

GÉRMEN INTEGRAL DE MILHO EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO NA DIETA DE OVINOS SANTA INÊS: CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E COMPOSIÇÃO TECIDUAL

[*Corn germ meal in replacement of corn in Santa Ines sheep diet: carcass characteristics and tissue composition*]

Stela Antas Urbano^{1*}, Marcelo de Andrade Ferreira², Safira Valença Bispo³, Emmanuelle Cordeiro da Silva⁴, Juraci Marcos Alves Suassuna⁵, Juliana Paula Felipe de Oliveira⁶

¹ Zootecnista, D.Sc., bolsista do Programa Nacional de Pós-doutorado CAPES/UFRN.

² Eng^o. Agrônomo, Ph.D., Professor Titular da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Campus Sede – Recife.

³ Zootecnista, D.Sc., Professora Adjunta da Universidade Federal Rural de Pernambuco – Campus Garanhuns.

⁴ Zootecnista, M.Sc.

⁵ Zootecnista, M.Sc., Universidade Federal da Paraíba – Campus Areia.

⁶ Zootecnista, M.Sc., doutoranda em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

RESUMO – Avaliou-se o efeito da substituição do milho pelo gérmen integral de milho (0; 25; 50; 75 e 100%) na dieta de ovinos da raça Santa Inês sobre as características de carcaça, pesos e rendimentos dos cortes cárneos e composição tecidual da perna. Quarenta animais não emasculados da raça Santa Inês foram abatidos após 70 dias de confinamento. Verificou-se efeito linear decrescente para o consumo de matéria seca, proteína bruta e nutrientes digestíveis totais, bem como para os pesos e rendimentos de carcaça, área de olho-de-lombo, pesos dos cortes cárneos comerciais e componentes tissulares da perna. Houve aumento linear para o pH final da carcaça, sem efeito sobre o pH inicial e temperaturas inicial e final. O rendimento dos cortes cárneos, os percentuais de músculos e de gordura da perna e a relação músculo : gordura não foram influenciados pela substituição. Para os percentuais de ossos e de outros tecidos da perna houve efeito linear crescente. As relações músculo : osso, gordura subcutânea : gordura intermuscular e o índice de musculabilidade da perna decresceram linearmente com a substituição. Não se recomenda a substituição do milho pelo gérmen integral de milho na dieta de ovinos da raça Santa Inês confinados.

Palavras-Chave: co-produto; cordeiro; energia; musculabilidade; pH final.

ABSTRACT – The effects of replacing corn to corn germ meal (0; 25; 50; 75 and 100%) in the diet of Santa Ines sheep on the carcass characteristics, weight and yield of meat cuts and tissue composition of the leg were studied. Forty non castrated sheep were slaughtered after 70 days of confinement. The intakes of dry matter, crude protein and total digestible nutrients decreased linearly with the substitution, as well as the weight of all commercial cuts and tissue components of the leg. There was a linear increase in the final pH carcass without effect on the initial pH and the initial and final temperatures. The yield of meat cuts, the percentage of muscle and fat of the leg and the relation muscle : fat were not affected by the replacement. For the percentage of bones and other tissues of the leg there was a linear increase. Relations muscle : bone, subcutaneous fat : intermuscular fat and the leg muscularity index decreased with the replacement. It is not recommended to replace corn by corn germ meal in Santa Ines sheep diets.

Keywords: co-products; lamb; energy; muscularity; final pH.

* Autor para correspondência. E-mail: stela_antas@yahoo.com.br

Recebido: 20 de abril de 2016.

Aceito para publicação: 11 de maio de 2016.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por carne ovina de qualidade no mercado brasileiro induz a intensificação deste sistema de produção. Para tanto, a suplementação alimentar dos animais que compõem tal sistema tem sido a alternativa escolhida pela grande maioria dos produtores como estratégia para diminuir a idade ao abate, produzir carcaças com padrões de qualidade satisfatórios e intensificar, de fato, a produção de ovinos.

