

# RESSALVA

Atendendo solicitação do autor ,  
o texto completo desta tese será  
disponibilizado somente a partir de  
04/04/2021.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CÂMPUS DE BOTUCATU

VERÔNICA FREITAS DE PAULA MELO

SILAGEM DE MILHO CONSORCIADO COM CAPIM-MARANDU E FEIJÃO GUANDU  
E SOBRESSEMEADURA DE AVEIA-PRETA: DESEMPENHO, MITIGAÇÃO DE  
METANO ENTÉRICO E QUALIDADE DA CARÇAÇA E DA CARNE DE CORDEIROS  
SEMI-CONFINADOS

Tese apresentada ao programa de Pós-  
graduação em Zootecnia como parte das  
exigências para obtenção do título de Doutora  
em Zootecnia

BOTUCATU – SP

Abril - 2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CAMPUS DE BOTUCATU

SILAGEM DE MILHO CONSORCIADO COM CAPIM-MARANDU E FEIJÃO-GUANDU  
E SOBRESSEMEADURA DE AVEIA-PRETA: DESEMPENHO, MITIGAÇÃO DE  
METANO ENTÉRICO E QUALIDADE DA CARÇAÇA E DA CARNE DE CORDEIROS  
SEMI-CONFINADOS

VERÔNICA FREITAS DE PAULA MELO

Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Ciniro Costa

Tese apresentada ao programa de Pós-graduação em Zootecnia como parte das exigências para obtenção do título de Doutora em Zootecnia

BOTUCATU – SP

Abril - 2019

M528s

Melo, Verônica Freitas de Paula

Silagem de milho consorciado com capim-marandu e feijão guandu e sobressemeadura de aveia preta : desempenho, mitigação de metano entérico e qualidade da carcaça e da carne de cordeiros semi-confinados / Verônica Freitas de Paula Melo. -- Botucatu, 2019  
113 f. : il., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),  
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu  
Orientador: Ciniro Costa

1. Silagem. 2. Ovinos. 3. Guando. 4. Gases estufa. 5. Carne  
Qualidade. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de  
Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

Verônica Freitas de Paula Melo, nascida em 27 de maio de 1990, no município de Sorocaba/SP. De 1997 a 2002, iniciou o ensino fundamental no Colégio Carlos Renné Egg (até a 5ª série) e, de 2003 a 2004, completou os estudos no Colégio Humanus (até a 8ª série). Em 2005, iniciou o ensino médio no Colégio Anglo Sorocaba, dando continuidade nos anos de 2006 e 2007 no Colégio Objetivo Sorocaba, curso noturno. Em 2008 entrou para o Cursinho Pré-Vestibular Anglo Sorocaba e no 2º semestre de 2009, ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Câmpus de Ilha Solteira, onde graduou-se em 2013. Durante a graduação, foi membro discente do Grupo de Estudos em Produção de Ovinos e Caprinos (GEPOC), desenvolvendo atividades práticas e de pesquisa junto ao setor de Ovinocultura e Caprinocultura da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP de Ilha Solteira (2010/2015). Mestra em Ciência e Tecnologia Animal pela Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Câmpus de Ilha solteira (2014/2015). Em 2016, ingressou no curso de doutorado no programa de pós-graduação em Zootecnia pela UNESP - Câmpus de Botucatu, conceito 6 (CAPES).

Contato: (15) 99111-3794

ve.fpmelo@yahoo.com.br

*Dedico esta conquista aos meus pais, Marco Antônio e Maria Andreia, sem os quais jamais conseguiria.*

*Dedico também ao meu avô, Ordélio Cabral de Freitas (in memoriam), por ter sido meu exemplo de fé e por sempre ter acreditado em mim.*

## AGRADECIMENTO

À Deus por ter me dado força sempre que precisei e por me mostrar tantas vezes o caminho para que eu não perdesse o foco.

À minha família, principalmente aos meus pais, Andreia e Marco, sem os quais seria impossível esta conquista. Obrigada pelo apoio, carinho e confiança. Eu devo esta conquista a vocês, muito obrigada por todo o esforço que tiveram para que eu pudesse chegar até aqui. Amo muito vocês!

Aos meus amigos e companheiros que me deram força até mesmo nos piores momentos, em especial ao meu namorado Lucas e ao meu companheiro de todas as horas, Caco.

Às minhas amigas, Cíntia e Betsabéia, por dividirem comigo não só a casa durante minha estadia em Botucatu, mas também momentos de alegria, companheirismo e compreensão. As minhas amigas da república Cai & Pira de Ilha Solteira, que mesmo distantes sempre apoiaram e incentivaram minha caminhada na pós-graduação.

Aos meus amigos e colaboradores do setor de Forragicultura da FMVZ/UNESP, em especial Verena, Marina, Daniel e Lara, pelo apoio e companheirismo durante o período experimental, sem os quais não teria sido possível o desenvolvimento da tese. Agradeço também aos servidores da FMVZ/UNESP pelo auxílio durante a execução do projeto.

Agradeço, em especial, ao Prof. Dr. Paulo Roberto de Lima Meirelles, Dr. Cristiano Magalhães Pariz, Dr. André Michel de Castilhos, Prof. Dr. Roberto de Oliveira Roça, Prof. Dr. Ives Claudio da Silva Bueno e aos colegas Carolina Toledo Santos, Katiéli Caroline Welter e Gabriela Benetel, pelo apoio e aprendizagem concedidos durante algumas etapas do processo.

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, pela oportunidade de aprendizagem. Assim como ao meu orientador Prof. Dr. Ciniro Costa.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (2013/23853-9) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (458225/2014-2) pelos auxílios à pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## RESUMO

O objetivo foi avaliar o efeito dos consórcios de milho com capim-marandu (S/G) e de milho com capim-marandu e feijão guandu (C/G) para ensilagem, com posterior sobressemeadura de aveia-preta em linha ou a lanço, sobre a disponibilidade de forragem para pastejo, desempenho animal, qualidade da carcaça e da carne de cordeiros suplementados com essas silagens em semi-confinamento, além da capacidade da mitigação de metano entérico das dietas e a viabilidade econômica da terminação de cordeiros nos sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) propostos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 2, sendo dois tipos de silagem: milho com capim-marandu (S/G) e milho com capim-marandu e feijão guandu cv. BRS Mandarim (C/G); e duas modalidades de sobressemeadura da aveia-preta: em linha ou a lanço. O experimento foi realizado durante três anos experimentais (2013/2014; 2014/2015; 2015/2016), utilizando-se 48 cordeiros machos, não castrados, provenientes de cruzamentos comerciais. Em cada ano, a pastagem representou aproximadamente 30% da ingestão de matéria seca em todos os tratamentos, sendo que a quantidade remanescente foi fornecida na forma de concentrado e as respectivas silagens (60:40), de acordo com a necessidade diária, permitindo 10% de sobras. A sobressemeadura da aveia preta na área de produção de silagem de milho C/G proporcionou cerca de 40% de aumento ( $P < 0.0001$ ) na disponibilidade de forragem (DF) para pastejo comparado a área S/G. O consumo de suplemento pelos animais alimentados com silagem de milho S/G foi superior ( $P < 0,05$ ), sem influenciar o ganho de peso. O método de sobressemeadura da aveia não interferiu ( $P > 0,05$ ) na DF, assim como no desempenho dos cordeiros. A produção de gases *in vitro* (ml. g<sup>-1</sup> MSD) não foi influenciada ( $P > 0,05$ ) pelas dietas, porém devido ao maior consumo dos animais alimentados com silagem de milho S/G, houve maior emissão de gases entérico por animal. Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) nas características de carcaça e qualidade de carne dos cordeiros alimentados com as diferentes dietas. A terminação de cordeiros com silagem de milho C/G proporciona maior retorno econômico, devido ao menor custo com a dieta. O consórcio do milho com capim-marandu e feijão guandu proporciona volumoso de qualidade para a produção animal e benefício para a cultura da aveia. O método de sobressemeadura a lanço, com posterior incorporação das sementes com gradagem leve, em áreas de SIPA pode ser utilizado como método alternativo à sobressemeadura em linha, quando não se dispõe de semeadora-adubadora para sementes miúdas, sem interferir na produtividade da aveia preta e, conseqüentemente, no desempenho animal.

**Palavras-chave:** Leguminosa, metano, milho, ovinos, sobressemeadura, *Urochloa*



## ABSTRACT

The aimed was to evaluate the effect of the maize intercropped with marandu grass and maize with marandu grass and pigeon pea for silage, with subsequent overseeded black oat in line or broadcasted, on the availability of forage for grazing, animal performance, carcass characteristics and meat quality of lambs supplemented with these silages in semi-confinement, as well as the mitigation of enteric gases capability of the diets and the economic viability of lamb termination in integrated crop-livestock system (ICLS). The experimental design was completely randomized, in a 2 x 2 factorial arrangement, being two types of silage: maize with marandu grass (S/G) and maize with marandu grass and pigeon pea cv. BRS Mandarin (C/G); and two types of overseeded black oats: in line or broadcasted. The experiment was carried out for three years (2013/2014, 2014/2015, 2015/2016), using 48 male lambs, uncastrated, from commercial crosses. In all treatments, the pasture represented approximately 30% of the dry matter intake, with the remaining amount being supplied as the respective silages and concentrate (60:40), according to the daily requirement, allowing 10% of leftovers. The overseeded black oat in the maize silage production area C/G provided a 40% increase ( $P < 0.0001$ ) in the availability of forage (DF) for grazing compared to the S/G area. Supplement intake by animals fed corn silage S/G was higher ( $P < 0.05$ ), without influencing weight gain. Oat overseeded method did not interfere ( $P > 0.05$ ) in DF, as did lambs performance. *In vitro* gas production ( $\text{ml. g}^{-1}$  DDM) was not influenced ( $P > 0.05$ ) by diets, however, due to the higher intake of animals fed with maize silage S/G, there was a higher production of enteric gases per animal. There was no difference ( $P > 0.05$ ) in carcass characteristics and meat quality of lambs fed with the different diets. The finishing of lambs with maize silage C/G provides higher economic returns, due to the lower cost with the diet. The maize intercropped with marandu grass and pigeon pea provides roughage quality for animal production and benefits for oat crop. The overseeded method in broadcasted, with subsequent incorporation of the seeds with light disking, into ICL areas can be used as an alternative method to in line overseeded, when no seed-fertilizer is available for small seeds, without interfering with the yield of black oats and the animal performance.

