



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

ALINE MARANGON DE OLIVEIRA

**SILAGENS DE TRITICALE E DE SORGO NO DESEMPENHO
PRODUTIVO DE NOVILHAS BRAFORD**

Londrina
2019

ALINE MARANGON DE OLIVEIRA

**SILAGENS DE TRITICALE E DE SORGO NO DESEMPENHO
PRODUTIVO DE NOVILHAS BRAFORD**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Valter Harry Bumbieris Junior

Co-Orientador: Dr. Leandro das Dores Ferreira da Silva

Londrina
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

de Oliveira, Aline Marangon.

Silagens de tritcale e de sorgo no desempenho produtivo de novilhas Braford / Aline Marangon de Oliveira. - Londrina, 2019.
64 f.

Orientador: Valter Harry Bumbieris Junior.

Coorientador: Leandro das Dores Ferreira da Silva.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2019.

Inclui bibliografia.

1. Carcaça - Tese. 2. Carne - Tese. 3. Cereal de inverno - Tese. 4. Consumo - Tese. I. Bumbieris Junior, Valter Harry. II. da Silva, Leandro das Dores Ferreira. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. IV. Título.

ALINE MARANGON DE OLIVEIRA

**SILAGENS DE TRITICALE E DE SORGO NO DESEMPENHO
PRODUTIVO DE NOVILHAS BRAFORD**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Orientador: Dr. Valter Harry Bumbieris Junior
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim
Universidade Estadual de Maringá - UEM

Prof. Dr. Edson Luis de Azambuja Ribeiro
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 19 de Fevereiro de 2019.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ser minha fonte de fé, minha luz-guia por todo o caminho que eu tenho trilhado, por curar as minhas dores e me proporcionar tamanha felicidade pelos lugares que tenho vivido.

Aos meus pais Ademir Agostinho de Oliveira e Marlene Marangon de Oliveira e ao meu irmão Gabriel Marangon de Oliveira, por serem minha base, minha alegria, por toda a educação e tempo que vocês tem depositado e dedicado à mim . Vocês têm me proporcionado viver coisas maravilhosas que talvez eu não imaginava ser capaz. Através de vocês também agradeço à todos os meus tios e tias, primos e primas, nono Arnildo João Marangon (*in memorian*) e nona Iraci Marangon, por todo incentivo, apoio e carinho.

Ao meu orientador Professor Dr. Valter Harry Bumbieris Junior e ao meu co-orientador Professor Dr. Leandro das Dores Ferreira da Silva, por todas as orientações, pela paciência, pelo acolhimento e amizade desses últimos dois anos. Obrigada por todas as conversas, vocês me tornaram além de uma profissional melhor, uma pessoa melhor.

À todos os alunos de graduação dos cursos de Zootecnia, Veterinária e Agronomia que me auxiliaram durante o período experimental, em especial a Ana Paula Oliveira, Igor Souza e Yuri Eckert, pela dedicação e amizade, sem vocês esse projeto não seria possível.

Aos meus amigos, aos de perto e aos de longe, que apesar de tudo não mediram esforços para me animar e incentivar, vocês são importantes pra mim, em especial à Lorena H. Garcia, Fernando Feijó, Pedro Teider, Fernando Godoi, José Carlos Ribeiro Junior, Bruna Soares, Bruno Ambrozini, Francine Fernandes, Beatriz Lippe, Soliane Carra Perera, Marina Dorella, Monica Shenki e André Luiz Assis.

Aos professores membros da banca, tanto da qualificação quanto da defesa, pelas contribuições neste trabalho.

Aos professores, funcionários e colegas da pós-graduação do departamento de Zootecnia e Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina e Universidade Estadual de Maringa, pelo auxílio na execução do experimento.

À Universidade Estadual de Londrina pela oportunidade de me desenvolver profissionalmente.

À CAPES pela consensão da bolsa de mestrado e ao CNPq pelo apoio financeiro para o desenvolvimento do projeto

À todas as pessoas que convivi ao longo desses 26 anos, vocês me permitiram ser quem sou, à vocês sou grata por todas as boas mudanças que provocaram em mim.

*“ Às vezes ouço passar o vento; e só de ouvir o
vento passar, vale a pena ter nascido ”*

Fernando Pessoa

OLIVEIRA, Aline Marangon. **Silagens de triticales e de sorgo no desempenho produtivo de novilhas Braford**. 2019. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes proporções da silagem de triticales em substituição a silagem de sorgo no desempenho, carcaça e carne de novilhas Braford. As silagens foram confeccionadas com teores de matéria seca (MS) entre 30 a 35% para o sorgo e 45% para o triticales. Foram utilizadas 24 novilhas da raça Braford confinadas, durante 63 dias de período experimental, recebendo diferentes proporções (0, 30, 60 e 100%) de silagem de triticales em substituição a silagem de sorgo para avaliação do consumo dos componentes da ração, a conversão alimentar e o ganho médio diário. Ao final do experimento os animais foram abatidos e analisados em relação as características de carcaça e do músculo *Longissimus thoracis*, além da composição centesimal. O consumo dos componentes da ração foi semelhante entre as novilhas. A conversão alimentar foi melhor para as novilhas que receberam menores proporções de silagem de triticales em substituição a silagem de sorgo (7,32 e 7,53 x 8,41 e 8,59). O ganho médio diário (1,27 a 1,43 kg/dia) foi semelhante entre as novilhas. As características do músculo *Longissimus thoracis*, das carcaças e a composição centesimal foram semelhantes entre os animais independente da fonte de volumoso. A silagem de triticales apresenta-se como alimento alternativo a silagem de sorgo na terminação de novilhas de corte, favorecendo o mesmo desempenho animal e características de carcaça e carne.

Palavras-chave: Carcaça. Carne. Cereal de inverno. Consumo. *X.Triticosecale Wittmack*.

OLIVEIRA, Aline Marangon. **Triticale and sorghum silages in the productive performance of Braford heifers**. 2019. 64 p. Dissertation (Master's Degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate different proportions of triticale silage in substitution of sorghum silage on performance, carcass, and beef of Braford heifers. The silages were made with dry matter (DM) contents between 30 to 35% for sorghum and 45% for triticale. Twenty-four Braford heifers were confined for 63 days of experimental period, receiving different proportions (0, 30, 60 and 100%) of triticale silage in substitution of sorghum silage for evaluation of feed component intake, conversion, and the average daily gain. At the end of the experiment, the animals were slaughtered and analyzed for carcass characteristics and Longissimus thoracis muscle, in addition to the centesimal composition. Feed intake was similar among heifers. Feed conversion was better for heifers receiving lower proportions of triticale silage in substitution of sorghum silage (7.32 and 7.53 x 8.41 and 8.59). The mean daily gain (1.27 to 1.43 kg/day) was similar among heifers. The characteristics of the Longissimus thoracis muscle, carcass, and centesimal composition were similar between the animals independent of the bulk source. Triticale silage presents as an alternative food to sorghum silage at the termination of meat heifers, favoring the same animal performance and characteristics of carcass and meat.