A busca por alternativas que possibilitem melhores combinações de ingredientes e redução dos custos com alimentação é uma realidade no estudo da nutrição animal. Dentre estas alternativas destaca-se a utilização dos subprodutos agroindustriais, que se propõem a maximizar a utilização de dado produto, gerando menor quantidade de resíduos, bem como a minimizar a utilização de ingredientes da alimentação humana na alimentação animal, visando diminuir o custo total de produção.

O beneficiamento do grão de milho gera uma vasta gama de produtos e co-produtos, muitos com possibilidade de inclusão na alimentação animal. O gérmen integral de milho (GIM) pode ser definido como o resultado da trituração do gérmen, do tegumento e das partículas amiláceas, obtidos por extração mecânica, com alto teor de extrato etéreo (Brito et al., 2005). O gérmen representa 13% do grão de milho e concentra quase a totalidade dos lipídeos e dos minerais do grão, além de conter quantidades importantes de proteínas e açúcares (Miotto et al., 2009). Contudo, apesar de apresentar bom potencial nutritivo, a avaliação deste co-produto como ingrediente alternativo torna-se indispensável, sobretudo quando utilizado na alimentação de ruminantes, tendo em vista a baixa tolerância à gordura por parte da flora microbiana ruminal.

Objetivou-se avaliar o efeito da substituição do milho pelo gérmen integral de milho sobre as características de carcaça, o peso e rendimento dos cortes cárneos e a composição tecidual da perna de ovinos da raça Santa Inês em regime de confinamento.

MATERIAL E MÉTODOS

As carcaças analisadas neste estudo foram provenientes de 40 ovinos não emasculados da raça Santa Inês, utilizados em ensaio de desempenho

realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, localizada em Recife, conduzido por Silva et al. (2013), em que foram avaliados os consumos de nutrientes, a digestibilidade e o desempenho. Antes do início do experimento, o projeto de pesquisa foi submetido à Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal Rural de Pernambuco (Processo n° 23082015652/2010-23), sendo aprovado pela mesma (n° da licença para uso de animais em pesquisa: 003/2010).

As dietas experimentais (Tabela 1) foram isoprotéicas, sendo a dieta base formulada para atender às exigências de manutenção de animais com 24 kg e permitir ganho de peso médio de 200 g dia⁻¹. As dietas consistiram em níveis de substituição do milho pelo gérmen integral de milho (0; 25; 50; 75 e 100%). O arraçamento foi realizado duas vezes ao dia (07h00 e 15h00), na forma de ração completa, com água sempre à disposição dos animais. As sobras foram coletadas e pesadas diariamente para ajuste da oferta e cálculo do consumo de matéria seca.

As pesagens dos animais ocorreram a cada 14 dias, com jejum prévio de sólidos de 16 horas, ocorrendo desde o início do experimento até o abate.

Decorridos 70 dias de confinamento, além do período de adaptação, os animais foram submetidos à dieta hídrica e jejum de sólidos por 16 horas. No momento do abate, os animais foram insensibilizados por concussão cerebral, com auxílio de pistola de dardo cativo acionada por cartucho de explosão. Após constatação do estado de inconsciência, procedeu-se a sangria pela seção da artéria carótida e veia jugular.

Ao término da esfolagem e evisceração, foram retiradas a cabeça (secção na articulação atlanto-occipital) e as extremidades dos membros (secção nas articulações carpo-metacarpianas e tarso-metatarsianas). Em seguida, com auxílio de um potenciômetro com eletrodo de inserção (Testo®, modelo 205), aferiu-se o pH e a temperatura da carcaça 0 hora *post mortem* no músculo *Semimembranosus*. As carcaças obtidas foram pesadas para obtenção do peso de carcaça quente (PCQ) e em seguida, alocadas em câmara frigorífica ($\pm 4^{\circ}\text{C}$), dependuradas pelo tendão calcâneo comum por meio de ganchos, com as articulações metatarsianas distanciadas em 14 cm.

Tabela 1. Composição percentual e bromatológica das dietas experimentais.

