	0,59	0,3376
R. Paleta (%)	17,86	17,69	16,93	0,45	0,3265
R. Costela (%)	18,00	18,4	18,95	0,63	0,5829
R. Peito (%)	7,44 a	9,37b	9,30b	0,47	0,0166
R. Fraldinha (%)	5,47	5,74	4,98	0,30	0,2263
R. Pescoço (%)	13,77	12,71	13,19	0,66	0,5233

¹OEM: espécie *Orelha de Elefante Mexicana*; ²SEM: média do erro padrão; ³Valores médios seguidos de letras diferentes, na mesma linha, são significativamente diferentes pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05).

A substituição do milho moído pela palma forrageira não alterou (P > 0,05) os teores de umidade, proteína e cinzas da carne, bem como a capacidade de retenção de água, perda por cocção, força de cisalhamento e intensidade de cor a* (Tabela 5). No entanto, houve efeito para o teor de lipídios da carne (P = 0,001), b* (P = 0,001) e L* índice de intensidade de cor, sendo que a espécie de palma gigante em milho moído apresentou o maior teor de lipídios e intensidade de amarelecimento e cor L* mais baixa em comparação com o OEM.

Tabela 5. Características físico-químicas do músculo *longissimus dorsi* de ovinos alimentados com palma forrageira

Item	Tratamentos			EPM ²	P-valor ³
	Milho	Palma Gigante	Palma OEM		
Umidade (g/100 g de carne)	74.29	74.26	74.21	0.33	0.1903
Matéria seca (g/100 g de carne)	25.71	25.74	25.79	0.33	0.1903
Proteína (g/100 g de carne)	21.23	22.19	23.10	0.61	0.0980
Lipídio (g/100 g de carne)	3.07a	2.32ab	1.44b	0.18	0.0123
Cinzas (g/100 g de carne)	1.41	1.23	1.25	0.07	0.1770
Capacidade de retenção de água (%)	31,70	31,55	31,69	1,16	0,9948
Perdas por cocção (%)	68,91	77,03	77,00	3,39	0,1827
Força de cisalhamento (kgf/cm ²)	0,83	0,78	0,67	0,12	0,6040
Índices de coloração					
L* (luminosidade)	50,07a	51,88ab	46,97b	0,87	0,0040
a* (vermelho)	12,95	13,62	14,58	0,81	0,3872
b* (amarelo)	13,18a	13,71a	11,06b	0,42	0,0012

¹OEM: espécie *Orelha de Elefante Mexicana*; ²SEM: média do erro padrão; ³Valores médios seguidos de letras diferentes, na mesma linha, são significativamente diferentes pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05).

4. Discussão

A similaridade do CMS entre cordeiros está diretamente relacionada ao comportamento ingestivo dos animais, bem como à semelhança da composição química das dietas, uma vez que a utilização do feno de Tifton (fibra) proporcionou taxas de ruminação semelhantes aos animais que consumiram palma forrageira, apesar do menor teor de MS nas dietas contendo palma forrageira. Segundo Van Soest (²⁹) e Maciel et al. (³⁰), a atividade de ruminação em animais adultos ocupa em torno de oito horas/dia, variando de quatro a nove horas. A média obtida neste estudo para o tempo de ruminação foi de 8,5 horas (514 min), corroborando esta afirmação. A composição da dieta influencia o comportamento animal. Segundo (⁷), ingredientes alimentares com maiores proporções de material fibroso requerem maior tempo de alimentação e ruminação para atender às suas necessidades e diminuição de partículas do material para serem melhor aproveitadas pelas bactérias.

Costa et al, (³¹) observaram que a substituição total do milho pela palma forrageira, apesar de levar à redução no ganho de peso, aumentou o consumo de MS e melhorou a capacidade de ovinos em digerir os nutrientes e recomendou a palma forrageira como parte da dieta durante a terminação ovinos em confinamento.