Key words: Carcass. Intake. Meat. *X.Triticosecale Wittmack*. Winter cereals.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Caracterização das silagens e composição calculada das rações com diferentes proporções de silagem de triticales em substituição a silagem de sorgo.....	31
Tabela 2.	Consumo de matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), matéria mineral (CMM), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA) e lignina em detergente ácido (CLDA), por unidade experimental (3 animais) frente ao fornecimento de diferentes proporções de silagem de triticales em substituição à silagem de sorgo	35
Tabela 3.	Ganho médio diário (GMD) e conversão alimentar (CA) por unidade experimental (3 animais) frente ao fornecimento de diferentes proporções de silagem de triticales em substituição à silagem de sorgo.....	38
Tabela 4.	Peso de abate e características de carcaça de novilhas alimentadas com diferentes níveis de silagem de triticales em substituição à silagem de sorgo.....	40
Tabela 5.	Composição centesimal calculada a partir da matéria natural da carne de novilhas alimentadas com diferentes níveis de substituição da silagem de sorgo pela silagem de triticales	41
Tabela 6.	Característica do <i>Longissimus thoracis</i> de novilhas alimentadas com diferentes níveis de silagem de triticales em substituição à silagem de sorgo.....	42

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1	SORGO (<i>SORGHUM BICOLOR (L) MOENCH</i>)	10
2.2	TRITICALE (<i>X. TRITICOSECALE WITTIMACK</i>)	11
2.3	PERFIL FERMENTATIVO DAS SILAGENS.....	13
2.4	CONSUMO DE NUTRIENTES E DESEMPENHO ANIMAL	15
2.5	QUALIDADE DE CARNE E CARÇAÇA	17
	REFERÊNCIAS	20
3	OBJETIVOS	25
3.1	OBJETIVO GERAL	25
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	25
4	ARTIGO	26
1	Introdução	27
2	MATERIAL E MÉTODOS	28
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4	CONCLUSÃO	43
5	AGRADECIMENTOS	43
6	REFERÊNCIAS	43
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
	ANEXOS	49
	ANEXO A – Declaração de aprovação no comite de ética no uso de animais da Universidade Estadual de Londrina	50
	ANEXO B – Normas: Livestock Science	51

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a região Sul, São Paulo, sul do Mato Grosso do Sul e sul de Minas Gerais, apresentam condições climáticas favoráveis ao crescimento e desenvolvimento de cereais de inverno (CONAB, 2017). Dentre essas gramíneas, o triticale (*X. Triticosecale Wittmack*), um cereal oriundo do cruzamento do trigo (*Triticum spp.*) com o centeio (*Secale cereale*) (BAIER; FLOSS; AUDE, 1988) tem se apresentado como uma opção agrícola para a utilização na alimentação animal. É um cereal que apresenta moderada tolerância aos solos ácidos, ampla adaptação ao ambiente, sendo uma boa estratégia para utilização em áreas marginais do cultivo do trigo (OETLER, 2005).

Na safra de 2018, o estado do Paraná concentrou a maior produção de triticale, com 26,1 mil toneladas produzidas, ressaltando a importância da cultura para a região (CONAB, 2019). O uso deste cereal como estratégia de forragem conservada pode ser mais uma ferramenta tecnológica para aperfeiçoar a pecuária da região, sendo uma alternativa interessante do ponto de vista econômico e sustentável para a mesma, onde áreas destinadas ao pastejo, ou mesmo subutilizadas no inverno poderiam ser destinadas à produção de silagem destes cereais.

A ensilagem é uma técnica que permite a oferta de alimento volumoso de boa qualidade para ruminantes ao longo do ano, prevenindo perdas para o pecuarista, principalmente no período de estacionalidade das forrageiras que ocorre quando as forrageiras de verão estão encerrando o seu ciclo e as gramíneas de inverno não estão consolidadas, ou ainda como fonte de volumoso para sistemas de produção em confinamento. Esta técnica consiste no corte da planta forrageira em momento ideal e posterior armazenamento da massa verde picada em silos que passará por processo de fermentação, conservando os nutrientes forrageiros (KUNG JR., 2009).

As principais forrageiras utilizadas para a ensilagem são o milho e o sorgo, ambas culturas tropicais, ou seja, seu ciclo ocorre durante o principal período de cultivo de cereais destinados para o consumo humano. Neste contexto, a utilização de cereais de inverno na forma conservada é uma estratégia que visa substituir a silagem de sorgo na alimentação de ruminantes, melhor utilizar essas áreas durante o período de entre safra destas culturas, além de permitir maior flexibilidade na produção de volumosos. Desta forma, a silagem de triticale pode se apresentar como uma opção atraente ao pecuarista e melhor adequação do planejamento forrageiro da propriedade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SORGO (*SORGHUM BICOLOR* (L.) MOENCH)

O cultivo do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) tem distribuição mundial. Em países em desenvolvimento é utilizado tanto na alimentação animal quanto na humana, já em países desenvolvidos seu uso é exclusivo no fornecimento para animais. O sorgo tem origem na Etiópia e na África Oriental, domesticado a aproximadamente há 5000 anos. Do seu ponto de origem o sorgo se difundiu para a África Ocidental, Ásia e China (BOLSEN, 2003). Ao longo dos anos o sorgo foi melhorado geneticamente, proporcionando adaptabilidade a diversos locais, alta produtividade com alto valor nutricional.

No Brasil o cultivo do sorgo se iniciou na década de 70, principalmente nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Bahia e no Paraná. A expansão do sorgo no país se deu principalmente em função das características de cultivo, tais como à tolerância a deficiência hídrica e por apresentar um sistema radicular abundante e profundo (PAUL, 1990). Atualmente, o sorgo brasileiro apresenta flutuações de produção e na área cultivada. Na safra de 2016, houve uma redução da área cultivada de sorgo, devido à conjuntura ser muito mais favorável a cultura do milho, que apresentou maior demanda internacional, já na safra 2018/2019 houve aumento na produção de 0,7% em relação à safra de 2017, com 787,6 mil toneladas produzidas. O sorgo é uma cultura amplamente utilizada e apresenta maiores áreas de cultivo próximo a centros de produção bovina (CONAB, 2019).

O sorgo possui uma via fotossintética C4, podendo ser produzido em áreas de clima subtropical e tropical, com temperatura ótima de crescimento entre 27 a 30°C, e não tolera temperaturas inferiores a 21°C (BOLSEN, 2003). Classifica-se o sorgo por meio dos aspectos agronômicos em: sorgo forrageiro de porte alto, com alta produção de massa verde por área e baixa produção de grãos; sorgo de duplo propósito com produção intermediária de grãos e de massa verde; sorgo granífero, com baixa produção de massa verde e alta produção de grãos; e sorgo sacarino, com colmos com altos teores de açúcar fermentáveis (CÂNDIDO et al., 2002; HAN et al., 2012).

O sorgo como cultivar utilizada para a ensilagem, apresenta como vantagens, baixo custo principalmente em relação ao milho, alto valor nutritivo quando incluído grãos no processo (NEUMMAN; RESTLE; BRONDANI, 2004), maior resistência a seca, maior recuperação de matéria seca e apresenta alta concentração de carboidratos solúveis essenciais para adequada fermentação láctica (SILVA; RESTLE, 1993). Entretanto, o

sorgo apresenta como desvantagem baixos teores de proteína bruta, necessitando em algumas situações de complementação proteica para uso na alimentação animal (EVANGELISTA et al., 2005).