**Key-words:** Legume, maize, methane, overseeded, sheep, *Urochloa*

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....</b>	<b>9</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>10</b>
1. SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA (SIPA).....	11
2. SOBRESSEMEADURA DE AVEIA.....	13
3. OVINOCULTURA E SISTEMA DE PRODUÇÃO.....	13
4. CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS .....	15
5. POTENCIAL DE MITIGAÇÃO DE EMISSÕES DE GASES ENTÉRICO NO SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA.....	16
<b>JUSTIFICATIVA, HIPÓTESE E OBJETIVO.....</b>	<b>19</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>26</b>
<b>Efeito da inclusão de silagem de milho em consórcio com capim-marandu e feijão     guandu na dieta de cordeiros semi-confinados em pastagem de aveia preta sobre o     desempenho, mitigação de metano entérico e custos de produção .....</b>	<b>27</b>
RESUMO .....	27
<b>1. Introdução.....</b>	<b>28</b>
<b>2. Material e métodos .....</b>	<b>30</b>
2.1. Descrição do local .....	30
2.2. Produção de silagem e sobressemeadura da aveia preta .....	32
2.4. Amostragem e análises .....	37
2.4.1. Disponibilidade e altura para pastejo. ....	37
2.4.2. Desempenho dos cordeiros .....	38
2.4.3. Cinética ruminal.....	38
2.5. Avaliação econômica .....	40
2.6. Design experimental e Análise estatística.....	40
<b>3. Resultados .....</b>	<b>41</b>
3.1. Condições climáticas.....	41
3.3. Desempenho dos cordeiros .....	42
3.4. Cinética ruminal.....	43
3.5. Avaliação econômica .....	43
<b>4. Discussão .....</b>	<b>44</b>
4.1. Condições climáticas.....	44
4.2. Disponibilidade de forragem e altura de relvado .....	44

4.3. Desempenho dos cordeiros .....	46
4.4. Cinética ruminal.....	47
<b>5. Conclusão .....</b>	<b>50</b>
<b>Referências .....</b>	<b>51</b>
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>72</b>
<b>Características de carcaça e qualidade de carne de cordeiros semi-confinados em     pastagem de aveia preta sobressemeada em linha e a lanço e suplementados com     diferentes silagens produzidas em sistema integrado de produção agropecuária .....</b>	<b>73</b>
RESUMO .....	73
<b>1. Introdução.....</b>	<b>74</b>
<b>2. Material e métodos .....</b>	<b>76</b>
2.1. Descrição do local .....	76
2.2. Produção de silagem e sobressemeadura da aveia preta .....	78
2.3. Manejo dos cordeiros.....	80
2.4. Amostragem e análise .....	82
2.4.1. Características de carcaça.....	83
2.4.2. Qualidade de carne .....	84
2.6. Design experimental e Análise estatística.....	85
<b>3. Resultados .....</b>	<b>86</b>
<b>4. Discussões .....</b>	<b>87</b>
<b>5. Conclusão .....</b>	<b>91</b>
<b>Referências .....</b>	<b>92</b>
<b>CAPÍTULO IV - IMPLICAÇÕES.....</b>	<b>110</b>

**CAPÍTULO I**  
**CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

## Introdução

A produção de cordeiros no Brasil é considerada uma atividade com grande potencial de crescimento. Dados da FAO (2016) apontam que o país detém aproximadamente 18,4 milhões de ovelhas, sendo que o rebanho mundial teve um crescimento de mais de 10% nos últimos 10 anos. No entanto, a produção de cordeiros ainda não atende à demanda interna, mesmo com o baixo consumo, determinando assim, a necessidade de importação de carne ovina (VIANA, MARES, DORNELES, 2015).

Para que haja o abastecimento do mercado interno é necessário reduzir a sazonalidade na escala de produção, considerada um dos obstáculos para a consolidação da ovinocultura no Brasil. A pastagem que é o principal alimento utilizado para produção de carne no país, caracterizada principalmente pelo cultivo de capins tropicais, os quais apresentam estacionalidade na produção de massa de forragem no período seco que coincide com o inverno brasileiro no centro-sul do país. A redução na oferta de forragem nesse período, implica em menor disponibilidade de alimento de qualidade para a produção animal.

No Brasil, 80% das áreas de pastagens apresentam algum grau de degradação (DIAS-FILHO, 2014) proporcionando baixa taxa de lotação animal, o que mostra a necessidade de recuperação de áreas degradadas com redução dos custos de produção. O sistema integrado de produção agropecuária (SIPA) sob sistema plantio direto (SPD) tem sido uma alternativa para atender essas necessidades. A principal vantagem do SIPA para a pecuária, consiste na recuperação de áreas degradadas, corrigindo o solo fisicamente e quimicamente, possibilitando além do estabelecimento da pastagem, a produção de forragem conservada e grãos, que podem ser utilizados para complementar a dieta dos animais no inverno/primavera.

O consórcio do milho com capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) nos sistemas integrados, pode ser uma excelente opção para recuperar áreas degradadas e ainda produzir alimento para a produção animal. Nesse contexto, Oliveira et al. (2011) observaram também resultados positivos utilizando feijão guandu (*Cajanus cajan*) em consórcio com o milho, podendo ser utilizado como forma de elevar o aporte de nitrogênio no solo, contribuindo para a melhoria na qualidade das pastagens, assim como na qualidade da silagem produzida, por meio do incremento de proteína do material ensilado. Outra possibilidade de SIPA, é a rotação ou sucessão de culturas de verão como o milho, sorgo, soja e milheto com forrageiras de inverno, como é o caso da aveia, podendo ser uma alternativa para minimizar os efeitos da escassez de forragem sobre o ganho de peso por animal no período seco do ano.

Apesar de serem mais nutritivas, as forrageiras de inverno são menos produtivas quando comparadas as forrageiras tropicais e por isso proporcionam menor ganho por área, sendo o sistema de semi-confinamento uma opção viável para auxiliar no aumento da produtividade por área, por meio da suplementação no cocho. No entanto, é preciso ter cautela em relação aos custos de produção, visto que os alimentos concentrados, principalmente os proteicos, comumente utilizados na suplementação animal, tendem a ser mais onerosos. Nesse contexto, torna-se interessante pesquisas que avaliem a terminação de cordeiros semi-confinados em pastagem de inverno, suplementados com silagens produzidas em SIPA, avaliando as possíveis interações dos componentes sobre o desempenho animal, qualidade de carne e a viabilidade econômica do sistema de produção.

## 1. SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA (SIPA)

No Brasil, nos últimos anos, houve crescimento significativo das áreas de cultivos de grãos, principalmente no Cerrado (MERTEN; MINELLA, 2013). Por outro lado, houve decréscimo nas áreas destinadas a pecuária em todos os estados brasileiros, exceto na Amazônia que teve aumento de 34% das áreas destinadas à produção de carne (MERTEN et al., 2010), por meio do desmatamento de áreas florestais.

Apesar do agronegócio ser um importante setor para a economia brasileira, representando mais de 20% do PIB do país (CEPEA, 2017), há um custo ambiental a ser considerado se o crescimento econômico e social não for sustentável. De acordo com Merten e Minella (2013) cerca de 60% dos 237 milhões de hectares do Brasil utilizados para a agricultura, estão ocupados por pastagens cultivadas ou nativas, sendo que em grande parte destas áreas as pastagens encontram-se degradadas, especialmente na região do Cerrado.

A necessidade de recuperação de áreas degradadas, redução dos custos de produção e uso intensivo da área durante todo o ano, são realidades não só no Brasil como em diversas regiões do mundo. O sistema integrado de produção agropecuária (SIPA) sob sistema plantio direto (SPD) tem sido uma alternativa para atender essas necessidades com resultados socioeconômicos e ambientais positivos (PARIZ et al., 2009; HOANG, 2013).

Os principais objetivos do SIPA envolvem a recuperação de pastagens degradadas, melhoria das qualidades físicas e químicas do solo, produção de pastagem, forragem conservada e grãos para a alimentação animal, diminuir a dependência por insumos externos e reduzir os custos de produção nas atividades agrícola e pecuária (ALVARENGA; NOCE, 2005). Na última década, tem-se reconhecido que produtores que utilizam o SIPA valorizam os resíduos

das culturas, às vezes tanto quanto os grãos, por sua importância para utilização como alimento na pecuária, principalmente na época seca do ano (PARIZ, 2013).

Como alternativa para recuperação das pastagens degradadas ou rotação de culturas em áreas sob SPD com fertilidade do solo corrigida, iniciou-se o consórcio de culturas graníferas (milho, sorgo, milheto, arroz e soja) com forrageiras tropicais, principalmente do gênero *Urochloa* (syn. *Brachiaria*), em sistema integrado (KLUTHCOUSKI; YOKOYAMA, 2003). Tal técnica antecipa a formação da pastagem para pastejo, silagem, silagem seguida de pastejo, fenação e, ainda formação de palhada para a continuidade do SPD.

A utilização de forrageiras leguminosas em consórcio com o milho também tem apresentado resultados produtivos positivos (OLIVEIRA et al., 2011), objetivando aumentar o aporte de nitrogênio (N) no solo, via fixação biológica do N atmosférico, visto que os sistemas integrados ainda são limitados pela carência de N, com alta dependência do uso de adubo nitrogenado para o sucesso da produção (ROSOLEM et al., 2011).

Pesquisas comprovam que o uso de leguminosas em consórcio com gramíneas pode reduzir os gastos diretos com fertilizantes, aumentar a qualidade e a diversificação da dieta consumida pelos animais, melhorar a disponibilidade de forragem pelo aporte de nitrogênio ao sistema por meio de sua ciclagem e transferência para a gramínea consorciada e aumentar também o período de utilização das pastagens (BARCELLOS et al., 2008). No consórcio do milho com o capim-marandu e feijão guandu (*Cajanus cajan.*), tem-se a vantagem de melhoria na qualidade das pastagens, com aumento do teor de proteína bruta na dieta dos animais, justamente no período seco do ano.

O consórcio do feijão guandu com gramíneas com a finalidade de fornecer incremento na dieta dos animais também tem sido utilizado nos Estados Unidos, principalmente nas regiões secas como no sul das Grandes Planícies, por meio da semeadura em cobertura após o cultivo do trigo de inverno, para fornecer aporte de forragem no verão (período seco), quando as gramíneas nativas da região apresentam baixo valor nutritivo para a produção de carne (SULC; FRANZLUEBBERS, 2014). As vantagens do feijão guandu neste sistema são as mesmas observadas nas pesquisas brasileiras, como melhorias no uso de água e nutrientes abaixo da profundidade do enraizamento do trigo e a fixação de N para o seu próprio crescimento e para a safra de trigo de inverno subsequente (RAO; COLEMAN; MAYEUX, 2002).

Ferreira et al. (2015) observaram que a produção de massa seca do milho para silagem não diferiu quando consorciado exclusivamente com *U. brizantha* ou com *U. brizantha* e o feijão guandu, demonstrando que a leguminosa não afeta a produtividade. Portanto, o guandu pode proporcionar maior diversidade na cobertura de solo, além de aumentar o teor de proteína bruta

do material ensilado. Resultados de melhoria da composição química de pastagens de capim-piatã em consórcio com tal leguminosa também foram relatados por Silva et al. (2010).

Assim, a justificativa para o uso de leguminosa associada a uma gramínea em SIPA, além da melhoria da fertilidade do solo proporciona, ainda, elevação do teor de proteína bruta da silagem, podendo reduzir os custos de produção.

## 2. SOBRESSEMEADURA DE AVEIA

A sobressemeadura de forrageiras de inverno em pastagem formadas com espécies perenes de clima tropical é uma opção a ser considerada para reduzir a estacionalidade, aumentar a produção e principalmente o valor nutritivo da forragem durante a estiagem. Taffarel et al. (2010) relataram que a sobressemeadura de aveia em pastagem de capim-marandu proporciona aumento da produção de forragem, podendo gerar impacto econômico e operacional no sistema de produção, pela redução da necessidade de alimentos concentrados e área para produção de volumosos (TUPY et al., 2006).

Na região sul do Brasil, as pastagens anuais de inverno são formadas principalmente por aveia e azevém, após o cultivo de soja ou milho no verão, e são boas alternativas para a produção de grãos, forragem e carne (LOPES et al., 2008). Porém, em meta-análise de sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) realizada por Fernandes et al. (2010), a *U. brizantha* foi utilizada em 19,4% dos trabalhos, enquanto a aveia foi utilizada em apenas 2,7%. De acordo com Rodrigues, Avanza e Dias (2011) ainda há uma necessidade de que mais estudos sejam realizados com o intuito de conhecer as interações das culturas de inverno e as forrageiras de clima tropical.