A espécie de palma forrageira *Gigante*, assim como o milho moído, promoveram elevado ganho de peso, o que não ocorreu com as espécies OEM. A palma forrageira é uma rica fonte de carboidratos de fácil digestão e possui alta taxa de fermentação ruminal, o que pode melhorar a absorção de nutrientes pelo animal (¹¹). Em comparação com outros alimentos, o teor de fibras na palma forrageira é baixo, principalmente a fração lignina-celulose, e a porcentagem de carboidratos solúveis é alta (^{31,32}). No entanto, embora os carboidratos solúveis sejam rápida e extensivamente fermentados no rúmen, as características de fermentação entre a palma forrageira diferem e estão amplamente relacionadas à presença de ácidos orgânicos. A digestão da pectina, que está mais presente na palma forrageira, por exemplo, resulta em menor produção de ácido láctico (^{33,34}) do que o amido (carboidrato solúvel) presente em grande quantidade no milho, o que pode explicar o fato de a palma forrageira OEM não produzir permitir ADG como milho moído. HCY e CCY estão dentro da faixa de valores (40% a 50%) normalmente encontrados para cordeiros (^{35,36}).

O custo/kg/cordeiro da dieta com milho moído ao final dos 75 dias experimentais apresentou um custo total de alimentação 10% maior quando comparado às dietas com palma forrageira e OEM. Entretanto, a dieta contendo espécies de palma forrageira apresentou melhor custo que as demais. O custo de produção com a OEM foi promissor, pois o custo da ração foi menor, pois o custo do kg da palma forrageira é menor que o do milho moído, proporcionando melhor rentabilidade (³⁷). Houve

maior custo da dieta (10%) com milho moído para produção de carcaça, em relação às demais dietas (US\$ 0,42 kg/MS).

Não houve efeito significativo da substituição do milho moído pela palma forrageira sobre o peso e rendimento dos principais cortes comerciais da carcaça (perna, lombo e paleta). Esse comportamento pode ser devido à semelhança do peso corporal dos animais abatidos. O rendimento de peito foi maior para a dieta com palma "Gigante" em relação à OEM, demonstrando que a inclusão da palma forrageira na dieta influenciou este corte caracterizado como terceiro, fornecendo mais carboidratos não fibrosos e não comprometendo a qualidade de cortes caros. Dessa forma, o peso ótimo para cada corte será aquele em que seu valor seja máximo, tanto para o produtor quanto para o consumidor, principalmente em relação à proporção de cortes que passa a ser um fator determinante de seu valor comercial⁽³⁸⁾.

O teor de b* na carne dos animais alimentados com a palma forrageira espécie Gigante, assim como o milho moído, reflete o maior ganho de peso desses animais, o que promoveu maior depósito de gordura. Cordeiros receberam dieta rica em energia e carotenoides, como milho moído e espécie Gigante Spinless⁽⁴¹⁾ que fica armazenado no tecido adiposo, intra e intramuscular na carne, que, por sua vez, são os principais responsáveis pela coloração amarelada observada em carne de cordeiro, explicando o aumento do parâmetro b*, mostrando que a carne de cordeiro com maiores pontuações indica que a tonalidade vermelha está mais próxima da região amarela⁽⁴²⁾. O índice de cor da carne é um dos parâmetros mais valorizados no momento da compra, representando um importante fator de qualidade sensorial devido à sua associação com o frescor da carne⁽³⁹⁾. Os valores de luminosidade (L*) diferiram entre OEM e dietas, o que pode indicar que as dietas com essa variedade estavam mais disponíveis, influenciando nessa característica, visto que um dos fatores que alteram a cor da carne é a dieta⁽⁴⁰⁾.

Os parâmetros instrumentais de capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (CWL) e força de cisalhamento (SF) não foram afetados pela dieta, isso ocorreu devido aos valores de pH estarem normais no abate, obtendo valores médios recomendados para carne de cordeiro, o que foram 1,76 kgf/cm² SF, 31,64% para WHC e 74,31% para CWL (41). Portanto, com base neste valor a carne dos cordeiros deste estudo pode ser considerada macia, pois está abaixo de 2 kgf/cm² o que pode resultar em alta aceitação pelo consumidor (42). Esses resultados podem ser explicados devido aos maiores teores de gordura na carcaça, pois proporcionam menores perdas durante o cozimento, resultando em carnes mais suculentas, pois a gordura da carne atua como uma barreira à perda de umidade⁽⁴³⁾.