2.2 TRITICALE (*X. TRITICOSECALE* WITTMACK)

Em 1875, o triticale (*X. Triticosecale* Wittmack) foi produzido a partir do cruzamento interespecífico entre o trigo (*Triticum* spp.) e o centeio (*Secale cereale*) (MCGOVERIN et al., 2011). A designação botânica mais usual é *X Triticosecale wittmack*, sendo também utilizadas *Triticum turgidocereale* (Kiss) Mac Key, e *Triticum rimpai* (Wittmack) Mac Key. Muitos destes híbridos foram desenvolvidos na Universidade de Manitoba, no Canadá, entre 1954 e 1976, sendo posteriormente melhorados, reproduzidos e testados no Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT) no México, com o objetivo de obter cultivares de ampla adaptação (BAIER; FLOSS; AUDE, 1988).

Inicialmente o triticale não apresentou vasta exploração agrícola, pelo fato de não possuir grãos com alta qualidade para a panificação. A partir de meados da década de 80 foi possível observar a evolução crescente da produção deste cereal, isso ocorreu principalmente por causa do aumento da área cultivada. Nas últimas duas décadas a produção mundial de triticale continuou crescendo, atingindo 17 milhões de toneladas em 2014 (FAOSTAT, 2017). Os principais produtores mundiais são a Polônia, Alemanha, França e Rússia. A China é o maior produtor fora da Europa (FAOSTAT, 2017).

No Brasil, o triticale foi cultivado pela primeira vez em 1961 através de uma coleção de cultivares originários do Canadá (BAIER; FLOSS; AUDE, 1988). Em 2018, a área cultivada de triticale no país foi de 19,9 mil hectares, com 53,9 mil toneladas de grãos produzidos, representando um aumento de 16,5 % na produtividade que a safra de 2017. O estado do Paraná concentrou a maior produção de triticale, com 26,1 mil toneladas na safra de 2018. As regiões sul e sudeste são as que detêm maior parte do cultivo de triticale. Essa situação está relacionada às condições climáticas favoráveis durante o inverno (CONAB, 2019).

O uso do triticale na alimentação humana tem ganhado destaque nos últimos anos, principalmente motivado pelas características químicas dos grãos e os benefícios destes na saúde humana (AGIL; HOSSEINIAN, 2012; ZHU, 2018;), bem como para a produção de filmes biodegradáveis com capacidade antimicrobiana utilizados na embalagem de alimentos (AGUIRRE; BORNEO; LEÓN, 2011; BORNEO; ALBA; AGUIRRE, 2016). Os grãos de

triticale ainda podem ser utilizados na fabricação de produtos maltados (MUNOZ-INSA; GASTL; BECKER, 2016) e pré-bióticos para adição em iogurtes (AGIL; HOSSEINIAN, 2012). Esses resultados impulsionam a pesquisa e fomentam a produção do grão para uso na alimentação humana (ZHU, 2018).

O triticale apresenta características agrônômicas como moderada resistência a solos pobres e ácidos, principalmente por possuir raízes mais profundas que permite a captação de nutrientes no solo não disponível nas camadas mais superficiais (BAIER, 1997). Além disso, apresenta ampla adaptabilidade ao ambiente, e em condições desfavoráveis apresenta produção estável entre os anos (FELÍCIO et al., 2001). O triticale pode ser de ciclo longo ou intermediário, permitindo sua utilização para o pastoreio e colheita de grãos. Em algumas regiões, o cultivo é destinado principalmente para a produção de grãos com finalidade de atender as necessidades da suinocultura e avicultura, devido ao elevado teor energético dos grãos desse alimento, que permite a substituição do milho nas rações dessas espécies (BAIER, 1997).

Do ponto de vista da utilização dos recursos hídricos, Consentino et al. (2015), relataram que a utilização de silagem de triticale reduz a utilização de água de forma global em sistema freestall para vacas leiteiras, considerando desde o preparo do solo para o plantio até a ordenha dos animais. Neste mesmo trabalho, os autores avaliaram a substituição da silagem de milho pela silagem de triticale e concluíram que a silagem de milho pode ser parcialmente substituída pela silagem de triticale, sem prejuízos na produção e composição do leite.

Sobre o valor nutricional de triticale como forragem verde, Lopes et al. (2008), apresentaram valores de proteína bruta entre 11,6 e 17,9 % na matéria seca, 74,3 a 64,9 % na matéria seca para fibra em detergente neutro e 19,5 a 27,2 % na matéria seca, variando de acordo com a idade de corte. Esses autores observaram, aumento no percentual de matéria seca e redução dos teores de proteína com o avanço da idade. Os valores foram semelhantes após a fermentação da massa forrageira. Os autores concluíram que para utilização na forma de pastejo preconiza-se o corte aos 83 dias após a semeadura, enquanto para a confecção de silagem as plantas devem ser cortadas entre 104 e 111 dias de crescimento em sistema de cultivo irrigado por aspersão.

2.3 PERFIL FERMENTATIVO DAS SILAGENS

A ensilagem é um processo de conservação através da fermentação da massa forrageira. Esta técnica permite o fornecimento de alimentos, principalmente para ruminantes, de alta qualidade durante o ano todo, sendo uma estratégia amplamente utilizada em momentos de deficiência forrageira ou para sistemas de produção como confinamentos (JOBIM et al., 2007). O processo envolve quatro etapas distintas: fase aeróbica inicial, logo após o processo de corte e picagem; fase de fermentação principal; fase de estabilidade; e abertura do silo ou fase de descarga (BOLSEN; ASHBELL; WILKINSON, 1995).

Na fase aeróbica inicial, todos os microrganismos estão ativos e há presença de oxigênio. O encerramento dessa fase se caracteriza pela exaustão deste elemento no interior do silo (MCDONALD; HENDERSON; HERON, 1991). Após a condição de anaerobiose estabelecida, inicia-se o processo de fermentação, os microrganismos anaeróbicos dominam a massa ensilada e iniciam a produção de ácido láctico, que favorece o predomínio de bactérias ácido lácticas (BAL). Essa condição reduz as populações de enterobactérias, fungos e leveduras, que são microrganismos indesejáveis no processo de fermentação. A fermentação dura até que o pH diminua o suficiente para inibir o crescimento das BAL, iniciando a fase de estabilização (MCDONALD; HENDERSON; HERON, 1991). Durante a fase de estabilização, somente hidrólise ácida de polissacarídeos é mantida, como resultado da atividade de enzimas (PAHLOW et al., 2003).

O processo de fermentação da silagem é adequado quando a atividade proteolítica é mínima, a produção de efluentes são diminuídos e conseqüentemente são esperadas menores perdas de MS. Para a obtenção de fermentação de qualidade, é necessário que as plantas apresentem características que favoreçam o processo como adequados níveis de carboidratos solúveis, baixa capacidade tampão, teor de matéria seca e estrutura que proporcione a compactação (MCDONALD; HENDERSON; HERON, 1991).

A atividade proteolítica pode ser estimada através da mensuração do nitrogênio amoniacal. De acordo com Henderson, (1993), para que uma silagem seja considerada de boa qualidade, os níveis de nitrogênio amoniacal/nitrogênio total devem apresentar no máximo de 8 a 10%. Valores superiores são encontrados em silagens que tiveram uma intensa proteólise relacionada principalmente com a presença de clostrídios (MCDONALD; HENDERSON; HERON, 1991).