Em pequenas propriedades rurais, o método de sobressemeadura de culturas de inverno mais empregado é a lanço, em função da ausência de semeadoras específicas (ADAMI; PITTA, 2012). Porém, Adami e Pitta (2012) destacaram que os métodos de sobressemeadura de aveia a lanço, ou em linha, com semeadora-adubadora para sementes miúdas em SPD podem influenciar na germinação, emergência das plântulas e estabelecimento da cultura, comprometendo os resultados produtivos de forragem e/ou animal no inverno. Assim, visando elevar a adoção da técnica de sobressemeadura de aveia, tornam-se necessários estudos que determinem qual o melhor método a ser utilizado em cada situação.

## 3. OVINOCULTURA E SISTEMA DE PRODUÇÃO



Apesar dos índices brasileiros serem promissores, a oferta de carne no mercado interno e o consumo per capita de carne ovina ainda são baixos em relação a outras espécies animais. Isto se deve aos sistemas de produção, e seu baixo nível de organização da cadeia produtiva, refletindo em baixos índices de produtividade, na qualidade do produto e na falta de regularidade da oferta (LEITE; MEDEIROS, 2014).

Atualmente o consumidor de carne ovina tem procurado carne mais tenra, com menor teor de gordura e sabor suave, estimulando o abate de cordeiros (BROCHIER; CARVALHO, 2009). O cordeiro apresenta maior eficiência de ganho e qualidade de carcaça, sendo que essas características podem ser alcançadas pela manipulação da nutrição e uso de sistemas adequados de terminação. Assim, o estudo das características da carcaça e da qualidade da carne se faz importante, como a possibilidade de avaliar a carne como o produto final.

Os ovinos são capazes de utilizar uma grande variedade de fontes de alimentos e apresentam maior eficiência de pastejo em relação aos bovinos, devido à forma de apreensão de forragem. Desta maneira, a forragem tem um papel importante em todos os sistemas de produção de ovinos, onde o ganho de peso por animal e por área é fortemente influenciado pela disponibilidade diária de massa seca e pela capacidade de lotação dos pastos (CARNEVALLI et al., 2001).

Durante o período seco do ano, o pasto costuma ter baixa qualidade nutritiva, levando os animais a realizarem longas caminhadas para suprir suas necessidades nutricionais diárias, implicando em consideráveis perdas de energia, além da redução da taxa de lotação. Desta forma, é necessário buscar alternativas que visem melhorar o aporte nutricional dos cordeiros para obter incrementos na produção de carne ovina.

O SIPA pode ser uma alternativa para intensificar a produção de ovinos, por meio da confecção de volumosos (silagem) para suplementação e pastagem de qualidade durante o inverno/primavera, intensificando a produção em regime de semi-confinamento. Cavasano (2013) observou ganhos que variaram de 190 g.dia<sup>-1</sup> a 221 g.dia<sup>-1</sup> em cordeiros terminados em semi-confinamento no inverno/primavera, utilizando a pastagem de capim-marandu com suplementação em SIPA. Este sistema melhora o uso da terra, pois reduz o tempo de terminação em pasto, por meio da otimização dos suplementos na dieta (LONGHINI, 2016).

Moraes et al. (2014) relataram que poucos estudos avaliaram o componente animal (5,4%) no sistema integrado, sendo ainda mais escassos os trabalhos que envolvem os componentes solo/planta/animal (4,67%). Em meta-análise de SIPA realizada por Fernandes et al. (2010), mais de 87% dos trabalhos utilizaram a espécie bovina como unidade de estudo,

sendo que apenas 11,4% avaliaram a espécie ovina. Assim, pesquisas que relacionem os ovinos com o SIPA tornam-se fundamentais para a avaliação do seu desempenho.

#### 4. CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS

Para atender às exigências do mercado consumidor, o setor produtivo precisa conhecer os fatores que interferem nas características físicas e químicas da carne (MARTÍNEZ-CEREZO; SAÑUDO; PANEA, 2005), fundamentais na avaliação da qualidade da carne ovina no Brasil. Esses fatores são importantes, tendo em vista que o objetivo central da indústria agropecuária é produzir carne de alta qualidade que atenda às demandas e expectativas dos consumidores (JIANG et al., 2015).

O músculo e a gordura representam a fração comestível e apresentam maior valor comercial em comparação aos demais componentes da carcaça (Silva et al., 2008). As características da carcaça são determinadas pela espessura e cobertura uniforme de gordura subcutânea, bem como, rendimento, peso de cortes, área de olho de lombo, perdas por resfriamento, pH e temperatura.

O cordeiro apresenta maior eficiência de ganho e qualidade de carcaça, sendo que essas características podem ser alcançadas pela manipulação da nutrição e uso de sistemas adequados de terminação, sendo o primeiro um dos principais fatores ambientais que afetam a qualidade da carcaça e da carne (FRASER; ROWARTH, 1996). Muitos estudos relataram que a dieta demonstrou influenciar os perfis de ácidos graxos, as propriedades antioxidantes, a taxa de síntese de proteínas, a cor, o sabor, a maciez e outras propriedades da qualidade da carne (WOOD et al., 2004; KIM et al., 2013). Embora as possibilidades de alterar a composição de ácidos graxos em ruminantes sejam muito mais limitadas do que em animais monogástricos, as pesquisas se concentram nas formas de manipulação dietética do perfil lipídico por meio de várias estratégias de alimentação de ruminantes ou sistemas de produção.

O desenvolvimento de sistemas de terminação de ovinos em pasto se tornou objetivo de pesquisas no Brasil, impulsionados também, pela relação positiva entre as dietas à base de forragens e a qualidade nutricional da carne. Essas dietas permitem a obtenção de carne com menor teor de gordura intramuscular e colesterol, melhor relação entre os ácidos graxos ômega-6:ômega-3 (GATELLIER; MERCIER; RENERRE, 2004; CIVIDINI; LEVART; ZGUR, 2008; CIVIDINI et al., 2014) e maior concentração de ácido linoleico conjugado (CLA), características benéficas à saúde humana (MONTOSI; SAÑUDO, 2004). Além disso, a

utilização da pastagem no processo de terminação dos cordeiros pode reduzir os custos de produção (WOODWARD; FERNÁNDEZ, 1999) e promover melhor uso dos recursos naturais da propriedade agropecuária.

Em meta-análise de efeitos do pasto sobre a composição lipídica na carne de cordeiros feita por Popova, Gozales-Barron e Cadavez (2015), o tipo de pastagem contribuiu para que os dados de gordura intramuscular fossem heterogêneos, o que mostra a importância de estudos com diferentes forrageiras, com o propósito de buscar por melhorias na nutrição e, conseqüentemente, na composição química e física da carne.

Para que a terminação de cordeiros em pasto seja eficiente, deve proporcionar ganhos de peso iguais ou superiores a  $200 \text{ g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , permitindo o abate precoce e com adequada deposição de gordura subcutânea. Porém, nem sempre isso é possível utilizando-se forrageiras tropicais, principalmente na entressafra (inverno), período em que apresentam redução na produção de massa e na qualidade nutritiva. Gramíneas de inverno, como a aveia, neste aspecto, permitem ganho por animal ( $\text{g kg}^{-1} \text{ MS}$ ) superior por apresentarem maior degradação dos nutrientes, principalmente da fração proteica (SANDERSON; WEDIN, 1989), porém proporcionam menor capacidade de suporte, o que implica em menor ganho por área ( $\text{kg. ha}^{-1}$ ).

Portanto, para que a terminação de cordeiros no inverno/primavera seja eficiente, com ganho de peso satisfatório, sem interferir na produtividade por área, muitas vezes só é possível com a estratégia de semi-confinamento, fornecendo ração à base de silagem e/ou concentrado aos animais (MONTEIRO et al., 2009). Cunha et al. (2001) relataram que o uso da silagem de milho proporciona elevado consumo voluntário e fornece altos teores de nutrientes digestíveis totais, resultando em bom desempenho de cordeiros. Portanto, a terminação de cordeiros semi-confinados com pastagem de inverno em áreas utilizadas para produção de silagem em SIPA pode ser uma alternativa para elevar a produção de carne de qualidade dessa espécie animal.

## 5. POTENCIAL DE MITIGAÇÃO DE EMISSÕES DE GASES ENTÉRICO NO SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

As mudanças climáticas no planeta devido ao aquecimento global são decorrentes principalmente das emissões de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e de outros gases de efeito estufa (GEE), como o metano ( $\text{CH}_4$ ) e o óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), provenientes de atividades antrópicas (ESTEVEVES et al., 2010).

No Brasil, existem duas fontes principais de emissão de GEE, o uso incorreto do solo e redução da área florestal, e a agropecuária (CARVALHO et al., 2010), sendo esta última a que

apresenta maior repercussão na mídia. Esse fato se deve aos ruminantes emitirem  $\text{CH}_4$  proveniente da fermentação ruminal, óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) por meio da decomposição dos dejetos e o aumento de  $\text{CO}_2$  decorrente do desmatamento florestal para abertura de novas áreas de pastagem para a atividade. Sendo assim, seja pelo conceito de sustentabilidade ou pela pressão exercida pelo mercado consumidor, a necessidade de se reduzir as emissões de GEE por unidade de produto cresceu nos últimos anos e tem sido uma perspectiva mundial da pecuária.

O levantamento do potencial de emissão de  $\text{CH}_4$  pelos diferentes sistemas agropecuários, bem como a avaliação de estratégias mitigatórias, deve ser realizado sob uma visão holística, levando-se em consideração a dinâmica do fluxo de carbono em todo o sistema de produção. Segundo Machado (2010), as instituições de pesquisa nacionais têm papel fundamental no desenvolvimento de inventários sobre a emissão de GEE no Brasil, possibilitando o questionamento dos dados apresentados pelas organizações internacionais e o desenvolvimento de soluções sustentáveis para os sistemas de produção.

No Brasil, Carvalho et al. (2014) mencionaram que o sistema integrado de produção agropecuária (SIPA) se tornou notório, recentemente, como promovedor de sequestro de carbono, tendo sido incluído na agenda da produção agrícola mitigadora dos GEE (Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Resultados de pesquisa comprovam que, quando o SIPA é conduzido seguindo seus fundamentos, utilizando práticas conservacionistas, a produção das culturas agrícolas é igual ou maior que a monocultura. De acordo com Nicoloso et al. (2006), há redução da produtividade das culturas da soja e do milho em sucessão às pastagens anuais de inverno somente quando se eleva a frequência e pressão de pastejo, em função da posterior redução da palhada. Aliado a isso, a adoção do SIPA em maior escala diminuiria o desmatamento e a degradação das pastagens, principalmente no Cerrado e na Amazônia, diminuindo inclusive as taxas de emissão de GEE por unidade de alimento produzido (MACEDO, 2009).

O  $\text{CH}_4$  entérico representa uma perda de energia do processo fermentativo do alimento e as emissões variam de acordo com a quantidade e a qualidade do alimento digerido (OWENS; GOETSCH, 1988). Portanto, compreender a relação da dieta com a produção de  $\text{CH}_4$  é essencial para reduzir as incertezas nos inventários sobre emissão de GEE e para identificar estratégias viáveis de redução. Maiores emissões de  $\text{CH}_4$  estão geralmente associadas à maior ingestão de matéria seca e com menor densidade energética (KURIHARA et al., 1999). Na nutrição animal, em ordem decrescente de emissão de  $\text{CH}_4$  encontram-se os capins tropicais, os capins de clima temperado e por fim as dietas com maior inclusão de concentrados.