Ingredientes (% MS)	Níveis de substituição (%)				
	0	25	50	75	100
Feno de capim tifton	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Gérmen integral de milho	0,0	6,0	12,0	18,0	24,0
Milho moído	24,0	18,0	12,0	6,0	0,0
Farelo de soja	14,5	14,0	13,5	13,0	12,5
Farelo de trigo	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0
Cloreto de sódio	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Mistura mineral	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
--Composição Bromatológica--					
Matéria Seca (MS)*	872,0	874,1	876,2	878,3	880,4
Proteína Bruta ¹	143,3	143,4	143,5	143,6	143,7
Extrato Etéreo ¹	31,7	53,8	76,0	98,1	120,3
Matéria Mineral ¹	57,1	56,6	56,2	55,8	55,3
Fibra em Detergente Neutro ¹	440,9	463,7	486,6	509,4	532,2
Fibra em Detergente Ácido ¹	189,2	196,2	203,1	210,1	217,1
Lignina ¹	27,0	28,2	29,3	30,4	31,5
PIDN ¹	33,3	35,1	37,0	38,9	40,7
NDT ¹	0,744	0,786	0,627	0,555	0,530

*g/kg de matéria natural; ¹ g/kg de matéria seca; PIDN = proteína insolúvel em detergente neutro; NDT = nutrientes digestíveis totais.

O trato gastrointestinal (TGI) foi pesado cheio e vazio para determinação do peso do corpo vazio (PCVz) e do rendimento biológico ou verdadeiro [RV(%) = PCQ/PCVz × 100].

Após 24 horas de refrigeração, aferiu-se o pH e a temperatura da carcaça 24 horas *post mortem*. Em seguida as carcaças foram novamente pesadas, descontando-se o peso dos rins e da gordura perirrenal, para obtenção do peso de carcaça fria (PCF) e cálculo da perda por resfriamento [PR(%) = PCQ – PCF/PCQ × 100]. Foram calculados ainda os rendimentos de carcaça quente [RCQ(%) = PCQ/PCA × 100] e comercial [RC(%) = PCF/PCA × 100], sendo PCA o peso corporal ao abate.

As carcaças foram longitudinalmente seccionadas e as meias-carcaças foram pesadas, sendo as esquerdas divididas em seis regiões anatômicas, segundo metodologia descrita por Cezar & Sousa (2007), originando os cortes cárneos comerciais, a saber: pescoço, paleta, perna, lombo, costelas e serrote. Foram registrados os pesos individuais de cada corte e, posteriormente, calculada a proporção de cada corte oriundo da meia-carcaça esquerda em relação ao peso reconstituído da mesma, para obtenção do rendimento dos cortes comerciais.

Ainda na meia-carcaça esquerda foi feito um corte transversal entre a 12^a e 13^a costelas para mensuração da área de olho-de-lombo (AOL), realizada no músculo *Longissimus dorsi* pelo traçado do contorno do músculo em folha plástica de transparência, para posterior determinação da área com auxílio de planímetro digital (HAFF®, modelo Digiplan) utilizando-se a média de três leituras. Também no *Longissimus dorsi*, utilizando-

se paquímetro digital, foi medida a espessura de gordura de cobertura sobre a secção do músculo (entre a última vértebra torácica e primeira lombar) a dois terços do comprimento total da área de olho-de-lombo.

A perna esquerda de cada animal foi acondicionada a vácuo em saco de polietileno de alta densidade e congelada a -18°C para avaliação da composição tecidual de acordo com a metodologia proposta por Brown & Williams (1979). As 40 pernas esquerdas, previamente armazenadas, foram descongeladas gradativamente sendo mantidas a temperatura de aproximadamente 4°C durante 24 horas e com o auxílio de bisturi, pinça e tesoura foram separados os seguintes grupos tissulares: gordura subcutânea, gordura intermuscular, gordura pélvica, músculo, osso, e outros tecidos (todos os tecidos não identificados, compostos por tendões, glândulas, nervos e vasos sanguíneos). Através da dissecação da perna foram obtidos os pesos e rendimento dos tecidos dissecados, sendo que a porcentagem dos componentes teciduais foi calculada em relação ao peso reconstituído da perna, após a dissecação. Foram obtidas ainda as relações músculo : osso, músculo : gordura e gordura subcutânea : gordura intermuscular.