5. Conclusão

A palma da espécie *Gigante* pode substituir o milho moído como fonte de energia em dietas para cordeiros em terminação, pois melhora significativamente o rendimento financeiro do produtor sem alterar o GMD, CMS, comportamento ingestivo e rendimento dos cortes comerciais. Cordeiros alimentados com a palma forrageira espécie *Orelha de Elefante Mexicana* apresentaram menor ganho de peso e rendimentos de deposição de lipídeos na carne em comparação a *Gigante* e ao milho moído.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver interesses conflitantes.

Contribuições do autor

Conceituação: K. A. Alencar. **Curadoria de dados:** K.A. Alencar e J.A.M.d Lima. **Investigação:** K.A. Alencar, T.C. da Silva e M.L.R.Gomes. **Metodologia:** K.A. Alves e C. de L. Brito. **Redação (revisão e edição):** M. R. G. F. Costa, J. M. Pereira Filho, J. P. F. de Oliveira, R. R. do Nascimento e L. R. Bezerra.

Agradecimentos

Esta pesquisa contou com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Brasil), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e da Universidade Federal da Bahia por meio de apoio institucional.

Disponibilidade de dados

Os autores declaram que todos os dados e materiais utilizados neste estudo estão de acordo com as normas de campo e disponíveis sob demanda.

Referências

1. Vastolo A, Calabrò S, Cutrignelli MI. A review on the use of agro-industrial CO-products in animals' diets. *Italian J. Anim. Sci.* 2022;21(1):577-594. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2022.2039562>
2. Araújo PRB, Ferreira M de A, Brasil LH de A, Santos DC dos, Lima RMB, Vêras ASC. Substituição do milho por palma forrageira em dietas completas para vacas em lactação. *R. Bras. Zootec.* 2004;33(6):1850-1857. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000700024>
3. Cordova-Torres AV, Guerra RR, Araújo Filho JT de, Medeiros AN, Costa RG, Ribeiro NL, Bezerra LR. Effect of water deprivation and increasing levels of spineless cactus (*Nopalea cochenillifera*) cladodes in the diet of growing lambs on intake, growth performance and ruminal and intestinal morphometric changes. *Liv. Sci.* 2022;258:104828. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.104828>
4. Tegeghe F, Kijora C, Peters KJ. Study on the optimal level of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) supplementation to sheep and its contribution as source of water. *Small Rumin. Res.* 2007; 72: 157-164. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.10.004>