O decréscimo do pH ruminal é a principal razão pela qual as dietas com inclusão de concentrado resultam em menores produções de CH<sub>4</sub>. Porém, a digestão da fibra no rúmen é diminuída com esse decréscimo, devido às bactérias celulolíticas ruminais serem sensíveis a pH abaixo de 6,2 (OWENS; GOETSCH, 1988). Então, devem-se evitar estratégias para reduzir metanogênese que impliquem em redução na digestão da fibra. Dessa forma, avaliar a eficiência ou as ineficiências no aproveitamento da dieta pelos pequenos ruminantes, tais como os ovinos, mensuradas pela emissão de gases, é de grande importância.

O maior potencial de produção de CH<sub>4</sub> dos caprinos tropicais está associado a produção de acetato e butirato, predominante durante a fermentação de carboidratos fibrosos, resultando em liberação líquida de hidrogênio que favorece a metanogênese (MACHADO, 2010). A alimentação dos ruminantes pode alterar os padrões fermentativos no rúmen, principalmente no que diz respeito a relação acetato:propionato, podendo intensificar ou diminuir a produção de GEE. Isto porque a redução na relação acetato:propionato, torna o rúmen energeticamente mais eficiente e reduz a formação de CH<sub>4</sub>. As vias metabólicas de propionato, além de não gerar H<sup>+</sup> como acontece com as rotas de produção de acetato e butirato, utilizam H<sup>+</sup> como substrato, desta forma, o aumento na produção de propionato compete com as arqueias metanogênicas pelo mesmo substrato (MACHADO, 2010).

As regiões tropicais caracterizam-se pelo grande número de espécies forrageiras com potencial para serem utilizadas na alimentação de ruminantes, portanto a determinação do seu valor nutritivo é de grande importância para a produtividade, assim como para o conhecimento do seu potencial metanogênico. Ensaios *in vivo* que envolvem a produção animal e a digestibilidade são os métodos mais precisos para essa determinação, porém estes métodos trazem dificuldades ao experimento, pois necessitam o uso de animais, alimentos, mão-de-obra, tempo e elevado custo financeiro, limitando sua aplicabilidade (MAURICIO et al., 2003).

Tentando descrever a cinética ruminal e evitar a superestimação da fermentação ruminal tem se utilizado a técnica de produção de gases (MAURICIO et al. 1999). De acordo com Mauricio et al (2003) a técnica semi-automática *in vitro* de produção de gases possibilita a estimativa dos valores de digestibilidade aparente *in vivo* e fornece informações sobre a cinética de fermentação ruminal das dietas avaliadas. São escassos estudos que avaliem a fermentabilidade da silagem de milho em consórcio com outras culturas agrícolas, principalmente leguminosa.

O grande desafio no sistema produtivo de ruminantes é desenvolver dietas e sistemas de manejo que minimizem a produção de CH<sub>4</sub>, possibilitando maior eficiência produtiva e redução da contribuição da pecuária para o aquecimento global. No Brasil, pela variabilidade dos

modelos de produção animal, estratégias de redução das emissões de CH<sub>4</sub> devem ser orientadas para as bases da produção, envolvendo necessariamente a manipulação do componente forrageiro. Aliado a isso, o desenvolvimento de estratégias de manejo para mitigar as emissões de CH<sub>4</sub> entérico dos ovinos é possível e desejável.

Nesse sentido, o presente trabalho foi redigido na forma de capítulos.

O Capítulo II, intitulado **“Inclusão de silagem de milho em consórcio com capim-marandu e feijão guandu na dieta de cordeiros semi-confinados em pastagem de aveia preta sobre o desempenho e mitigação de metano entérico e custos de produção”**, foi adequado com as normas estabelecidas pelo periódico *Animal Feed Science and Technology*, exceção feita ao idioma.

O Capítulo III, intitulado **“Características de carcaça e qualidade de carne de cordeiros semi-confinados em pastagem de aveia preta sobressemeada em linha e a lanço e suplementados com silagens produzidas em sistema integrado de produção agropecuária”**, foi adequado com as normas estabelecidas pelo periódico *Meat Science*, exceção feita ao idioma.

O Capítulo IV, no qual são apresentadas as **Implicações** pertinentes ao estudo.

## **JUSTIFICATIVA, HIPÓTESE E OBJETIVO**

A silagem proveniente do consórcio do milho com o capim-marandu e feijão guandu possibilita suplementar os animais que permanecerão na pastagem de sucessão após a colheita do milho, em sobressemeadura com aveia preta (*Avena strigosa*, Schreb), que poderá auxiliar no aumento da produção de massa, do período de utilização e, principalmente, do valor nutritivo da forragem.

Desta forma, considerando que o SIPA pode intensificar a produção de ovinos, otimizando o uso de suplementos para animais em pastejo, tem-se como hipóteses que:

1) A silagem de milho proveniente do consórcio com capim-marandu e feijão guandu proporciona melhor desempenho dos cordeiros em semi-confinamento, bem como melhorias na carcaça e na carne, com baixa emissão de metano entérico, em SIPA.

2) A sobressemeadura da aveia a lanço, após a colheita do milho para ensilagem é uma alternativa ao método de sobressemeadura em linha, não interferindo na produção de massa.

Pelo exposto, o estudo tem por objetivo avaliar o desempenho, as características de carcaça e qualidade da carne, a composição química, fermentabilidade e capacidade de mitigação de metano entérico das dietas, além da viabilidade econômica da terminação de

cordeiros semi-confinados em pastagem de aveia preta e alimentados com silagens produzidas em SIPA.

## REFERÊNCIAS

- ADAMI, P.F.; PITTA, C.S.R. **Pastagem e bovinocultura de leite**. Curitiba: IFP, 2012. 80p.
- ALVARENGA, R.C.; NOCE, M.A. **Integração lavoura e pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 14p. (Embrapa Milho e Sorgo, Documentos, 47), 2005.
- BARCELLOS, A.O.; RAMOS, A.K.B.; VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G.B. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, v. 37, p.51-67, 2008. (supl. especial)
- BROCHIER, M.A.; CARVALHO, S. Efeito de diferentes proporções de resíduo úmido de cervejaria sobre as características da carcaça de cordeiros terminados em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, p.190-195, 2009.
- CARNEVALLI, R.A.; SILVA, S.C.; FAGUNDES, J.L.; SBRISSIA, A.F.; CARVALHO, C.A.B.; PINTO, F.L.M.; PEDREIRA, C.G.S. Desempenho de ovinos e respostas das pastagens de Tifton-85 (*Cynodon spp.*) sob lotação contínua. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, p.7-15, 2001.
- CARVALHO, J.L.N.; AVANZI, J.C.; SILVA, M.L.N.; MELLO, C.R.; CERRI, C.E.P. Potential of soil carbon sequestration in different biomes of Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 34, n. 2, versão online, 2010. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-06832010000200001](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832010000200001) > <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832010000200001>
- CARVALHO, P.C.F.; MORAES, A.; PONTES, L.S.; ANGHINONI, I.; SULC, R.M.; BATELLO, C. Definições e terminologias para sistema integrado de produção agropecuária. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 5 (Especial), p.1040-1046, 2014.
- CAVASANO, F.A. **Terminação de cordeiros semi-confinados em sistema de integração lavoura-pecuária**. 2013. 108 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2013.
- CEPEA - Centro de estudos avançados em economia aplicada. O Mercado de Trabalho do Agronegócio Brasileiro - Resultados Preliminares 2015. Piracicaba: Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/br/documentos/texto/mercado-de-trabalho-do-agronegocio-brasileiro-resultados-preliminares.aspx>>. Acesso em: 10 mai. 2017.

CIVIDINI, A.; LEVART, A.; ZGUR, S. Fatty acid composition as effect by production system, weaning and sex. **Acta Agriculturae Slovenica**, Liubliana, v. 2, p. 47-52, 2008. (suplemento).

CIVIDINI, A. et al.; LEVART, A.; ZGUR, S.; KOMPAN, D. Fatty acid composition of lamb meat from the autochthonous Jezersko-Solcava breed reared in different production systems. **Meat Science**, Champaign, v. 97, p. 480-485, 2014.

CUNHA, E.A.; BUENO, M.S.; SANTOS, L.E.; RODA, D.S.; OTSUK, I.P. Desempenho e características de carcaça de cordeiros Suffolk alimentados com diferentes volumosos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 4, p.671-676, 2001.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 36 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 402).

ESTEVES, S.N.; BERNARDI, A.C.C.; VINHOLIS, M.M.B.; PRIMAVESI, O. **Estimativas da emissão de metano por bovinos criados em sistema de integração lavoura-pecuária em São Carlos, SP**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2010. 7p. (Embrapa Pecuária Sudeste, Circular técnica, 65).

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAOSTAT database. Disponível em: <<http://faostat3fao.org/browse/Q/QA/E>>. Acesso em: 07 mar 2018.

FERNANDES, P.C.C.; CHAVES, S. S. de F.; FREITAS, D. R.; SILVA, A. V.; SILVEIRA FILHO, A.; ALVES, L. W. R. Meta-análise quantitativa da produção bibliográfica dos Sistemas de Integração Agropecuários. In: Workshop integração lavoura-pecuária-floresta em Rondônia, 1., 2010, Porto Velho. **Anais...** Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2010. p. 86-92. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/31571/1/Meta-Analise-Paulo.pdf>>

FERREIRA, L.G.; CLÁUDIO, F.L.; SANTOS, L.C.; ALVES, E.M.; PAIM, T.P. Produção de silagem em sistemas consorciados de milho (*Zea mays*), guandu (*Cajanus cajan*) e braquiária (*Urochloa brizantha*). In: IV Congresso Estadual de Iniciação Científica do IF Goiano, 4, 2015, Goiania. **Anais...** Goiania: Instituto Federal Goiano, 2015. p.

FRASER, T.J.; ROWARTH, J. Legumes, herbs or grass for lamb performance? **Proceedings of the New Zealand Grassland Association**, Oamaru, v. 58, p. 49-52, 1996.

GATELLIER, P., MERCIER, Y.; RENERRE, M. Effect of diet finishing mode (pasture or mixed diet) on antioxidant status of Charolais bovine meat. **Meat Science**, Champaign, v. 67, p.385-394, 2004.

HOANG, V. Analysis of productive performance of crop production systems: An integrated analytical framework. **Agricultural Systems**, Oxford, v. 116, n. 1, p.16-24, 2013.



JIANG, H.; WANG, Z.; MA, Y.; QU, Y.; LU, X.; GUO, H.; LUO, H. Effect of dietary lycopene supplementation on growth performance, meat quality, fatty acid profile and meat lipid oxidation in lambs in summer conditions. **Small Ruminants Research**, Amsterdam, v. 131, p. 99-106, 2015.

KIM, Y.H.B.; STUART, A.; ROSENVOLD, K.; MACLENNAN, G. Effect of forage and retail packaging types on meat quality of long term-chilled lamb loins. **Journal of Animal Science**, Oxford, v. 91, p.5998-6007, 2013.

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. 1.ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2003. p.131-141.

KURIHARA, M.; MAGNER, T.; HUNTER, R.A.; McCRABB, G.J. Methane production and energy partition of cattle in the tropics. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 81, p.227-234, 1999.

LEITE, E. R.; MEDEIROS, J. X. Agronegócio da Ovinocultura deslanada no Brasil. In: SELAIVE, A. B.; OSÓRIO, J. C. S. **Produção de Ovinos no Brasil**. São Paulo: Roca, 2014. p. 563-582.