Durante o processo de dissecação, os cinco principais músculos que envolvem o fêmur (*Biceps femoris*, *Semimembranosus*, *Semitendinosus*, *Quadriceps femoris* e *Adductor*) foram retirados de forma íntegra e posteriormente pesados para cálculo do índice de musculosidade da perna (Purchas et al., 1991) através da seguinte fórmula: $IMP = \sqrt{(P5M/CF)} / CF$, em que P5M representa o peso

dos cinco músculos (g) e CF o comprimento do fêmur (cm).

As análises das variáveis foram conduzidas adotando-se um delineamento inteiramente casualizado, de acordo como o modelo abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta(X_{ij} - X) + e_{ij}$$

em que Y_{ij} = valor observado da variável dependente; μ = média geral; T_i = efeito do tratamento i ($i = 1$ a 5); $\beta(X_{ij} - X)$ = efeito da covariável (peso corporal inicial); e_{ij} = erro experimental. Os dados foram tabulados e posteriormente submetidos à análise estatística,

utilizando o procedimento PROC MIXED do pacote estatístico "Statistical Analysis System".

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os consumos de matéria seca, proteína bruta e nutrientes digestíveis totais decresceram linearmente com a substituição do milho pelo gérmen integral de milho (Tabela 2). Como consequência natural do menor consumo de nutrientes pelos animais e, sendo o desempenho animal dependente direto do consumo, também se verificou o mesmo comportamento para os pesos e rendimentos de carcaça, bem como para a área de olho-de-lombo (Tabela 2).

Tabela 2. Consumo de nutrientes e características de carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com gérmen integral de milho em substituição ao milho.

Itens	Níveis de substituição (%)					EPM	Efeito		r ²
	0	25	50	75	100		L	Q	
CMS (kg/dia)	1,002	0,939	0,753	0,650	0,639	0,014	***	NS	0,93
CPB (kg/dia)	0,152	0,145	0,118	0,103	0,099	0,002	***	NS	0,94
CNDT (kg/dia)	0,830	0,766	0,474	0,337	0,312	0,017	***	NS	0,93
PCA kg	29,61	30,22	28,23	25,94	25,77	0,619	***	NS	0,85
PCVz kg	24,28	24,16	21,22	18,55	18,55	0,213	***	NS	0,91
PCQ kg	13,71	13,45	11,7	10,16	10,01	0,128	***	NS	0,93
PCF kg	13,25	13,01	11,37	9,83	9,53	0,130	***	NS	0,94
RCQ %	44,38	42,58	39,36	37,93	37,13	0,283	***	NS	0,96
RV %	54,27	53,4	52,56	52,86	51,50	0,268	**	NS	0,89
RC%	42,89	41,12	38,15	36,7	35,23	0,287	***	NS	0,98
PR%	3,23	3,31	2,97	3,14	4,84	0,216	NS	NS	-
GC (mm)	0,64	0,59	0,78	0,42	0,57	0,038	NS	NS	-
AOL (cm ²)	10,04	9,78	8,43	7,29	6,72	0,204	***	NS	0,97
pH 0h	6,72	6,71	6,70	6,64	6,69	0,025	NS	NS	-
pH 24h	5,49	5,52	5,55	5,57	5,59	0,013	**	NS	0,99
T (°C) 0h	36,78	36,56	36,45	36,23	36,21	0,114	NS	NS	-
T (°C) 24h	7,04	7,11	6,99	7,00	6,95	0,035	NS	NS	-

EPM = erro padrão da média; *** = $P < 0,001$; ** = $P < 0,01$; NS = não significativo; L = linear; Q = quadrático; r² = coeficiente de determinação; CMS = consumo de matéria seca; CPB = consumo de proteína bruta; CNDT = consumo de nutrientes digestíveis totais; PCA = peso corporal ao abate; PCVz = peso de corpo vazio; PCQ = peso de carcaça quente; PCF = peso de carcaça fria; RCQ = rendimento de carcaça quente; RV = rendimento verdadeiro; RC = rendimento comercial; PR = perda por resfriamento; GC = gordura de cobertura; AOL = área de olho-de-lombo; T = temperatura da carcaça.