A capacidade tampão das forragens é definida como a resistência do material forrageiro a redução do pH. Esta característica está relacionada com o teor de proteína bruta,

íons inorgânicos (Ca, K, Na) e combinações de ácidos orgânicos e sais componente na própria planta (JOBIM et al., 2007). Forrageiras com alta capacidade tampão apresentam maiores perdas no processo de ensilagem. A redução rápida do pH durante a fermentação é essencial para impedir o crescimento de microrganismos como leveduras, fungos e clostrídios, considerados como deteriorantes e produtores de aminas, micotoxinas e demais metabolitos que afetam negativamente o consumo da silagem (BORREANI; TABACCO, 2010; TABACCO et al., 2009).

O teor de matéria seca da forragem a ser ensilada é importante para que a fermentação láctica seja eficiente (HAIGH, 1990). Em forrageiras com alto teor de MS (superior a 40%), ocorre redução na capacidade de compactação, isso dificulta a eliminação do ar, ocasionando conseqüentemente perdas de MS e dificuldade na redução do pH (MCDONALD; HENDERSON; HERON, 1991). O alto teor de MS também limita o crescimento de bactérias ácido lácticas, devido a menor disponibilidade de água metabólica para os microrganismos (KUNG JR et al., 2018).

Sucu et al. (2016) avaliaram o desempenho fermentativo do sorgo sob duas diferentes densidades. Os autores observaram que o sorgo mantém o teor de proteína após o processo fermentativo próximo aos teores da forragem fresca, com baixa produção de nitrogênio-amoniaco (4,22 g/kg NT), resultado da baixa proteólise no silo. Os baixos valores de pH obtidos (pH = 3,66) e o perfil microbiano avaliado, identificaram fermentação predominante homoláctica na silagem de sorgo com perdas mínimas.

Lopes et al. (2008) avaliaram o perfil fermentativo da silagem de triticale com diferentes idades de corte e concluíram que o corte realizado entre 104 e 111 dias, apresenta melhor qualidade de fermentação, com pH entre 3,60 e 3,63, nitrogênio amoniaco 5,9 a 9,9 % do nitrogênio total e matéria seca entre 23 e 27%.

A silagem de triticale foi relatada por Jobim et al. (1996) com teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibras em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), e lignina variando, respectivamente, de 28,2 a 47,2%; de 7,2 a 10,9% na MS; de 55,1 a 64,8% na MS e de 33,4 a 40,5% na MS, 6,6 a 7,7 % na MS. Nesse trabalho, as silagens de plantas colhidas no estágio de grãos leitosos foram as que apresentaram menores valores de pH (3,8) e de concentração de nitrogênio amoniaco como porcentagem do N total (10,5 % NT). Já Bumbieris Junior, et al., (2010), relataram valores inferiores para a silagem de triticale para MS (23,2 %), com pH médio de 4,12 e capacidade tampão médio de 71,9 m.eq NaOH/100 g MS.

2.4 CONSUMO DE NUTRIENTES E DESEMPENHO ANIMAL

O consumo de alimentos pelos ruminantes é o componente que exerce maior importância na nutrição, visto que determinará a ingestão de nutrientes e conseqüentemente o desempenho animal (VAN SOEST, 1994). Desta forma, 60 a 90% do desempenho animal pode ser explicado pelas variações de consumo (MERTENS, 1994).

O consumo de alimentos conservados tende a ser menor quando comparado com a forragem fresca (CHARMLEY, 2001). O processo de fermentação no caso das silagens, reduz a quantidade de carboidratos solúveis e conseqüentemente a disponibilidade de energia para os microrganismos ruminais. Além disso, durante a fermentação produtos como aminas podem ser produzidas, e no caso de silagens confeccionadas de forma inadequada há produção de micotoxinas, que reduzem o consumo e podem afetar negativamente a saúde animal. Outro ponto importante é a alta concentração de ácidos formados durante a fermentação que podem diminuir a aceitabilidade dos animais (PAHLOW et al., 2003; VAN SOEST, 1994;).

O consumo de matéria seca apresenta comportamento quadrático e está intimamente relacionado com o teor do conteúdo de matéria seca da silagem (REIS; SILVA, 2006; STENN et al., 2002). Huhtanen et al. (2002) por meio de equações de predições, observaram máximo valor de consumo na concentração de MS de 419 g/kg. Outro constituinte que influencia no controle do consumo é o conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN) e o grau de lignificação das estruturas, visto que essa característica está relacionada com o grau de preenchimento ruminal (VAN SOEST, 1994).

Em relação aos constituintes da parede celular, a celulose e lignina se mantêm constantes e estáveis na fase fermentativa da massa ensilada e estas frações somente serão decrescidas com a presença de fungos aeróbicos. Deve-se considerar ainda que o aumento da porcentagem de lignina é o principal fator limitante da digestibilidade, em razão da incrustação dos polissacarídeos da parede celular, tornando-os menos acessíveis à ação de bactérias e alterando tanto a taxa quanto a extensão da digestão das forrageiras, conseqüentemente diminuindo o desempenho animal e piorando a conversão alimentar (VAN SOEST, 1994).

A fração proteica da silagem sofre ação de proteases logo no início do processo da ensilagem, advindas principalmente da microbiota epifítica e das próprias plantas (PAHLOW et al., 2003). A preservação desse nutriente se dá por meio do rápido abaixamento do pH e aumento do conteúdo de MS da forragem que reduzem a ação das enzimas

proteolíticas. Como já exposto anteriormente, para a queda rápida do pH, altos conteúdos de carboidratos solúvel favorecem o desenvolvimento de bactérias homoláticas e restringem o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, que proteolizam de forma intensiva a proteína da silagem, reduzindo suas características nutricionais (MCDONALD; HENDERSON; HERON, 1991; WILKISON; DAVIES, 2013).

O aumento no consumo de proteína bruta por vacas durante a lactação foi observado por Harper et al. (2017), quando utilizaram de forma associada a silagem de triticale em até 10% da matéria seca da ração total com a silagem de milho. Esse incremento de proteína refletiu na produção de leite com maiores teores de proteína sem alterar o percentual de gordura no mesmo. Castells et al. (2012) ofertaram silagem de triticale para a livre escolha para bezerros dos 15 dias de idade até o desaleitamento e concluíram que a oferta de silagem de triticale, aumenta o consumo de ração inicial para esta categoria animal com aumento do ganho médio diário.

Para a utilização de triticale em grãos, Prado et al. (2000), observaram que a substituição de grão de milho pelo grão de triticale pode ser parcial ou total sem alterar consumo de nutrientes, rendimento de carcaça, ganho médio diário e conversão alimentar de bovinos de corte. Em relação ao desempenho animal frente a utilização de triticale na forma de pastejo, Myer et al. (2011) utilizaram novilhos em áreas contendo triticale durante 1 ano, apresentaram ganho médio diário (GMD) de 1,2 kg/dia, valores superiores em relação aos animais que permaneceram em pastagens com centeio (1,01 kg/dia). Mullenix et al. (2014) encontrou valores superiores de GMD para novilhos durante o pastoreio de triticale, entorno de 1,23 kg/dia durante um experimento de 3 anos.