LONGHINI, V.G. **Comportamento ingestivo, desempenho e características de carcaça de cordeiros semiconfinados em sistema integrado de produção**. 2016. 71 f. Dissertação (mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.

LOPES, M.L.T.; CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I.; SANTOS, D.T.; KUSS, F.; FREITAS, F.K.; FLORES, J.P.C. Sistema de integração lavoura-pecuária: desempenho e qualidade de carcaça de novilhos superprecoces terminados em pastagem de aveia e azevém manejada sob diferentes alturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, p.178-184, 2008.

MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, supl. especial, p.133-146, 2009.

MACHADO, F.S. **Consumo, digestibilidade aparente, partição de energia e produção de metano em ovinos alimentados com silagens de sorgo em diferentes estádios de maturação**. 2010. 107 f. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

MARTÍNEZ-CEREZO, S.; SAÑUDO, C.; PANEA, B. Breed, slaughter weight and ageing time effects on consumer appraisal of three muscles of lamb. **Meat Science**, Champaign, v. 69, p.795-805, 2005.

MAURICIO, R.M.; MOULD, F.L.; DHANOA, M.S.; OWEN, E.; CHANNA, K.S.; THEODOROU, M.K. A semi-automated in vitro gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 79, n.4, p.321-330, 1999.

MAURICIO, R. M.; PEREIRA, L. G. R.; GONCALVES, L. C.; RODRIGUES, N. M.; MARTINS, R. G. R.; RODRIGUES, J. A. S. Potencial da Técnica *in Vitro* Semi-Automática de Produção de Gases para Avaliação de Silagens de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 4, p.1013-1020, 2003.

MERTEN, G.H.; MINELLA, J.P.G.; MORO, M.; MAIER, C. Expansion of Brazilian Agriculture Territory: Changes in Land Use. **Advances in Geocology**, Stuttgart, v. 41, p.13-21, 2010.

MERTEN, G.H.; MINELLA, J.P.G. The expansion of Brazilian agriculture: soil erosion scenarios. **International Soil and Water Conservation Research**, Beijing, v. 1, n. 3, p.37-48, 2013.

MONTEIRO, A.L.G.; SILVA, C.J.A.; FERNANDES, S.R. Criação e terminação de cordeiros a pasto: Implicações econômicas e qualidade do produto final. In: Simpósio mineiro de ovinocultura, 5, 2009, Lavras. **Anais...** Lavras: Editora da UFLA, 2009. p.89-146.

MONTOSSI, F.; SAÑUDO, C. (Ed.). Evaluación y promoción de la calidad de la carne y otros productos agroalimentarios uruguayos en base a los estándares de calidad de la Unión Europea y en función de distintos sistemas productivos del Uruguay: Componente carnes Montevideo. Uruguay: INIA, 2004. 56p.

MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; LUSTOSA, S.B.C.; LANG, C.R.; DEISS, L. Research on Integrated Crop-livestock Systems in Brazil. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, p.1024-1031, 2014.

NICOLOSO, R.S.; LANZANOVA, M.E.; LOVATO, T. Manejo das pastagens de inverno e potencial produtivo de sistemas de integração lavoura-pecuária no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 6, p.1799-1805, 2006.

OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSK, J.; FAVARIN, J.L.; SANTOS, D.S. Consórcio de milho com braquiária e guandu-anão em sistema de dessecação parcial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p.1184-1192, 2011.

OWENS, F.N.; GOETSCH, A. L. Ruminant fermentation. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Waveland Press, 1988. p.145-171

PARIZ, C.M.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M.A.A.; BERGAMASCHINE, A.F.; BUZETTI, S.; CHIODEROLI, C.A. Desempenhos técnicos e econômicos da consorciação de milho com forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* em sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 4, p.360-370, 2009.

PARIZ, C.M. **Produção de silagem de milho em consórcio com braquiárias e sobressemeadura de aveia para terminação de cordeiros**. 2013. 141 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade do Estado de São Paulo, Botucatu, 2013.

POPOVA, T.; GONZALES-BARRON, U.; CADAVEZ, V. A meta-analysis of the effect of pasture access on the lipid content and fatty acid composition of lamb meat. **Food Research International**, Amsterdam, v. 77, p. 476-483, 2015.

RAO, S.C.; COLEMAN, S.W.; MAYEUX, H.S. Forage production and nutritive value of selected pigeon pea ecotypes in the Southern Great Plains. **Crop Science**, Madison, v. 42, p.1259-1263, 2002.

RODRIGUES, D. A.; AVANZA, M. F. B.; DIAS, L. G. G. G. Sobressemeadura de aveia e azevém em pastagens tropicais no inverno revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, Garça, v. 9, n. 16, p. 22, 2011.

ROSOLEM, C.A.; SORATTO, R.P.; CRUSCIOL, C.A.C. Análise da situação geral. In: SORATTO, R.P.; ROSOLEM, C.A.; CRUSCIOL, C.A.C. (ed.). **Integração lavourapecuária-floresta: alguns exemplos no Brasil Central**. Botucatu: Editora FEPAF, 2011. p.103-104.

SANDERSON, M.A.; WEDIN, W.F. Nitrogen in the detergent fiber fractions of temperate legumes and grasses. **Grass and Forage Science**, v. 44, p.159-168, 1989.

SILVA, N.V.; SILVA, J.H.V.; COELHO, M.S.; OLIVEIRA, E.R.A.; ARAÚJO, J.A.; AMÂNCIO, A.L.L. Características de carcaça e carne ovina: uma abordagem das variáveis metodológicas e fatores de influência. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 2, n. 4, p.103-110, 2008.

SILVA, F.B.; TAFFAREL, L.E.; NERES, M.A.; OLIVEIRA, P.S.R.; NEUHAUS, E.; HEIZEN, E.L. Composição bromatológica da forragem produzida pelas associações do capim-piatã com feijão guandu cvs. Super N e Mandarin. In: Congresso Nordestino De Produção Animal, 6, 2010, Mossoró. **Anais...** Mossoró: UFERSA, 2010. p.1-4.

SULC, R.M.; FRANZLUEBBERS, A.J. Exploring integrated crop-livestock systems in different ecoregions of the United States. **European Journal of Agronomy**, v. 57, p.21-30, 2014.

TAFFAREL, L.E.; CASTAGNARA, D.D.; MESQUITA, E.E.; NERES, M.A.; OLIVEIRA, P.S.R.; BATISTA, P.B. Produção de forrageiras de inverno sobressemeadas à lanço em pastagem de *Brachiaria*

brizantha. In: Congresso nordestino de produção animal, 6, 2010, Mossoró. **Anais...** Mossoró: UFERSA, 2010. (CD-ROM).

TUPY, O.; OLIVEIRA, P.P.A.; VINHOLIS, M.M.B.; PRIMAVESI, O.; BERNARDI, A.C.C. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais de tecnologias da Embrapa Pecuária Sudeste. 8. Sobresemeadura de aveia forrageira em pastagens tropicais irrigadas no período seco.** São Carlos: Embrapa, 2006. 37p. (Embrapa Pecuária Sudeste, Documentos, 61).

VIANA, J.G.A.; M.R.E., MARAES; DORNELES, J.P. Dinâmica das importações de carne ovina no Brasil: análise dos componentes temporais. **Semina: Ciências Agrárias**, Maringá, v. 36, n. 3, p.2223-2234, 2015. (Supl. 1)

WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.I.; NUTE, G.R.; FISHER, A.V.; CAMPO, M.M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P.R.; ENSER, M. Effects of fatty acids on meat quality: A review. **Meat Science**, Champaign, v. 66, p.21-32, 2004.

WOODWARD, B.W.; FERNÁNDEZ, M.I. Comparison of conventional and organic beef production system II. Carcass characteristics. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 61, p. 225-231, 1999.

emissão de gases de efeito estufa entérico por animal e melhor retorno econômico na terminação de cordeiros em semi-confinamento.

O método de sobressemeadura a lanço, com posterior incorporação das sementes com gradagem leve, em áreas de sistema integrado de produção agropecuária pode ser utilizado como método alternativo à sobressemeadura em linha, quando não se dispõe de semeadora-adubadora para sementes miúdas, sem interferir na produtividade da aveia e desempenho animal.

## Referências

- Adami, P. F. and C. S. R. Pitta. 2012. Pastagem e bovinocultura de leite. Instituto Federal do Paraná, Curitiba, PR. 80p.
- Adu-Gyamfi, J.J., F. A. Myaka, W.D. Sakala, R. Odgaard, J.M. Vesterager and H. Hogh-Jensen. 2007. Biological nitrogen fixation and nitrogen and phosphorus budgets in farmer-managed intercrops of maize–pigeon pea in semi-arid southern and eastern Africa. *Plant and Soil*, 295:127-136. <https://doi.org/10.1007/s11104-007-9270-0>
- Alvares, C. A., J. L. Stape, P. C. Sentelhas, J. L. M. Gonçalves, and G. Sparovek. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorol. Zeitschrift*, 22(6):711-728. doi:10.1127/0941-2948/2013/0507
- Anualpec, 2016. Anuário da Pecuária Brasileira. Instituto FNP, São Paulo, São Paulo.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Washington, DC.
- Balbino, L.C., Cordeiro, L.A.M., Porfírio-da-Silva, V., Moraes, A., Martínez, G.B., Alvarenga, R.C., Kichel, A.N., Fontaneli, R.S., Santos, H.P., Franchini, J.C., Galerani, P.R., 2011. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-

- pecuária-floresta no Brasil. *Pesq. Agrop. Bras.*, 46(10), 1-12.  
<https://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000001>
- Bell, L.W., A.D. Moore and J. A. Kirkegaard. 2014. Evolution in crop–livestock integration systems that improve farm productivity and environmental performance in Australia. *Eur. J. Agron.*, 57:10-20. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.04.007>
- Bortolini, P. C., A. Moraes, and P. C. F. Carvalho. 2005. Produção de forragem e de grãos de aveia branca sob pastejo. *Rev. Bras. Zootec.*, 34(6):2192-2199. doi: 10.1590/S1516-35982005000700005.
- Bueno, I. C. S., S. L. S. Cabral Filho, S. P. Gobbo, H. Louvandini, D. M. S. S. Vitti, and A. L. Abdalla. 2005. Influence of inoculum source in a gas production method. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 123–124:95–105. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2005.05.003
- Bueno, I. C. S., D. M. S. S. Vitti, H. Louvandini, and A. L. Abdalla. 2008. A new approach for in vitro bioassay to measure tannin biological effects based on a gas production technique. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 41:153-170. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2007.04.011
- Cantarella, H., B. Van Raij, and C. E. O. Camargo. 1997. Cereais. In: B. Van Raij, H., Cantarella, J. A. Quaggio, e A. M. C. Furlani, editor, *Boletim Técnico 100: Recomendação de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo*. 2.ed. Instituto Agrônômico, IAC, Campinas, SP. p.43-71.
- Carvalho, J.L.N., G.S. Raucci, L.A. Frazão, C.E.P. Cerri, M. Bernoux and C.C. Cerri. 2014. Crop-pasture rotation: a strategy to reduce soil greenhouse gas emissions in the Brazilian Cerrado. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 183:167-175.  
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.11.014>
- Carvalho, P.C.F., S. Macari, L. Oliveira, S.J. Souza, Jr., C.H.E.C. Poli, F. Jochins, C.E Pinto, C. Bremm, A.L.G. Monteiro, H.V.L. Piazzetta and V. Fischer. 2009. Desafios da busca e da apreensão da forragem pelos ovinos em pastejo: construindo estruturas de pasto que