É possível que a queda no consumo de matéria seca tenha sido consequência do elevado teor de extrato etéreo da dieta, tendo em vista a baixa tolerância dos microrganismos ruminais à gordura. Palmquist & Mattos (2006) afirmaram que teores de extrato etéreo acima de 5% da matéria seca comprometem o consumo, seja por mecanismos regulatórios que controlam a ingestão de alimentos, seja pela capacidade limitada dos ruminantes de oxidar os ácidos graxos. Ao observar a Tabela 1, percebe-se claramente um declínio mais acentuado no consumo de matéria seca quando o GIM substituiu o milho em 50; 75 e 100%. Nestas dietas o teor de extrato etéreo correspondeu, respectivamente, a 7,6; 9,8 e 12% da matéria seca.

Os resultados obtidos para os pesos e rendimentos de carcaça comprovaram o que foi afirmado por Piola Júnior et al. (2009), de que a energia é o componente nutricional mais limitante na produção de ovinos, e o déficit no aporte energético resulta em menor desempenho animal. Tal fato pode ser facilmente observado em animais produtores de carne, dado que o acúmulo de energia no corpo vazio ocorre, invariavelmente, por meio da deposição de proteína e gordura (Marcondes et al., 2010). Estrada (2013) também relatou a importância do consumo de energia em sistemas de produção de carne ovina. O consumo de nutrientes digestíveis totais pelos animais que consumiram a dieta 100% de substituição foi 60% menor que o

consumo daqueles que não tiveram acesso ao novo ingrediente.

O efeito linear decrescente verificado para a área de olho-de-lombo é coerente com a diminuição dos pesos ao abate e pesos de carcaça verificados, uma vez que a mesma está altamente correlacionada com o total de músculos da carcaça (Cunha et al., 2008).

Os valores obtidos para pH e temperatura da carcaça 0 hora e 24 horas *post mortem* encontram-se na Tabela 2. Verificou-se influência da substituição do milho pelo GIM apenas para o pH final da carcaça, que aumentou linearmente de acordo com os níveis de substituição.

Através do processo de glicólise anaeróbica as reservas de glicogênio muscular são utilizadas e transformadas em ácido lático, que se acumula no músculo na ausência da circulação sanguínea. Como consequência primária, ocorre a redução do pH da carcaça, que caracteriza o processo normal

de transformação dos músculos em carne. É possível que o menor consumo de nutrientes, sobretudo de energia, tenha proporcionado menor reserva de glicogênio muscular e, conseqüentemente, menor quantidade de ácido lático acumulado no músculo, o que explicaria o aumento linear do pH final das carcaças. Apesar do efeito observado, os valores obtidos para o pH final estão dentro do intervalo normal citado por Silva Sobrinho et al. (2005a) para carnes ovinas: 5,5 – 5,8. Destaca-se que o pH final tem grande influência sobre a qualidade da carne, afetando sua aparência, conservação e propriedades tecnológicas, tendo reflexos diretos e indiretos na maciez, no sabor, no rendimento industrial e comercial e no valor nutricional (Gomide et al., 2013).

No que diz respeito ao peso dos cortes cárneos comerciais, verificou-se efeito linear decrescente para todos (Tabela 3), dada a relação de dependência direta entre o peso absoluto da carcaça e dos cortes cárneos (Osório et al., 2002).

Tabela 3. Peso e rendimento dos cortes cárneos comerciais de ovinos Santa Inês alimentados com gérmen integral de milho em substituição ao milho.