Em relação a utilização do sorgo, no decorrer dos anos as modificações genéticas proporcionaram ao sorgo desempenho semelhante ao milho quando comparado à oferta de nutrientes (OLIVIER et al., 2004). Neuman, Restle e Brondani, (2004), avaliaram diferentes híbridos de sorgo e milho para a ensilagem e observaram o mesmo desempenho zootécnico para bezerros confinados alimentados com silagem de milho ou silagem de sorgo.

O desempenho de novilhos de corte também foi relatado. Argenta et al. (2014) encontraram ganho médio de peso diário (GMD) de 1,37 kg/dia, escore de condição corporal de 4,05 pontos e conversão alimentar de 7,64 kg MS/kg PV para bovinos de corte em sistema de confinamento que receberam como fonte de volumoso a silagem de sorgo. Gobbi et al., (2014) relataram GMD de 1,57 kg/dia e valores de conversão alimentar de 6,42 kg MS/kg PV para a silagem de sorgo.

2.5 QUALIDADE DE CARNE E CARÇAÇA

A aceitabilidade da carne pelo consumidor envolve os aspectos sensoriais e nutricionais (SCOLLAN et al., 2014). Os parâmetros associados à qualidade da carne estão relacionados à quantidade e distribuição de gordura, cor, maciez, sabor, aroma e suculência (HOCQUETTE et al., 2005). Enquanto os aspectos nutricionais estão relacionados principalmente pela composição lipídica da carne (SCOLLAN et al., 2014).

A quantidade e distribuição de gordura estão associadas com a condição nutricional e a precocidade animal, ou seja, a antecipação da deposição deste tipo de tecido, tendo influência direta a idade, sexo e raça. Animais mais jovens apresentam menores taxas de deposição de gordura em relação a animais mais velhos. Esse comportamento acontece de acordo com o crescimento alométrico dos tecidos, sendo o tecido adiposo o último a ser depositado (HOSSNER, 2005). Em relação às raças, as britânicas (*Bos taurus taurus*) apresentam maior precocidade que raças continentais (*Bos taurus taurus*), enquanto animais cruzados e raças indianas (*Bos taurus indicus*) apresentam precocidade intermediária. Da mesma forma, fêmeas apresentam maior precocidade que machos não castrados. Desta forma, em animais mais precoces observaram-se carcaças com maior espessura de gordura e taxa de marmoreio, enquanto que com o avançar da idade são observadas alterações na composição química maiores teores de lipídeos e menores teores de proteína e água (KUSS et al., 2006).

A condição nutricional que os animais são submetidos durante a terminação também influencia na característica de carne e carcaça. Dietas com maiores teores energéticos melhoram o grau de acabamento e aumentam a proporção de gordura intramuscular. O grau de acabamento, ou espessura de gordura subcutânea, protege a carcaça quanto aos efeitos deletérios do frio, como o encurtamento das fibras muscular, desidratação da carcaça e escurecimento da carne, fatores que reduzem a maciez da carne. Em bovinos considera-se valores mínimos de 3 mm espessura de gordura (LUCHIARI FILHO, 2000).

A área de olho de lombo (AOL) é uma medida que expressa a musculosidade da carcaça (JARDIM; ZIEGLER; OSÓRIO, 1988). Em fêmeas observa-se menor deposição de tecido muscular e maior crescimento adiposo (VAZ et al., 2002). Em relação ao rendimento de carcaça para animais cruzados ficam entorno de 53,1 a 55,4%. Gobbi et al. (2014) ao utilizar a silagem de sorgo como fonte de volumoso classificaram as carcaças como muito boas para machos não-castrados cruzados, com espessura de gordura subcutânea 4,33 mm, área de olho de lombo 70,78 cm² e gordura 20,16 %.

A proporção de água muscular e gordura, bem como a forma química da mioglobina influencia na cor da carne. De acordo com Miltenburg et al. (1992) quanto maiores os valores de L*, mais pálida é a carne, e quanto maiores os valores de a* e b* mais vermelha e amarela, respectivamente. Raes et al. (2003), observaram que a carne de novilhos alimentados a pasto era mais escura e mais vermelha do que novilhos alimentados com concentrado.

A redução do pH está intimamente associada com a disponibilidade de energia na forma de glicogênio muscular, o qual favorece a formação do ácido láctico, diminuindo o pH e tornando a carne macia e suculenta, com sabor ligeiramente ácido e odor característico. A capacidade de retenção de água pode ser influenciada pela queda no pH, sendo que carne com pH mais elevado apresenta tendência a maior capacidade de retenção de água (HUFF-LONERGAN; LONERGAN, 2005). A menor capacidade de retenção de água da carne implica em perdas do valor nutritivo através do exsudato liberado, resultando em carne mais seca e com menor maciez (DABÉS, 2001). A carne bovina atinge pH final entre 5,5 a 5,9 após 24 horas decorrido o abate (ALVES; GOES; MANCIO, 2005).

Em relação à maciez, dentre os fatores *ante-mortem* a raça apresenta alta correlação com o grau de maciez (OLIVEIRA, 2000). Observa-se que a inclusão do sangue zebu (*Bos taurus indicus*) em cruzamentos com *Bos taurus taurus*, aumenta a força de cisalhamento, com tendências no decréscimo de gordura e no grau de marmoreio (RESTLE et al., 1999). O aumento na força de cisalhamento para animais zebuínos pode ser atribuído ao aumento na concentração de calpastatina muscular (WHELLER; SAVELL; CROOS, 1990). Esta enzima atua inibindo a calpaína, que por sua vez é uma enzima proteolítica cálcio-dependente, que hidrolisa proteínas estruturais musculares como a titina e desmina (HOSSNER, 2005). Considera-se carne com maciez aceitável para bovinos mensurada por meio da força de cisalhamento valores inferiores a 4,5 kgf (ALVES; GOES; MANCIO, 2005).

A influência na qualidade da carne e carcaça do uso da silagem de triticales na alimentação de bovinos ainda não foi descrito. Entretanto, estudos utilizando grãos ou coprodutos de triticales obtidos da produção de biodiesel foram investigados. He et al. (2014) avaliaram o uso associado de co-produto de destilaria de triticales com farinha de linhaça obtiveram maior inclusão de ômega 3 na carne de novilhos confinados sem alterar as características de carne e carcaça. Em relação ao uso do triticales em grãos, Prado et al. (2000), utilizaram como fonte energética em substituição ao milho na alimentação de novilhas e obtiveram rendimento de carcaça médio de 53,5%, valor satisfatório para a categoria.

Em relação às variáveis de aceitabilidade do consumidor, Vaz et al. (2005), avaliaram bovinos cruzados alimentados com silagem de sorgo forrageiro e os resultados apresentados foram de carne de melhor palatabilidade, menor perda de líquido durante a cocção e pior coloração que aqueles alimentados com silagem de sorgo duplo propósito. Nesse mesmo trabalho a maciez da carne e a conformação da carcaça melhorou à medida que se aumentava o teor de concentrado na ração sem apresentar diferença entre o tipo de sorgo utilizado.