5. Albuquerque I, Araújo G, Santos F, Carvalho G, Santos E, Nobre I, Bezerra L, Silva-Júnior J, Silva-Filho E, Oliveira R. Performance, body water balance, ingestive behavior and blood metabolites in goats fed with cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) silage subjected to an intermittent water supply. Sustainability. 2020; 12: 2881. <https://doi.org/10.3390/su12072881>.
6. Cordova-Torres AV, Mendoza-Mendoza JC, Bernal-Santos G, García-Gasca T, Kawas JR, Costa RG, Mondragon Jacobo C, Andrade-Montemayor HM. Nutritional composition, in vitro degradability and gas production of *Opuntia ficus indica* and four other wild cacti species. Life Sci. J. 2015;12: 42–54. <https://doi.org/10.7537/marslsj1202s15.07>
7. Felix SCR, Pessoa RAS, de Andrade Ferreira M, Soares LFP, de Lima Silva J, de Abreu K SF, de Melo ACC. Intake, performance, and carcass characteristics of lambs fed spineless cactus replacing wheat bran. Trop. Anim. Health Prod 2016;48(2):465-46 <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0969-2>
8. Moraes GS de O, Guim A, Tabosa JN, Chagas JCC, Almeida M de P, Ferreira Mde A. Cactus [*Opuntia stricta* (Haw.) Haw] cladodes and corn silage: How do we maximize the performance of lactating dairy cows reared in semiarid regions? Livest. Sci. 2019; 221: 133–138. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.01.026>
9. Almeida HA de, Soares ER de A, Neto JA dos S, Pinto I de O. Social and productive indicators of forage palm and the survival of livestock activity in the semi-arid region of Northeastern Brazil. Asian J. Adv. Agric. Res. 2019:1–12. <https://doi.org/10.9734/ajaar/2019/v10i130018>
10. Marques OFC, Gomes LSP, Mourthé MHF, Braz TG S, Pires Neto OS. Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de ovinos. Cad. Ci. Agr. 2017;9(1): 75-93.
11. Magalhães ALR, Teodoro AL, Oliveira LP, Gois GC, Campos FS, Andrade AP, Melo A AS, Nascimento DB, Silva WA. Chemical composition, fractionation of carbohydrates and nitrogen compounds, ruminal degradation kinetics, and in vitro gas production of cactus pear genotypes. Ci. Anim. Bras. 2021;22:e-69338 <https://doi.org/10.1590/1809-6891v22e-69338>
12. Veras RML, Ferreira M de A, Carvalho FFR de, Vêras ASC. Farelo de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em substituição ao milho: 1. digestibilidade aparente de nutrientes. R. Bras. Zootec. 2002;31(3):1302–6. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000500029>
13. Cavalcanti CVA, Ferreira MA, Veras, RML. Farelo de palma forrageira como fonte de energia para ovinos em crescimento. 1. Digestibilidade aparente. In: Congresso De Iniciação Científica UFRPE, 11, 2002, Recife. Anais. Recife: Universidade Federal Rural do Pernambuco, 2002. p.403-404.
14. Vêras RML, Ferreira M de A, Cavalcanti CV de A, Vêras ASC, Carvalho FFR de, Santos GRA dos, Alves, KS, Souto Maior Júnior, RJ. Substituição do milho por farelo de palma forrageira em dietas de ovinos em crescimento: desempenho. R. Bras. Zootec. 2005;34(1):249–56. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000100029>
15. National Research Council-NRC. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and New World camelids, 1st ed. National Academies Press, Washington, D.C.2007.
16. AOAC. Official Methods of Analysis, 19th ed. Association of Official Analytical Chemistry, Washington, DC, USA.2012.
17. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74, 3583–3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302.1991.\(91\):78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302.1991.(91):78551-2)
18. Licitra G, Hernandez TM, Van Soest PJ. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. Anim. Feed Sci. Technol. 1996;57:347–358. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(95\)00837-3](https://doi.org/10.1016/0377-8401(95)00837-3)
19. Hall MB. Neutral Detergent-Soluble Carbohydrates Nutritional Relevance and Analysis - A Laboratorial Manual.2000.
20. National Research Council-NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.
21. Brazil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Portaria Nº 365, de 16 de julho DE 2021 – SDA/MA-PA, Aprova o Regulamento Técnico de Manejo Pré-abate e Abate Humanitário e os métodos de insensibilização autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Acesso em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/boas-praticas-de-producao-animal/legislacao#:~:text=Portaria%20n%C2%BA%20365%20de%2016,Agricultura%2C%20Pecu%C3%A1ria%20e%20Abastecimento>.
22. Cezar MF, Souza WH. Carcaças Ovinas e Caprinas: obtenção, avaliação e classificação. Uberaba-MG.2007.
23. AMSA. Research guiderlines for cookery, sensory evaluation and instrumental terderness Measurements of fresh meat. Chicago.1995
24. Sierra I Aportaciones al estudio del cruce Blanco Belga x Landrace: caracteres productivos, calidad de la canal y calidad de la carne. Rev. del Inst. Econ. y Prod. Ganad. del Ebro 1973; 16: 43–48.
25. AMSA. Guiderlines for sensory, physical and chemical measurements in ground beef. Chicago, IL.1978
26. Miltenburg GA, Wensing T, Smulders FJ, Breukink HJ. Relationship between blood hemoglobin, plasma and tissue iron, muscle heme pigment, and carcass color of veal. J. Anim. Sci. 1992;70:2766–2772. <https://doi.org/10.2527/1992.7092766x>
27. Association on Official Analytical Chemists (AOAC). Official methods of analysis, 20th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.2016.
28. Buza MH, Holden LA, White RA, Ishler VA. Evaluating the effect of ration composition on income over feed cost and milk yield. J. Dairy Sci. 2014; 97:3073–3080. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7622>.
29. Van Soest PJ. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell university press.2018.
30. Maciel LPAA, de Carvalho FFR, Batista ÂMV, Guim A, do Vale Maciel M, Cardoso D B, Lima Júnior DM. Intake, digestibility and metabolism in sheep fed with increasing levels of spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck). Trop. Anim. Health Prod. 2019;51: 1717-1723. doi: <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01868-4>.
31. Costa RG, Treviño IH, Medeiros GR, Medeiros AN, Gonzaga Neto S, Azevedo PS, Pinto TF. Feeding behavior and performance of sheep fed cactus in substitution of corn. R. Bras. Zootec. 2013;42:785-791. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982013001100004>
32. Nefzaoui A, Ben Salem H. Opuntiae: a strategic fodder and efficient tool to combat desertification in the wana region. 2003. Disponível em <<http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/PUBLICAT/Cactusnt/cactus2.htm>> Acessado em: 04 de maio de 2023.
33. Strobel HJ, Russel JB. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate-limited cultures of mixed rumen bacteria. J. Dairy Sci. 1986; 69:2941-2947.