Item	Níveis de substituição (%)					EPM	Efeito		r ²
	0	25	50	75	100		L	Q	
Pescoço (kg)	0,60	0,62	0,54	0,47	0,44	0,013	***	NS	0,91
Paleta (kg)	1,28	1,24	1,04	0,96	0,89	0,011	***	NS	0,95
Costelas (kg)	1,01	1,01	0,88	0,72	0,70	0,014	***	NS	0,92
Serrote (kg)	0,74	0,67	0,59	0,52	0,51	0,011	***	NS	0,96
Lombo (kg)	0,53	0,49	0,46	0,38	0,35	0,006	***	NS	0,97
Perna (kg)	2,16	2,18	1,88	1,72	1,64	0,021	***	NS	0,92
--- Rendimento (%) ---									
Pescoço	9,48	9,89	10,03	9,82	9,56	0,137	NS	NS	-
Paleta	20,31	20,03	19,20	20,11	19,72	0,110	NS	NS	-
Costelas	15,87	16,11	16,34	15,32	15,40	0,164	NS	NS	-
Serrote	11,70	10,90	11,05	10,87	11,21	0,127	NS	NS	-
Lombo	8,34	7,91	8,48	8,05	7,77	0,099	NS	NS	-
Perna	34,28	35,14	34,89	36,14	36,33	0,150	NS	NS	-

EPM = erro padrão da média; *** = $P < 0,001$; NS = não significativo; L = linear; Q = quadrático; r² = coeficiente de determinação.

Quanto ao rendimento percentual dos cortes cárneos, não houve efeito da substituição (Tabela 3). A similaridade dos rendimentos de cortes entre os tratamentos pode estar relacionada à uniformidade racial dos animais experimentais. Apesar de terem apresentado cortes comerciais mais leves, os animais que consumiram maiores quantidades de GIM apresentaram uma boa conformação de carcaça, traduzida pelo desenvolvimento proporcional das distintas regiões anatômicas que integram a carcaça.

Por serem considerados cortes nobres, a perna, a paleta e o lombo devem compor a carcaça em sua maior parte, agregando valor comercial à mesma. Silva Sobrinho et al. (2005b) afirmaram que a soma do rendimento dos cortes nobres não deve, em uma

carcaça de qualidade, ser inferior a 60%. Neste estudo, independente do nível de substituição do milho pelo GIM, a soma destes percentuais não esteve abaixo dos 62%, o que torna evidente que a substituição do milho pelo gérmen integral de milho não prejudicou a composição regional e, ainda, a aptidão da raça Santa Inês para a produção de carcaças de qualidade.

Em relação à composição tecidual, verificou-se decréscimo linear para os pesos de todos os componentes tissulares (Tabela 4), acompanhando o decréscimo linear observado para o peso da perna inteira e sendo, portanto, uma provável consequência do consumo de nutrientes, sobretudo de energia.

Tabela 4. Componentes tissulares da perna de ovinos Santa Inês alimentados com gérmen integral de milho em substituição ao milho.

Item	Níveis de substituição (%)					EPM	Efeito		r ²
	0	25	50	75	100		L	Q	
Perna (g)	2138,58	2166,58	1853,79	1712,97	1633,70	21,381	***	NS	0,91
Músculo (g)	1390,48	1430,55	1179,10	1116,99	1014,86	14,829	***	NS	0,89
Músculo (%)	66,25	67,11	64,60	66,23	64,18	0,273	NS	NS	-
Ossos (g)	387,07	402,13	373,07	352,30	335,00	4,417	***	NS	0,84
Ossos (%)	18,66	19,08	20,64	21,06	21,07	0,208	***	NS	0,88
GS (g)	136,07	116,63	105,94	62,14	73,57	4,285	***	NS	0,86
GI (g)	58,61	61,23	53,36	46,19	51,48	1,912	*	NS	0,61
GT (g)	200,28	183,46	165,80	112,43	131,22	5,225	***	NS	0,83
GT (%)	9,42	8,45	8,85	6,70	8,24	0,221	NS	NS	-
OT	118,44	112,06	107,87	102,02	101,81	2,409	*	NS	0,94
OT (%)	5,67	5,35	5,91	6,01	6,50	0,122	*	NS	0,74
M:O	3,57	3,54	3,15	3,16	3,06	0,042	***	NS	0,85
M:G	7,28	8,22	7,74	9,92	7,98	0,228	NS	NS	-
GS:GI	2,49	1,86	1,90	1,35	1,44	0,113	**	NS	0,83
IMP	0,36	0,37	0,35	0,35	0,33	0,003	***	NS	0,83