REFERÊNCIAS

- AGIL, R.; HOSSEINIAN, F. Dual functionality of triticale as a novel dietary source of prebiotics with antioxidant activity in fermented dairy products. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 67, p. 88–93, 2012.
- AGUIRRE, A.; BORNEO, R.; LEÓN, A. E. Properties of triticale flour protein based films. **LWT. Food Science and Technology**, v. 44, p. 1853–1858, 2011.
- ALVES, D. D.; GOES, R. H. T. B.; MANCIO, A.B. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 135-149, 2005.
- ARGENTA, F.M.; *et al.* Steers performance fed diets with Alexander grass silage (*Urochloa plantaginea*) x sorghum silage (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.2, p.951, 2014.
- BAIER, A. C; FLOSS, L. E; AUDE, M. I. S. **As lavouras de inverno**. 1. São Paulo: Editora Globo. P. 172. 1988.
- BAIER, A. C. Uso potencial de triticale para silagem. Passo Fundo: Embrapa – CNTP, p. 36, 1997.
- BOLSEN, K.K.; ASHBELL, G.; WILKINSON, J.M. Silage additives. In: WALLACE R.J.; CHESSON, A. **Anais...** Biotechnology in animal feeds and animal feeding, Weinheim, Germany, p. 33–54, 1995.
- BOLSEN, K.K. Managing bunker, trench, and drive-over pile silages for optimum nutritive value: Five important Practices. **Anais**. In: WESTERN DAIRY MANAGEMENT CONFERENCE. n.6, p.27-33, 2003.
- BORNEO, R.; ALBA, N.; AGUIRRE, A. New films based on triticale flour: Properties and effects of storage time. **Journal of Cereal Science**, v. 68, p. 82–87, 2016.
- BORREANI G.; TABACCO E. The relationship of silage temperature with the microbial status of the face of corn silage bunkers. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 2620 –2629, 2010.
- BUMBIERIS JÚNIOR, V. H.; *et al.* Aerobic stability of triticale silage in single culture or in mixtures with oat and/or legumes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 11, p. 2349-2356, 2010,
- CÂNDIDO, M. J. D.; *et al.* Valor nutritivo de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) sob doses crescentes de adubação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n.1, p. 20-29, 2002.
- CASTELLS, L.I.; *et al.* Effect of different forage sources on performance and feeding behavior of Holstein calves. **Journal of Dairy Science**, v. 95, p. 286–293, 2012.
- CHARMLEY, E. Towards improve silage quality: A review. **Canadian Journal of Animal Science**, v 81, p. 57-168. 2001.

CONAB, **Acompanhamento da safra de grãos 2016/2017**. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_12_01_09_55_21_boletim_de_grao_-_2o_lev_2017.pdf. Acesso em 30 novembro 2017.

CONAB, **Boletim grãos janeiro 2019**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em 21 de Janeiro de 2019.

COSENTINO, C.; *et al.* Low vs high “water footprint assessment” diet in milk production: A comparison between triticale and corn silage based diets. **Emirados Journal Food Agriculture**, v. 27, p. 312-317, 2015.

DABÉS, A.C. Propriedades da carne fresca. **Revista Nacional da Carne**, v.25, n.288, p.32-40, 2001.

DUNSHEA, F.R.; *et al.* Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat. **Meat Science**, v. 71, p. 8–38, 2005.

EVANGELISTA, A. R.; *et al.* Composição bromatológica de silagem de sorgo (*sorghum bicolor* (L.) MOENCH) aditivadas com forragem de leucena (*Leucaena leucocephala* (LAM.) Dewit). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 2, p. 429-435, 2005.

FAOSTAT. **Statistics division of food and agriculture organization of the united nations**. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E> . Acesso em 3 dezembro 2017.

FELICIO, J. C.; *et al.* Avaliação de genótipos de triticale e trigo em ambientes favoráveis e desfavoráveis no Estado de São Paulo. *Bragantia*, v.60, p.83-91, 2001.

GOBBI, K.F.; *et al.* Desempenho e características de carcaça de tourinhos alimentados com dietas contendo silagem de bagaço de laranja substituindo a silagem de sorgo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, n.4, p.917-927, 2014.

HAIGH, P.M. Effect of herbage water-soluble carbohydrate content and weather conditions at ensilage on the fermentation of grass silages made on commercial farms. **Grass Forage Science**, v.45, p.263-271, 1990.

HAN, K. J.; *et al.* Agronomic considerations for sweet sorghum biofuel production in the South-Central USA. **Bioenergy Research**, v. 5, n. 3, p. 748- 758, 2012.

HARPER, M. T.; *et al.* Inclusion of wheat and triticale silage in the diet of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 100, p. 6151-6163, 2017.

HENDERSON, N, Silage additives, **Animal Feed Science and Technology**, v, 45, n, 1, p, 35-56, 1993.

HE, M.L.; *et al.* Effect of dietary inclusion of triticale dried distillers' grain and oilseeds on quality and fatty acid profile of meat from feedlot steers. **Meat Science**, v. 97, p. 76–82, 2014.

HOCQUETTE, J.; *et al.* The future trends for research on quality and safety of animal products. **Italian Journal of Animal Science**, v. 4, p. 49 – 72, 2005.

HOSSNER, K, L, **Hormonal regulation of farm animal growth**. Cambridge: cabi international, p. 231, 2005.

- HUFF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S.M. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. **Meat Science**, v.71, n.1, p.194-204, 2005.
- HUHTANEN, P.; *et al.* Prediction of the relative intake potential of grass silage by dairy cows. **Livestock Production Science**, v. 73, p. 111–130, 2002.
- JARDIM, P.O.C.; ZIEGLER, J.C.; OSÓRIO, J.C.S. Efeito da raça e da idade sobre o peso da carcaça e o peso e percentagem dos principais cortes em novilhos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.12, n.3, p.551-561, 1988.
- JOBIM, C.C.; REIS, R.A.; ROSA, B. Avaliação do triticale (X *Triticosecale* Wittm.) para silagem. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 25, p. 404–413, 1996.
- JOBIM, C.C.; *et al.* Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007.
- KUNG JR, L.; *et al.* Interpretation of data from chemical and microbial analyses of silages, **Journal of Dairy Science**, v, 101, p, 4020–4033, 2018.
- KUNG Jr., L. Effects of microbial additives in silages: facts and perspectives. In: ZOPOLLATTO, M.; MURARO, G.B.; NUSSIO, L.G. (Ed.). **Anais ... I INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION**, v.1., São Pedro, 2009. Proceedings...Piracicaba: FEALQ, 2009. p.7-22.
- KUSS, F.; *et al.* Perfil de ácidos graxos e qualidade da carne de vacas de descarte terminadas em confinamento recebendo dietas com ou sem adição de monensina. **Cienc. Rural**, v.36, p.1518-1523, 2006.
- LOPES, F.C.F.; *et al.* Valor nutricional do triticale (X *Triticosecale Wittmack*) para uso como silagem na Zona da Mata de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.6, p.1484-1492, 2008.
- LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo: LinBife, 2000. 134p.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E.. **The biochemistry of silage**, 2nd edn. Marlow, UK: Chalcombe Publications, 1991.
- MCGOVERIN, C. M.; *et al.* A review of triticale uses and the effect of growth environment on grain quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, p. 1155–1165, 2011.
- MERTENS, D.R. **Regulation of forage intake**. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) Forage quality, evaluation and utilization. Winsconsin: American Society of Agronomy, p. 450-493, 1994.
- MILTENBURG, G.A.J.; *et al.* Relationship between blood hemoglobin, plasma and tissue iron, muscle heme pigment, and carcass color of veal. **Journal of Animal Science**, v.70, p.2766-2772, 1992.
- MULLENIX, M. K.; *et al.* Evaluation of wheat and triticale forage for stocker production in the Gulf Coast region. **Professional Animal Science**, v. 30, p. 296-304, 2014.