- otimizem a ingestão. In IV Simpósio Internacional sobre Caprinos e Ovinos de corte. João Pessoa, 2009. CD-ROM
- Cepagri – Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. 2013. UNICAMP, Campinas, SP. ([https://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima\\_muni\\_086.html](https://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_086.html))
- Cepea – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. (<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/ovinos.aspx>)
- Crusciol, C.A.C., Mateus, G.P., Nascente, A.S., Martins, P.O., Borghi, E., Pariz, C.M., 2012. An innovative crop-forage intercrop system: early cycle soybean cultivars and palisade grass. *Agron. J.*, 104, 1085-1095. <https://doi.org/10.2134/agronj2012.0002>
- Crusciol, C.A.C., Nascente, A.S., Mateus, G.P., Pariz, C.M., Martins, P.O., Borghi, E., 2014. Intercropping soybean and palisade grass for enhanced land use efficiency and revenue in a no till system. *Eur. J. Agron.*, 58, pp. 53-62. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2014.05.001>
- Dias-Filho, M.B. and J.N. Ferreira. 2008. Influência do pastejo na biodiversidade do ecossistema da pastagem. In: Pereira, O. G.; Obeid, J. A.; Fonseca, D. M. da; Nascimento Júnior, D. do. (Ed.). *Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2008, p. 47-74. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2903.1525>
- Dias-Filho, M. B. 2014. *Diagnóstico das pastagens no Brasil*. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 36 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 402).
- Erwin, E.S., G. J. Marco, and E. M. Emery. 1961. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. *J. Dairy Sci.*, 44(9):1768-1771. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(61)89956-6

- Euclides, V.P.B., Valle, C.B., Macedo, M.C.M., Almeida, R.G., Montagner, D.B., Barbosa, R.A., 2010. Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century. *Rev. Bras. Zootec.* 39, suppl.spe, 151–168. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300018>.
- Fancelli, A. L. and D. Dourado Neto. 2000. *Produção de Milho*. Ed. Agropecuária, Guaíba. 360 p.
- Fernandes, P.C.C., S.S.F. Chaves, D.R Freitas, A.V. Silva, A. Silveira Filho, & L.W.R. Alves. (2010). Meta Análise Quantitativa da Produção Bibliográfica dos Sistemas de Integração Agropecuários. In: *Workshop integração lavoura-pecuária-floresta em rondônia, 1., 2010, Porto Velho. Resumos expandidos...* Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2010. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/31571/1/Meta-Ana769lise-Paulo.pdf>
- Ferreira, E. J., S. Bernardo, G. C. Sedyama, D. Nascimento Junior, D., and A. A. Soares. 1991. Evapotranspiration (ETc) and crop coefficient (kc) of irrigated black oats (*Avena strigosa*, Schreb). *Revista Ceres*, 38(215):25-35.
- Figueiredo, E.B., S. Jayasundara, R.O. Bordonal, T.T. Berchielli, R.A. Reis, C. Wagner-Riddle and N. La Scala, Jr. 2017. Greenhouse gas balance and carbon footprint of beef cattle in three contrasting pasture-management systems in Brazil. *J. Clean. Prod.*, 142:420-431. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.132>
- Flavel, T.C. and D.V. Murphy. 2006. Carbon and nitrogen mineralization rates after application of organic amendments to soil. *J. Environ. Qual.*, 35:183-193. <http://doi.org/10.2134/jeq2005.0022>
- France, J., M. S. Dhanoa, M. K. Theodorou. 1993. A model to interpret gas accumulation profiles with "*in vitro*" degradation of ruminant feeds. *J. Theoretical Biol.*, 163:99-111. doi: 10.1006/jtbi.1993.1109



- Franke, A.C., G.J. van den Brand, B. Vanlauwe and K.E. Giller. 2018. Sustainable intensification through rotations with grain legumes in Sub-Saharan Africa: A review. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 261:172-185. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.09.029>
- Gordon H.M. and H.V.A., Whitlock. 1939. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. *J. Counc Sci. Ind. Res., Australia*, 12:50-52.
- Getachew, G., H. P. Makkar, and K. Becker. 2000. Effects of polyethylene glycol on in vitro digestibility on nitrogen and microbial protein synthesis from tannin-rich browse and herbaceous legumes. *British J. Nut.*, 84:73-83. doi:10.1017/S0007114500001252
- Getachew, G., G. M. Groveto, M. Fondevila, U. Krishnamoorthy, B. Singh, m. Spanghero, H. Steingass, P. H. Robinson, and M. M. Kailas. 2002. Laboratory variation of 24h in vitro gas production and estimated metabolizable energy of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 102:169-180. doi: 10.1016/S0377-8401(02)00212-2
- Getachew, G., P. H. Robinson, E. J. Depeters, S. J. Taylor, D. D. Gisi, G. E. Higginbotham, and T. J. Riordan. 2005. Methane production from commercial dairy rations estimated using a in vitro gas technique. *Anim. Feed Sci. Tec.*, 123:391-402. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2005.04.056
- Gouveia, F.S., D.M. Fonseca, M.E.R. Santos, V.M. Gomes and A.N. Carvalho. 2017. Altura inicial e período de diferimento em pastos de capim-braquiária. *Cien. Ani. Bras.*, 18:e43744. <http://dx.doi.org/10.1590/1089-6891v18e-43744>
- Homem Junior, A. C., J. M. B. Ezequiel, V. R. Fávoro, P. S. N. Oliveira, A. P. D'aurea, V. C. Santos, and J. S. Gonçalves. 2010. Fermentação ruminal de ovinos alimentados com alto concentrado e grãos de girassol ou gordura protegida. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 62:144-153. doi:10.1590/S0102-09352010000100020.
- Hungate, R. E. 1966. *The rumen and its microbes*. Academic Press, New York, NY. p.533.

- Kluthcouski, J. and L.P. Yokoyama. 2003. Opções de integração lavoura-pecuária. In Kluthcouski, J., L. F. Stone and H. Aidar (Ed.). Integração lavoura-pecuária. 1.ed. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa, 131-141.
- Lopes, M.L.T., P.C.F. Carvalho, I. Anghinoni, D.T. Santos, F. Kuss, F.K. Freitas and J.P.C. Flores. 2008. Sistema de integração lavoura-pecuária: desempenho e qualidade de carcaça de novilhos superprecoces terminados em pastagem de aveia e azevém manejada sob diferentes alturas. *Ciência Rural*, 38:178-184. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000100029>
- Macedo, M.C.M., 2009. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. *R. Bras. Zootec.*, 38, 133-146. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009001300015>
- Makkar, H. P. S. Recent advances *in vitro* gas method for evaluation of nutritional quality of feed resources. Itália: FAO, 2004. Disponível em: <[http://www.fao.org/DOCREP/ARTICLE/AGRIPPA/570\\_en\\_toc.htm](http://www.fao.org/DOCREP/ARTICLE/AGRIPPA/570_en_toc.htm)>. Acesso em: 10 fev. 2019.
- Martin, N. B.; Oliveira, M. D. M.; Ângelo, J. A.; Okawa, H., 1998. Sistema integrado de custos agropecuários. *Custragri. Informações econômicas*, São Paulo, 28,7-28.
- Matsunaga, M., Bemelmans, P.F., Toledo, P.E.N., Dulley, R.D., Okawa, H., Pedroso, L.A., 1976. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. *Agricultura em São Paulo*, 23, 123-139.
- Mauricio, R., F. L. Mould, M. S. Dhanoa, E. Owen, K. S. Channa, and M. K. Theodorou. 1999. A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 79(4): 321-330. doi: 10.1016/S0377-8401(99)00033-4
- MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia. Relatório de referência para o Inventário nacional de emissão de gases de efeito estufa por atividades agrícolas: emissão de metano proveniente da pecuária no Brasil. Brasília, 2010.

- Mertens, D.R. 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. *J. AOAC Int.*, 85:1217-1240.
- Moraes, A., P.C.F. Carvalho, I. Anghinoni, S.B.C. Lustosa, S.E.V.G.A. Costa and T.R. Kunrath. 2014. Integrated crop-livestock systems in the Brazilian subtropics. *Eur. J. Agron.*, 57:4-9. <http://doi.org/10.1016/j.eja.2013.10.004>
- Moreira, A. L., R. A. Reis, A. C. Ruggieri, and A. J. Saran Junior. 2007. Avaliação de forrageiras de inverno irrigadas sob pastejo. *Ciênc. agrotec.*, 31(6):1838-1844. doi:10.1590/S1413-70542007000600035
- NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th. rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- NRC. 2007. Nutrient requirements of small ruminants. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- Oliveira, P., J. Kluthcouski,, J. L. Favarin, D. C. Santos. 2011. Consórcio de milho com braquiária e guandu-anão em sistema de dessecação parcial. *Pesq. Agropec. Bras.*,46(1):1184-1192. doi: 10.1590/S0100-204X2011001000010
- Palhano, A.L., P.C.F. Carvalho, J.R. Dittrich, A.Moraes, S.C. Silva and A.L.G Monteiro. 2007. Características do processo de ingestão de forragem por novilhas holandesas em pastagens de capim-mombaça. *R. Bras. Zootec.*, 36(4):1014-1021. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982007000500005>.
- Passini, R., P. H. M. Rodrigues, A. L. Castro, and A. C. Silveira. 2003. Parâmetros de fermentação ruminal em bovinos alimentados com grãos de milho ou sorgo de alta umidade ensilados. *R. Bras. Zootec.*, 32(5):1266-1274. doi:10.1590/S1516-35982003000500030.
- Pariz, C. M., M. Andreotti, M. A. A. Tarsitano, M.A.A., A. F. Bergamaschine, S. Buzetti, and C. A. Chioderolli. 2009. Desempenhos técnicos e econômicos da consorciação de milho

- com forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* em sistema de integração lavoura-pecuária. *Pesq. Agropec. Trop.*, 39(4):360-370.
- Pariz, C.M., C., Costa, C. A. C., Crusciol, P. R. L., Meirelles, A.M., Castilhos, M., Andreotti, N.R., Costa, J.M., Martello, D.M., Souza, J.R.W., Sarto, A.J. and Franzluebbbers. 2016. Production and soil responses to intercropping of forage grasses with corn and soybean silage. *Agron. J.* 108:2541–2553. <http://dx.doi.org/10.2134/agronj2016.02.0082>
- Pariz, C.M., C., Costa, C.A.C., Crusciol, P.R.L., Meirelles, A.M., Castilhos, A.M., M., Andreotti, N.R., Costa, J.M., Martello, D.M., Souza, V.M., Protes, V.Z., Longhini, and A.J., Franzluebbbers. 2017a. Production, nutrient cycling and soil compaction to grazing of grass companion cropping with corn and soybean. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* Online First. <http://dx.doi.org/10.1007/s10705-016-9821-y>.
- Pariz, C.M., C., Costa, C.A.C, Crusciol, A.M., Castilhos, P.R.L., Meirelles, R.O., Roça, R.S.B, Pinheiro, F.A., Kuwahara, J.M., Martello, F.A., Cavasano, J.I., Yasuoka, J.R.W., Sarto, V.F.P., Melo, and A.J., Franzluebbbers. 2017b. Lamb production responses to grass grazing in a companion crop system with corn silage and oversowing of yellow oat in a tropical region. *Agric. Syst.* 151:1-11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2016.11.004>
- Peyraud., J.L., M. Taboada and L. Delaby. 2014. Integrated crop and livestock systems in Western Europe and South America: A review. *Eur. J. Agron.*, 57:31-42. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2014.02.005>
- Pin, E. A., A. B. Soares, J. C. Possenti, and J. M. Ferrazza. 2011. Forage production dynamics of winter annual grasses sown on different dates. *R Bras Zootec.* 40:509-517. doi:10.1590/S1516-35982011000300007
- Primavesi, A.C., A.A. Rodrigues and R. Godoy. 2000. Recomendações técnicas para o cultivo de aveia (Cap. 10, pp. 23-25). São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste.