EPM = erro padrão da média; * = $P < 0,05$; ** = $P < 0,01$; *** = $P < 0,001$; NS = não significativo; L = linear; Q = quadrático; GS = gordura subcutânea; GI = gordura intermuscular; GT = gordura total; OT = outros tecidos; M:O = relação músculo : osso; M:G = relação músculo : gordura; GS:GI = relação GS : GI; IMP = índice de musculosidade da perna; r² = coeficiente de determinação.

Os ossos e os componentes do grupo “outros tecidos” apresentaram pesos decrescentes de acordo com a substituição, contudo, por serem de desenvolvimento mais precoce e por serem mais estáveis na composição da perna, estes decréscimos foram menos expressivos que os decréscimos observados para os pesos dos músculos e da gordura, que são mais passíveis de variação de acordo com mudanças nutricionais. Esta diferença na intensidade do decréscimo pode explicar o aumento percentual dos ossos e outros tecidos, muito embora seus pesos absolutos tenham decrescido.

No que diz respeito ao componente “gordura”, observou-se redução dos pesos absolutos, com maior variação da gordura subcutânea quando comparada à intermuscular, o que provavelmente causou elevado decréscimo da relação gordura subcutânea : gordura intermuscular (Tabela 4). Apesar de o consumidor moderno não se mostrar satisfeito com elevados teores de gordura (Urbano et al., 2014), uma carcaça deve apresentar quantidade de gordura mínima o suficiente para garantir a qualidade e conservação da carne, já que este componente tem influência direta sobre a maciez e suculência, bem como sobre a perda por resfriamento e encurtamento pelo frio (Osório et al., 2002).

Muito embora seja natural de ovinos da raça Santa Inês a produção de carcaças com menor teor de gordura (Araújo Filho et al., 2010), o decréscimo observado neste estudo evidencia a influência do plano nutricional sobre o acabamento das carcaças, uma vez que o processo de deposição de gordura é

mais exigente em energia quando comparado à deposição de tecido muscular, tendo em vista as diferentes concentrações energéticas destes tecidos corporais (Marcondes et al., 2010).

A quantidade de músculo na perna de ovinos alimentados com GIM diminuiu numa proporção maior do que a quantidade de ossos, o que resultou no decréscimo linear da relação músculo : osso.

O índice de musculosidade da perna, que indica a quantidade de músculos neste corte, decresceu linearmente de acordo com os níveis de substituição, sendo este resultado coerente com o decréscimo observado para a quantidade de músculos da perna. Costa et al. (2012) também avaliaram ovinos da raça Santa Inês e relataram valor médio de 0,36 para a musculosidade da perna. Já Urbano et al. (2015) encontraram valores entre 0,34 e 0,38 para musculosidade da perna de ovinos da mesma raça.