- MUNOZ-INSA, A.; GASTL, M.; BECKER, T. Variation of sunstruck flavor-related substances in malted barley, triticale and spelt. **European Food Research and Technology**, v. 242, p. 11–23, 2016.
- MYER, R. O., A. R. *et al.* **Suitability of triticale, either as a mono-crop or in a blend with annual ryegrass, as pasture forage for grazing by growing beef cattle during the cool season**. 2011. Disponível em: http://www.animal.ifas.ufl.edu/extension/beef/beef_cattle_report/011/documents/omyersuito.tri.pdf. Acesso em: 08 dezembro 2017.
- NEUMANN, M., RESTLE, J., BRONDANI, I.L., Avaliação de silagens de sorgo (*sorghum bicolor*, l. moench) ou milho (*zea mays*, l.) na produção do novilho superprecoce. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.3, p.438-452, 2004.
- OLIVER, A. L.; *et al.* Comparison of brown midrib-6 and -18 forage sorghum with conventional sorghum and corn silage in diets of lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v. 87, p. 637–644, 2004.
- OLIVEIRA, A. de L. Maciez da carne bovina. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, n. 33, p. 7-18, 2000.
- OETTLER G. The fortune of a botanical curiosity-triticale: past, present and future. **Journal of Agriculture Science**, v. 143, p. 329–46, 2005.
- PAHLOW, G.; *et al.* Microbiology of ensiling. In: Buxton D.R., Muck R.E. and Harrison J.H. **Anais... Silage science and technology**. Madison, Wisconsin, USA: Agronomy Publication No. 42, American Society of Agronomy, p. 31 -93, 2003.
- PAUL, C.L. Aspectos fisiológicos del crecimiento y desarrollo del sorgo. **Anais...** In: PAUL, C.L. **Agronomía del sorgo**. Patancheru: ICRISAT, p.43-68, 1990.
- PRADO, I.N.; *et al.* Níveis de triticale em substituição ao milho no desempenho zootécnico e digestibilidade aparente de novilhas Nelore confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1545-1552, 2000.
- RAES, K.; *et al.* Meat quality, fatty acid composition and flavour analysis in Belgian retail beef. **Meat Science**, v. 65, p. 1237–1246, 2003.
- REIS, R. A., DA SILVA, S. C. **Consumo de forragens** In: **Nutrição de Ruminantes**. Berchielli, T.T., Vaz Pires, A., Oliveira, S.G. (ed.) 1ª ed. Jaboticabal : FUNEP, 2006, v.1, p. 79-109.
- RESTLE, J.; *et al.* Característica de Carcaça e da carne de novilhos de diferentes genótipos de Hereford x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n. 6, p.1245-1251, 1999.
- SCOLLAN, N. D.; *et al.* Enhancing the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science** 97:384-394, 2014.
- SILVA, L.C.R.; RESTLE, J. Avaliação do milho (*Zea mays* L.) e do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para produção de silagem. **Anais ...** In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. p.467.

STENN, R.W.J.; *et al* Prediction of the intake of grass silage by cattle. **Anais ...** In: Recent developments in ruminant nutrition 4. Garnsworthy, P.C. Wiseman, J. (ed.). Nottingham University Press. Nottingham, p. 101-120, 2002.

SUCU, E.; *et al*. Effects of ensiling density on nutritive value of maize and sorghum silages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 10, p. 596-603, 2016.

TABACCO, E.; *et al*. Clostridial spore formation during aerobic deterioration of maize and sorghum silages as influenced by *Lacobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* inoculants. **Journal of Applied Microbiology**, v. 107, p. 1632–1641, 2009.

Van SOEST, P,J, **Nutritional ecology of the ruminant**, 2,ed, New York: Cornell University Press, p. 476. 1994.

VAZ, F.N.; *et al*. Nível de concentrado, variedade da silagem de sorgo e grupo genético sobre a qualidade da carcaça e da carne de novilhos confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.239-248, 2005.

VAZ, F.N.; *et al*. Características de carcaça e da carne de novilhos filhos de vacas ½ Nelore ½ Charolês e ½ Charolês ½ Nelore acasaladas com touros Charolês ou Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1734-1743, 2002.

WHEELER, T.L.; SAVELL, J.W.; CROOS, H.R. Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 12, p. 4206-4220, 1990.

WILKINSON, J.M.; DAVIES, D.R., The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. **Grass and Forage Science**, 68, 1–19, 2013.

ZHU, F. Triticale: Nutritional composition and food uses. **Food Chemistry**, v. 241, p. 468–479, 2018.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o desempenho produtivo, bem como as características da carcaça e da carne de novilhas Braford alimentadas com diferentes proporções da silagem de triticales em substituição à silagem de sorgo.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar o consumo dos componentes da ração, ganho de peso e conversão alimentar de novilhas Braford alimentadas com diferentes proporções de silagem de triticales em substituição à silagem de sorgo;
- Avaliar a produção, a qualidade das carcaças, composição centesimal e características do músculo *Longissimus thoracis* de novilhas Braford alimentadas com diferentes proporções de silagem de triticales em substituição à silagem de sorgo.

4 ARTIGO¹

SILAGEM DE TRITICALE EM SUSTITUIÇÃO À SILAGEM DE SORGO NO DESEMPENHO, CARÇAÇA E CARNE DE NOVILHAS BRAFORD

TRITICALE SILAGE IN REPLACEMENT TO SORGHUM SILAGE IN THE PERFORMANCE, CARCASS AND MEAT BRAFORD HEIFER

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes proporções da silagem de triticale em substituição a silagem de sorgo no desempenho, carcaça e carne de novilhas Braford. As silagens foram confeccionadas com teores de matéria seca (MS) entre 30 a 35% para o sorgo e 45% para o triticale. Foram utilizadas 24 novilhas da raça Braford confinadas, durante 63 dias de período experimental, recebendo diferentes proporções (0, 30, 60 e 100%) de silagem de triticale em substituição a silagem de sorgo para avaliação do consumo dos componentes da ração, a conversão alimentar e o ganho médio diário. Ao final do experimento os animais foram abatidos e analisados em relação as características de carcaça e do músculo *Longissimus thoracis*, além da composição centesimal. O consumo dos componentes da ração foi semelhante entre as novilhas. A conversão alimentar foi melhor para as novilhas que receberam menores proporções de silagem de triticale em substituição a silagem de sorgo (7,32 e 7,53 x 8,41 e 8,59). O ganho médio diário (1,27 a 1,43 kg/dia) foi semelhante entre as novilhas. As características do músculo *Longissimus thoracis*, das carcaças e a composição centesimal foram semelhantes entre os animais independente da fonte de volumoso. A silagem de triticale apresenta-se como alimento alternativo a silagem de sorgo na terminação de novilhas de corte, favorecendo o mesmo desempenho animal e características de carcaça e carne.

Palavras-chave: Carcaça, Carne, Cereal de inverno, Consumo, X. *Triticosecale* Wittmack.

¹ Artigo formatado de acordo com as normas da revista Livestock Science, com exceção do idioma.