- Primavesi, A. C., O. Primavesi, H. Cantarella, and R. Godoy. 2004. Resposta da aveia branca à adubação em Latossolo vermelho-amarelo em dois sistemas de plantio. *Rev. Bras. Zootec*, 33:79-86. doi: 10.1590/S1516-35982004000100011
- Salazar, S.S.V., Vázquez, A.T.P., Botero, I.C.M., Balbuena, F.J.L., Nárvaez, J.J.U., Campos, M.R.S., Avilés, L.R., Sanchés, F.J.S., Vera, J.C.K. 2018. Potential of *Samanea saman* pod meal for enteric methane mitigation in crossbred heifers fed low-quality tropical grass. *Agr. For. Met.*, 258, 108-116. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.12.262>
- Salton, J.C., J. Mielniczuk, C. Bayer, A.C. Fabricio, M.C.M. Macedo and D.L. Broch. 2011. Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. *Pesq. Agrop. Bras.*, 46(10): 1349-1356. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000031>
- Santos, H.G., P. K. T. Jacomine, L. H. C. Anjos, V. A. Oliveira, J. B. Oliveira, M. R. Coelho, J. F. Lumbreras and T. J. F. Cunha. 2006. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2 ed. Rio de Janeiro, RJ. 306p.
- Santos, G.J., Marion, J.C., Segatti, S., 2008. Administração de custos na agropecuária (third ed.), Atlas, São Paulo.
- Sollenberger, L. E. and D. J. R. Cherney. 1995. Evaluating forage production and quality. *The Science of Grassland Agriculture*. Ames: Iowa State University Press, p. 97-110.
- Sulc, R.M. and A.J. Franzluebbers, 2014. Exploring integrated crop-livestock systems in different ecoregions of the United States. *Eur. J. Agron.*, 57:21-30.
- Theodorou, M.K., B.A. Williams, M.S. Dhanoa, A.B. McAllan and J. France. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feed. *Anim. Feed Sci. Tec.*, 48(3-4):185-197. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(94\)90171-6](https://doi.org/10.1016/0377-8401(94)90171-6)
- Tilley, J. M. A., and R. A. Terry. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Grass Forage Sci.*, 18:104–111. doi 10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x

- Van Raij, B., J.C. Andrade, H. Cantarella and J.A. Quaggio. 2011. Análise química para a avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônômico, 284p.
- Vanlauwe, B., A. Bationo, J. Chianu, K.E. Giller, R. Merckx, U. Mkwunye, O. Ohiokpehai, P. Pypers, R. Tabo, K.D. Shepherd, E.M.A Smaling, P.L. Woomer and N. Sanginga. 2010. Integrated soil fertility management Operational definition and consequences for implementation and dissemination. *Outlook Agric.*, 39:17-24.  
<https://doi.org/10.5367/000000010791169998>
- Vanlauwe, B., K. Descheemaeker, K.E. Giller, J. Huising, R. Merckx, G. Nziguheba, J. Wendt and S. Zingore. 2015. Integrated soil fertility management in sub-Saharan Africa: unravelling local adaptation. *Soil*, 1:491-508. <https://doi.org/10.5194/soil-1-491-2015>
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74:3583-3597. doi:10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2
- Veneman, J.B., E.R. Saetnan, A.J. Clare and C.J. Newbold. 2016. MitiGate; an online meta-analysis database for quantification of mitigation strategies for enteric methane emissions. *Sci. Total Environ.*, 572:1166-1174. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.08.029>
- Zhang, X. Q., H. L. Luo, X. Y. Hou, W. B. Badgery, Y. J. Zhang, and C. Jiang. 2014. Effect of restricted time at pasture and indoor supplementation on ingestive behaviour, dry matter intake and weight gain of growing lambs. *Liv. Sci.*, 167: 137-143. doi: 10.1016/j.livsci.2014.06.001
- Weatherburn, M. W. 1967. Phenol-Hypochlorite Reaction for Determination of Ammonia. *Anal. Chem.*, 39(8):971-974. doi:10.1021/ac60252a045
- Witzig, M., M. B. Lengowski, K. H. R. Zuber, J. Möhring, and M. Rodehutschord. 2018. Effects of supplementing corn silage with different nitrogen sources on ruminal

fermentation and microbial populations *in vitro*. *Anaerobe*, 51:99-109. doi:  
10.1016/j.anaerobe.2018.04.01

## Referências

- Abdullah, A.Y. & Qudsieh, R.I. (2009). Effect of slaughter weight and aging time on the quality of meat from Awassi ram lambs. *Meat Science*, 82, 309-316.  
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.01.027>
- Adami, P. F. & C. S. R. Pitta. (2012). *Pastagem e bovinocultura de leite*. Instituto Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.
- Adu-Gyamfi, J.J., Myaka, F. A., Sakala, W.D., Odgaard, R., Vesterager J.M. & Hogh-Jensen, H. (2007). Biological nitrogen fixation and nitrogen and phosphorus budgets in farmer-managed intercrops of maize–pigeon pea in semi-arid southern and eastern Africa. *Plant and Soil*, 295, 127-136. <https://doi.org/10.1007/s11104-007-9270-0>
- Alvares, C. A., Stape J. L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M. & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Álvarez-Rodríguez, J., Ripoll, G., Lóbon, S., Sanz, A., Blanco, M. & Joy, M. (2018). Alfalfa but not milk in lamb's diet improves meat fatty acid profile and  $\alpha$ -tocopherol content. *Food Research. International*, 107, 708-716.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.007>
- AOAC – Association of Official Agricultural Chemists. (1995). *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Washington, DC.
- AOAC - Association of Official Agricultural Chemists. (2007). *Official Methods of Analysis*. 18th ed. Assoc. Off. Anal Chem., Gaithersburg, MD.
- Arboitte, M. Z., Restle, J., Alves Filho, D.C., Brondani, I.L., Pacheco, P.S., Menezes, L.F.G. & Perottoni, J. (2004). Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos 5/8 Nelore - 3/8 Charolês terminados em confinamento e abatidos em diferentes estádios de maturidade. *Revista*



*Brasileira de Zootecnia*, 33(4), 959-968. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000400016>

Bell, L.W., Moore, A.D. & Kirkegaard, J. A. (2014). Evolution in crop–livestock integration systems that improve farm productivity and environmental performance in Australia.

*European Journal of Agronomy*, 57, 10-20. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.04.007>

Bernes, G., Turner, T. & Pickova, J. (2012). Sheep fed only silage or silage supplemented with concentrates: 2. Effects on lamb performance and fatty acid profile of ewe milk and lamb meat. *Small Ruminant Research*, 102(2), 114-124.

<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.08.001>

BRASIL. (2000). Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA).

Secretaria da Defesa Agropecuária (SDA). Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA). Divisão de Normas Técnicas. Instrução Normativa n. 3, de 17 de janeiro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue. Lex: DOU de 24 de janeiro de 2000, seção I, p.14-16. Brasília. Disponível em:

<http://www.defesaagropecuaria.sp.gov.br/www/legislacoes/popup.php?action=view&idlg=661>. Acesso em 20 jun, 2014

Brito, G.F., McGrath, S.R., Holman, B.W., Friend, M.A., Fowler, S.M., van de Ven, R.J. & Hopkins, D.L. (2016). The effect of forage type on lamb carcass traits, meat quality and sensory traits. *Meat Science*, 119, 95-101. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.030>.

Buccioni, A., Decandia, M., Minieri, S., Molle, G. & Cabiddu, A. (2012). Lipid metabolism in the rumen: new insights on lipolysis and biohydrogenation with an emphasis on the role of endogenous plant factors. *Animal Feed Science and Technology*, 174, 1-25.

<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.02.009>

- Butterfield, R.M. (1988). *New concepts of sheep growth*. Department of Veterinary Anatomy, University of Sydney, Australia. 168p
- Campo, M.M., Muela, E., Resconi, V.C., Barahona, M. & Sañudo, C. (2016). Influence of commercial cut on proximate composition and fatty acid profile of Rasa Aragonesa light lamb. *Journal of Food Composition and Analysis*, 53, 7-12.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2016.08.001>
- Cantarella, H., Van Raij, B. & Camargo, C. E. O. (1997). Cereais, in: Van Raij, B., Cantarella, H., Quaggio, J.A., Furlani, A.M.C. (Eds.), *Boletim Técnico 100: Recomendação de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo*. 2.ed. Instituto Agrônômico, IAC, Campinas, SP, pp. 43-71.
- CEPAGRI, 2013. *Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura*. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. Disponível em:  
[https://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima\\_muni\\_086.html](https://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_086.html)
- Chikwanha, O.C., Vahmani, P., Muchenje, V., Dugan, M.E.R. & Mapiye, C. (2018). Nutritional enhancement of sheep meat fatty acid profile for human health and wellbeing. *Food Research International*, 104, 25-38.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.05.005>
- De Smet, S. & Vossen, E. (2016). Meat: The balance between nutrition and health. A review. *Meat Science*, 120, 145-156. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.008>
- Devine, C., Graafhuis, A., Muir, P., & Crystall, B. (1993). The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs. *Meat Science*, 35, 63-77.  
[https://doi.org/10.1016/0309-1740\(93\)90070-X](https://doi.org/10.1016/0309-1740(93)90070-X)
- Santos, H.G., Jacomine, P. K. T., Anjos, L. H. C., Oliveira, V. A., Oliveira, J. B., Coelho, M. R., Lumberras, J. F. & Cunha, T. J. F. 2006. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2 ed. Rio de Janeiro, RJ. 306p.