34. Morales-Martínez Y, López-Cuellar MR, Chavarría-Hernández N, Rodríguez-Hernández AI. Rheological behaviour of acetylated pectins from cactus pear fruits (*Opuntia albicarpa* and *O. matudae*). Food Hydrocol. 2018;85(1):110-119. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.07.009>
35. Macías-Cruz U, Saavedra OR, Correa-Calderón A, Mellado M, Torrentera NG, Chay-Canul A, López-Baca MA, Avendaño-Reyes L. Feedlot growth, carcass characteristics and meat quality of hair breed male lambs exposed to seasonal heat stress (winter vs. summer) in an arid climate. Meat Sci.2020; 169: 108202. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108202>
36. Rego FCA, Lima LD, Baise J, Gasparini MJ, Eleodoro JI, Santos MD, Zundth M. Desempenho, características da carcaça e da carne de cordeiros confinados com níveis crescentes de bagaço de laranja em substituição ao milho. Ci. Anim. Bras. 2019; 20: 1-12 <https://doi.org/10.1590/1809-6891v20e-50159>
37. Santos RD, Neves ALA, Santos DC, Pereira LGR, Gonçalves LC, Ferreira AL, Sollenberger LE. Divergence in nutrient concentration, in vitro degradation and gas production potential of spineless cactus genotypes selected for insect resistance The Journal of Agricultural Science,2018;156 (3): 450-456. DOI: <https://doi.org/10.1017/S002185961800031X>
38. Oliveira JPF, de Andrade Ferreira M, Alves AMSV, de Melo ACC, de Andrade IB, Urbano SA, Barros Melo TT. Carcass characteristics of lambs fed spineless cactus as a replacement for sugarcane. Asian-Austral. J. Anim Sci. 2018; 31(4): 529 doi: <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0375>
39. Pellegrini LGD, Richards, NSPDS, Mello RDO, Venturini RS, Carvalho S. Propriedades físico-químicas da carne de cordeiros confinados com diferentes níveis de caroço de algodão na dieta. Revista Ciê.Agron. 2020: 51. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200036>.
40. Esteves GIF, Peripolli V, Menezes AM, Louvandini H, Silva AF, Cardoso CC, McManus C. Características de carcaça e qualidade da carne de ovelhas de descarte em diferentes idades. Ci. Anim. Bras. 2018:19. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000700023>
41. Meléndez-Martínez AJ, Mandić AI, Bantis F, Böhm V, Borge GIA, Brnčić M, Bysted A, Cano MP, Dias MG, Elgersma A, Fikselová M, García-Alonso J, Giuffrida D, Gonçalves VSS, Hornero-Méndez D, Kljak K, Lavelli V, Manganaris GA, Mappelli-Brahm P, Marounek M, Olmedilla-Alonso B, Periago-Castón MJ, Pintea A, Sheehan JJ, Tumbas Šaponjac V, Valšíková-Frey M, Meulebroek L, Van O'Brien N. A comprehensive review on carotenoids in foods and feeds: status quo, applications, patents, and research needs. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2022; 62:1999–2049. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1867959>
42. Bressan MC, Oda SHI, Cardoso M das G, Miguel GZ, Freitas RTF de, Vieira JO, Faria PB, Savian TV, Ferrão SPB. Fat acids composition of the capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766) commercial cuts. Ci agrotecnol 2004;28:1352–1359. <https://doi.org/10.1590/s1413-70542004000600018>
43. Silva Sobrinho AGD, Purchas RW, Kadim IT, Yamamoto SM. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. Rev. Bras. Zootecn.2005; 34 (3): 1070-1078.