CONCLUSÕES

O gérmen integral de milho, quando substituiu o milho na dieta de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento, não refletiu negativamente sobre algumas características de carcaça, rendimentos de cortes cárneos e alguns parâmetros avaliados na composição tecidual. Contudo, a substituição não pode ser recomendada em virtude da redução expressiva verificada para os pesos absolutos de carcaça e cortes cárneos, que constituem o principal objetivo de um sistema de produção de carne ovina.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO FILHO, J. T.; COSTA, R. G.; FRAGA, A. B.; SOUSA, W. H.; CEZAR, M. F.; BATISTA, A. S. M. Desempenho e composição da carcaça de cordeiros deslanados terminados em confinamento com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 2, p. 363-371, 2010.
- BRITO, A. B.; STRINGHINI, J. H.; CRUZ, C. P.; XAVIER, S. A. G.; LEANDRO, N. S. M.; CAFÉ, M. B. Efeito do gérmen integral de milho sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 57, n. 2, p. 241-249, 2005.
- BROWN, A. J.; WILLIAMS, D. R. Sheep carcass evaluation: measurement of composition using a standardized butchery method. Langford: Agricultural Research Council; **Meat Research Council**, 1979.
- CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. (Ed.) **Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação**. Campina Grande: Editora UFCG, 2007. 120 p.
- COSTA, R. G.; PINTO, T. F.; MEDEIROS, G. R.; MEDEIROS, A. N.; QUEIROGA, R. C. R. E.; TREVIÑO, I.H. Meat quality of Santa Inês sheep raised in confinement with diet containing cactus pear replacing corn. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 2, p. 432-437, 2012.
- CUNHA, M. G. G.; CARVALHO, F. F. R.; GONZAGA NETO, S.; CEZAR, M. F. Características quantitativas de carcaça de ovinos Santa Inês confinados alimentados com rações contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1112-1120, 2008.
- ESTRADA, L. H. C. Exigências de energia e proteína em caprinos e ovinos para as condições brasileiras. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v. 7, n. 2, p. 345-389, 2013.
- GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. (Ed.) **Ciência e qualidade da carne: fundamentos**. Viçosa: Editora UFV, 2013. 197p.
- MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, L. M.; VALADARES FILHO, S. C. Exigências nutricionais de energia para bovinos de corte. In: VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, L.M. et al. (Ed.) **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-CORTE**. Viçosa: Editora UFV, 2010. p.85-112.
- MIOTTO, F. R. C.; NEIVA, J. N. M.; VOLTOLINI, T. V.; ROGÉRIO, M. C. P.; CASTRO, K. J. Desempenho produtivo de tourinhos Nelore x Limousin alimentados com dietas contendo gérmen de milho integral. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 624-632, 2009.
- OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; OLIVEIRA, N. R. M. (Ed.) **Qualidade, morfologia e avaliação de carcaças**. Pelotas: Editora da UPel, 2002. 210p.
- PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.) **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p.287-310.
- PIOLA JÚNIOR, W.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y.; SILVA, L. D. F.; SOUSA, C. L.; PAIVA, F. H. P. Níveis de energia na alimentação de cordeiros em confinamento e composição regional e tecidual das carcaças. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 9, p. 1797-1802, 2009.
- PURCHAS, R. W.; DAVIES, A. S.; ABDULLAH, A. Y. An objective measure of muscularity: changes with animal growth and differences between genetic lines of Southdown sheep. **Meat Science**, Amsterdam, v. 30, n. 1, p. 81-94, 1991.
- SILVA, E. C.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; BISPO, S. V.; CONCEIÇÃO, M. G.; SIQUEIRA, M. C. B.; SALLA, L. E.; SOUZA, A. R. D. L. Substituição do fubá de milho por gérmen integral de milho na dieta de ovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 4, p. 442-449, 2013.
- SILVA SOBRINHO, A. G.; PURCHAS, R. W.; KADIM, I. T.; YAMAMOTO, S. M. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 1070-1078, 2005a.
- SILVA SOBRINHO, A. G.; SILVA, A. M. A.; GONZAGA NETO, S. Sistema de formulação de ração e características *in vivo* e da carcaça de cordeiros em confinamento. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 1, n. 1, p. 39-45, 2005b.
- URBANO, S. A.; FERREIRA, M. A.; OLIVEIRA, J. P. F.; LIMA JÚNIOR, D. M.; ANDRADE, R. P. X. Fontes de gordura sobre a modulação do perfil de ácidos graxos da carne de pequenos ruminantes. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 63 (R), p. 147-171, 2014.
- URBANO, S. A.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, R. M. L.; AZEVEDO, P. S.; SANTOS FILHO, H. B.; VASCONCELOS, G. A.; OLIVEIRA, J. P. F. Características de carcaça e composição tecidual de ovinos Santa Inês alimentados com manipueira. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 10, n. 3, p. 466-472, 2015.