- Fancelli, A. L. & Dourado Neto, D. (2000). *Produção de Milho*. Ed. Agropecuária, Guaíba, RS. 360 p.
- FAO. (2016). Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAOSTAT database, <http://http://faostat3fao.org/browse/Q/QA/E>. Acesso em: 07 mar 2018.
- Fernandes, P.C.C., Chaves, S.S.F., Freitas, D.R., Silva, A.V., Silveira Filho, A. & Alves, L. W. R. (2010). Meta Análise Quantitativa da Produção Bibliográfica dos Sistemas de Integração Agropecuários. In: Workshop integração lavoura-pecuária-floresta em rondônia, 1., 2010, Porto Velho. Resumos expandidos... Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2010. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/31571/1/Meta-Ana769lise-Paulo.pdf>
- Folch, J., Lee, M. & Sloane-Stanley, G.H.A. (1957). A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissue. *Journal of Biological Chemistry*, 226, 497-509.
- Gordon H.M. & Whitlock, H.V.A. (1939). A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. *Journal of Council Scientific and Industrial Research.*, Australia, 12:50-52.
- Gurtler, H., Ketz, H. A., Kolb, E., Schroder, L. & Seidel, H. (1987). *Fisiologia Veterinária*. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, RJ.
- Hammond, J. (1940). *Farm Animals: Their Breeding, Growth and Inheritance* (first ed.), Edward Arnold, London. 206p.
- Hartman, L. & Lago, B. C. A. (1973). *Rapid preparation of fatty, methyl esters from lipids*. Laboratory Practical, 22, 457-477.
- Hoang, V. (2013). Analysis of productive performance of crop production systems: An integrated analytical framework. *Agricultural System*, 116, 16-24. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.12.005>

- Honikel, K.O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 49(4), 447-457. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00034-5](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00034-5).
- Jiang, H., Wang, Z., Ma, Y., Qu, Y., Lu, X., Guo, H. & Luo, H. (2015). Effect of dietary lycopene supplementation on growth performance, meat quality, fatty acid profile and meat lipid oxidation in lambs in summer conditions. *Small Ruminant Research*, 131, 99-106. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.08.017>
- Khlijji, S., van de Ven, R., Lamb, T.A., Lanza, M. & Hopkins, D.L. (2010). Relationship between consumer ranking of lamb colour and objective measures of colour. *Meat Science*, 85(2), 224-229. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.01.002>
- Lopes, M.L.T., Carvalho, P.C.F., Anghinoni, I., Santos, D.T., Kuss, F., Freitas, F.K. & Flores, J.P.C., (2008). Sistema de integração lavoura-pecuária: desempenho e qualidade de carcaça de novilhos superprecoce terminados em pastagem de aveia e azevém manejada sob diferentes alturas. *Ciência Rural*, 38, 178-184. <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000100029>
- Lowe, T.E., Peachey, B.M. & Devine, C.E. (2002). The effect of nutritional supplements on growth rate, stress responsiveness, muscle glycogen and meat tenderness in pastoral lambs. *Meat Science*, 62, 391-397. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00027-X](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00027-X)
- Mahgoub, O., Khanb, A.J., Al-Maqbalya, R.S., Al-Sabahi, J.N., Annamalai, K. & Al-Sakry, N.M. (2012). Fatty acid composition of muscle and fat tissues of Omani Jebel Akhdar goats of different sexes and weights. *Meat Science*, 61, 381-387. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00208-X](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00208-X)
- Maia, M.R.G., Chaudhary, L.C., Bestwick, C.S., Richardson, A.J., McKain, N., Larson, T.R., Graham, I.A. & Wallace, R.J. (2010). Toxicity of unsaturated fatty acids to the

- biohydrogenating ruminal bacterium, *Butyrivibrio fibrisolvens*. *BMC Microbiology*, 10, 52. <https://doi.org/10.1186/1471-2180-10-52>
- Majdoub-Mathlouthi, L., Saïd, B., Say, A. & Kraiem, K. (2013). Effect of concentrate level and slaughter body weight on growth performances, carcass traits and meat quality of Barbarine lambs fed oat hay-based diet. *Meat Science*, 93, 557-563. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.10.012>
- Mertens, D.R., (2002). Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. *Journal of AOAC International*, 85, 1217-1240.
- Moraes, A., Carvalho, P.C.F., Anghinoni, I., Lustosa, S.B.C., Costa, S.E.V.G.A. & Kunrath, T.R., (2014). Integrated crop-livestock systems in the Brazilian subtropics. *European Journal of Agronomy*, 57, 4-9. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.10.004>
- NRC – National Research Council. (2001). *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7th. rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- NRC – National research Council. (2007). *Nutrient requirements of small ruminants*. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- O'Connell, T.D., Block, R.C., Huang, S.P. & Shearer, G.C. (2017).  $\omega$ 3-polyunsaturated fatty acids for heart failure: Effects of dose on efficacy and novel signaling through free fatty acid receptor 4. *Journal of Molecular and Cellular Cardiology*, 103, 74-92. <http://dx.doi.org/10.1016/j.yjmcc.2016.12.003>
- Oliveira, P., Kluthcouski, J., Favarin, J. L. & Santos, D. C. (2011). Consórcio de milho com braquiária e guandu-anão em sistema de dessecação parcial. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46(1), 1184-1192. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000010>
- Pariz, C. M., Andreotti, M., Tarsitano, M.A.A., Bergamaschine, A. F., Buzetti, S. & Chioderolli, C.A. (2009). Desempenhos técnicos e econômicos da consorciação de milho

com forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* em sistema de integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 39(4), 360-370.

<https://doi.org/10.5216/pat.v39i4.5651>

Pariz, C.M., Carvalho, M.P., Chioderoli, C.A., Nakayama, F.T., Andreotti, M. & Montanari R. (2011). Spatial variability of forage yield and soil physical attributes of a *Brachiaria decumbens* pasture in the Brazilian Cerrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 2111-2120, <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011001000007>

Pariz, C.M., Costa, C., Crusciol, C.A.C., Meirelles, P. R. L., Castilhos, A.M., Andreotti, M., Costa, N.R., Martello, J.M., Souza, D.M., Sarto, J.R.W. & Franzluebbbers, A.J. (2016). Production and soil responses to intercropping of forage grasses with corn and soybean silage. *Agronomy Journal*, 108, 2541–2553.

<http://dx.doi.org/10.2134/agronj2016.02.0082>

Pariz, C. M., Costa, C., Crusciol, C.A., Castilhos, A.M., Meirelles, P.R.L., Roça, R.O., Pinheiro, R.S.B., Kuwaharae, F.A., Martello, J.M., Cavasano, F.A., Yasuoka, J.L., Sarto, J.R.W., Melo, V.F.P. & Franzluebbbersg, A.J. (2017a). Lamb production responses to grass grazing in a companion crop system with corn silage and oversowing of yellow oat in a tropical region. *Agricultural System*, 151, 1-11.

<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.11.004>

Pariz, C.M., Costa, C., Crusciol, C.A.C, Castilhos, A.M., Meirelles, P.R.L., Roça, R.O., Pinheiro, R.S.B, Kuwahara, F.A., Martello, J.M., Cavasano, F.A., Yasuoka, J.I., Sarto, J.R.W., Melo, V.F.P. & Franzluebbbers, A.J. ( 2017b). Lamb production responses to grass grazing in a companion crop system with corn silage and oversowing of yellow oat in a tropical region. *Agriculture System* 151, 1-11.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2016.11.004>

- Pethick, D.W. & Rowe, J.B. (1996). The effect of nutrition and exercise in carcass parameters and the level of glycogen in skeletal muscle of merino sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*, 47, 525-537. <https://doi.org/10.1071/AR9960525>.
- Peyraud, J.L., Taboada, M. & Delaby, L. (2014). Integrated crop and livestock systems in Western Europe and South America: A review. *European Journal of Agronomy*, 57, 31-42. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2014.02.005>
- Polidoro, P., Pucciarelli, S., Carmmertoni, N. & Polzonetti, V. (2017). The effects of slaughter age on carcass and meat quality of Fabrianese lamb. *Small Ruminant Research*, 155, 12-15. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.08.012>
- Ponnampalam, E.N., Kerr, M.G., Butler, K.L., Cottrell, J.J., Dunshea, F.R., & Jacobs, J.L. (2019). Filling the out of season gaps for lamb and hogget production: Diet and genetic influence on carcass yield, carcass composition and retail value of meat. *Meat Science*, 148, 156-163. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.08.027>
- Protes, V.M., Costa, C., Pariz, C.M., Castilhos, A.M., Meirelles, P.R.L., Longhini, V.Z., Roça, R.O., Ricardo, H.A. & Melo, V.F.P. (2018). Effects of soybean silage on feeding behavior, performance, and meat quality of lambs. *Small Ruminant Research*, 164, 64-69. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.05.005>
- Reis, W.; Jobim, C. C., Macedo, F. A. F., Martins, E. N. & Cecato, U. (2001). Características de carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo grãos de milho conservados em diferentes formas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(4), 1308-1315. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000500026>
- Rowe, A., Macedo, F. A. F., Visentainer, J. V., Souza, N. E. & Matsushita, M. (1999). Muscle composition and fatty acid profile in lambs fattened in drylot or pasture. *Meat Science*, 51, 283-288. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00063-1](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00063-1)

- Russo, C., Preziuso, G., Casarosa, L., Campodoni, G. & Cianci, D. (1999). Effect of diet energy source on the chemical-physical characteristics of meat and depot fat lambs carcass. *Small Ruminant Research*, 33, 77-85. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(98\)00200-4](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(98)00200-4)
- Safari, E., Channon, H.A., Hopkins, D.L., Hall, D.G. & van de Ven, R. (2002). A national audit of retail lamb loin quality in Australia. *Meat Science*, 61(3), 267-273. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00192-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00192-9)
- Salter, A.M. (2013). Dietary fatty acids and cardiovascular disease. *Animal*, 7, 163-17. <https://doi.org/10.1017/S1751731111002023>
- Savell, J., Miller, R., Wheeler, T., Koohmaraie, M., Schackelford, S., Morgan, B., Calkins, C., Miller, M., Dikeman, M. & Mckeith, F. (1994). Standardized Warner-Bratzler shear force procedures for genetic evaluation. (online) <https://meat.tamu.edu/research/shear-force-standards/>
- Silva Sobrinho, A.G., Sañudo, C. & Osório, J.C.S. (2008). *Produção de carne ovina*. Funep, Jaboticabal, SP. 228p.
- Smeti, S., Atti, N., Mahouachi, M. & Munoz, F. Use of dietary rosemary (*Rosmarinus officinalis L.*) essential oils to increase the shelf life of Barbarine light lamb meat. *Small Ruminant Research*, 113, 340-345. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.04.001>
- Sollenberger, L. E. & Cherney, D. J. R. (1995). *Evaluating forage production and quality*. The Science of Grassland Agriculture. Ames: Iowa State University Press, pp. 97-110.
- Sulc, R.M. & Franzluebbers, A.J. (2014). Exploring integrated crop-livestock systems in different ecoregions of the United States. *European Journal of Agronomy*, 57, 21-30. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.10.007>



- Tilley, J. M. A. & Terry, R.A. (1963). A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Grass Forage Science*, 18, 104–111. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x>
- Van Raij, B., Andrade, J.C., Cantarella, H. & Quaggio, J.A. (2011). Análise química para a avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agronômico, 284p.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B. & Lewis, B.A., (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Vergara, H., Molina, A. & Gallego, L. (1999). Influence of sex and slaughter weight on carcass and meat quality in light and medium weight lambs produced in intensive systems. *Meat Science*, 52, 221-226. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00171-5](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00171-5)
- Zhang, Y., Liu, K., Hao, X. & Xin, H. (2017). The relationships between odd- and branched-chain fatty acids to ruminal fermentation parameters and bacterial populations with different dietary ratios of forage and concentrate. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 199, 1-12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.04.085>
- Welch, C.M., Ahola, J.K., Hall, J.B., Murdoch, G.K., Crews, D.H. Jr., Davis, L.C., Doumit, M.E., Price, W.J., Keenan, L.D. & Hill R.A. (2012). Relationships among performance, residual feed intake, and product quality of progeny from Red Angus sires divergent for maintenance energy EPD. *Journal of Animal Science*, 90(13), 5107-5117. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-518>
- Wood, J.D, Richardson, R.I., Nute, G.R., Fisher, A.V., Campo, M.M., Kasapidou, E., Sheard, P.R. & Enser, M. (2004). Effects of fatty acids on meat quality: A review. *Meat Science*, 66 (1), 21-32. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00022-6](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00022-6)

Wood, J.D., Enser, M., Fisher, A.V., Nute, G.R., Sheard, P.R., Richardson, R.I., Hughes, S.I. & Whittington, F.M. (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78, 343-358. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.019>

Wysoczański, T., Sokoła-Wysoczańska, E., Pękala, J., Lochyński, S., Czyż, K., Bodkowski, R., Herbinger, G. & Librowski, T. (2016). Omega-3 fatty acids and their role in central nervous system – A review. *Current Medicinal Chemistry*, 23(8), 816-831. <https://doi.org/10.2174/0929867323666160122114439>