1. Introdução

Os cereais de inverno podem ser utilizados como culturas alternativas às forrageiras tropicais na alimentação de ruminantes, principalmente em regiões de transição climática, como no caso do Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, onde as variações principalmente de temperatura podem ser bastante significativas para produção vegetal. Nesse sentido, o triticale (*X. Triticosecale Wittmack*), cereal oriundo do cruzamento do trigo (*Triticum* spp.) com o centeio (*Secale cereale*) (BAIER; FLOSS; AUDE, 1988) tem se apresentado como opção agrícola devido a ampla capacidade de adaptação ao ambiente, moderada tolerância aos solos pobres e ácidos, tolerância a deficiência hídrica e admitindo temperaturas mais elevadas que outros cereais de inverno (OETLER, 2005; EMILE et al, 2007).

O uso deste cereal como estratégia de forragem conservada pode ser uma alternativa interessante do ponto de vista nutricional, econômico e sustentável para a pecuária de corte. O triticale assim como os demais cereais de inverno apresentam altos teores de proteína bruta, bons níveis produtivos de matéria seca e disponibilidade de fibra de qualidade na ração (BUMBIERIS JUNIOR, et al., 2011). Em sistemas intensivos de produção animal como confinamento de bovinos de corte principalmente em fase de terminação, é essencial o estudo de estratégias de alimentação, que manipulem as rações principalmente com alimentos alternativos e/ou sazonais disponíveis em cada região e que otimizem a produtividade e características das carcaças, pois neste tipo de criação há um requerimento maior de investimentos em relação às instalações, alimentação e mão-de-obra.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o consumo dos componentes da ração, o desempenho zootécnico e a qualidade de carcaça e carne de novilhas da raça Braford alimentadas com diferentes proporções de silagem de triticale em substituição a silagem de sorgo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina (FAZESC-UEL) situada em Londrina, Paraná (23°20'10" de latitude sul e 51°09'15" de longitude oeste, com 610 m de altitude) e aprovado pelo Comitê de Ética e Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual de Londrina (UEL) sob o número 2184.2016.97.

2.1 Confeção das silagens de sorgo e triticale e análises

A cultivar de triticale utilizada para a confecção da silagem foi a BRS Harmonia[®] (EMBRAPA) e a cultivar Volumax[®] (AGROCERES[®]) para o sorgo. O corte ocorreu com teores de 45% na MS para a cultura do triticale e 35% na MS para a cultura do sorgo. Para cada forrageira foram confeccionados dois silos tipo trincheira com 20 toneladas cada. A silagem de triticale foi confeccionada no mês de setembro de 2016 e a silagem de sorgo no mês de janeiro de 2017. Para a confecção da silagem de triticale foi utilizado inoculante enzimo-bacteriano Lactosilo^{®2}, de acordo com as recomendações do fabricante. A abertura de ambos os silos ocorreu em junho de 2017, durante a avaliação do desempenho animal. Após a abertura dos silos, foram colhidas amostras semanais das silagens, posteriormente formando amostras compostas para avaliações bromatológicas e avaliação do pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃). O pH foi avaliado seguindo a metodologia descrita por Kung Jr et al. (1984), enquanto o N-amoniacal foi avaliado de acordo com Playne e McDonald (1966).

As análises bromatológicas das silagens foram realizadas após as silagens serem secas em estufa de ventilação forçada a 55± 5°C por 72 horas e processadas em moinho de facas utilizando-se peneira de crivos de 1 mm. O teor de nitrogênio foi obtido pelo método micro – Kjeldahl para determinação da proteína bruta (PB). A matéria mineral (MM) foi realizada por

² Lactosilo Gold: *L. curvatus* (min):10⁹ UFC/g; *L. acidophilus* (min):10⁹ UFC/g; *L. plantarum* (min):10⁹ UFC/g; *L. Buchineri* (min):10⁹ UFC/g; *P. acidilactici* (min):10⁹ UFC/g; *E. faecium* (min):10⁹ UFC/g; *L. lactic* (min):10⁹ UFC/g; Celulase (min):85 u/g; Recomendação: 4,3 g/L para aplicação em 500 kg de silagem.

incineração em mufla a 600°C por 4 horas, e o teor de extrato etéreo (EE) foi determinado pela extração por lavagem com éter de petróleo, conforme descrito por Silva e Queiroz (2002). As análises de fibra detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácido (FDA) foram realizadas segundo metodologia descrita por Van Soest et al., (1991). A lignina em detergente ácido (LDA) foi realizada de forma sequencial às análises de FDN e FDA, seguindo a metodologia de Hatfield et al. (1994). A determinação da energia bruta das silagens foi realizada em bomba calorimétrica IKA C200, seguindo as recomendações do fabricante. A determinação da proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) foi de acordo com o descrito por Pereira e Rossi Jr. (1994). Os carboidratos totais (CHT) foram determinados segundo Sniffen et al. (1992), em que a fração C, B2 e A+B1 foram obtidas pelas equações:

$$C = 100 * FDN (\%MS) * 0,01 * (LIG (\%FDN) * 2,4) / CHT (\%MS), B2 = 100 * [(FDN(\%MS) - PIDN(\%PB) * 0,01PB(\%MS)) - (FDN(\%MS) * 0,01 * LIGNINA(\%FDN) * 2,4)] / CHT(\%MS) \text{ e } A+B1 = 100 - (C + B2), \text{ onde:}$$

FDN= fibra em detergente neutro;

LIG = lignina;

CHT = carboidratos totais;

PIDN= proteína insolúvel em detergente neutro;

PB = proteína bruta.

2.2 Tratamentos e análises de desempenho animal

A avaliação de desempenho animal frente à substituição de silagem de sorgo por silagem de triticale em diferentes proporções configurou os seguintes tratamentos: T0 = 100% silagem de sorgo; T30 = 30% silagem de triticale + 70% silagem de sorgo; T60 = 60% silagem de triticale + 40% silagem de sorgo; T100 = 100% silagem de triticale. Foram utilizadas 24 novilhas Braford, com peso corporal médio no início da avaliação de $346 \pm 11,7$ kg. Todos os animais foram vacinados para febre aftosa de acordo com o calendário vacinal

do estado do Paraná e vermifugados previamente ao experimento (ADAPAR, 2014). As novilhas foram submetidas a 30 dias de adaptação às condições experimentais de manejo nutricional e ambiental. Os animais foram mantidos em confinamento por um período experimental de 63 dias em baias coletivas, com três animais cada, com área de cocho coberto, piso de alvenaria antiderrapante e com acesso livre a água. As novilhas foram pesadas a cada 21 dias após jejum de sólidos de 12 h.

As rações experimentais foram iso-proteicas e iso-energéticas, formuladas para atenderem as exigências nutricionais e ganho de peso estimado em 1000 g dia^{-1} de acordo com o NRC (2016; Tabela 1). Todas as rações experimentais continham milho e farelo de soja associado a uma mistura vitamínica-mineral como concentrado, em proporção volumoso:concentrado de 40:60. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia (08h00 e 17h00) na forma de ração total misturada (RTM) com controle das sobras em torno de 20%.

Tabela 1. Caracterização das silagens e composição calculada das rações com diferentes proporções de silagem de triticale em substituição a silagem de sorgo.

Variáveis (%)	SS	ST	Tratamentos			
			T0	T30	T60	T100
MS (%MN)	30,17	39,19	65,79	66,87	67,94	69,37
PB	7,63	8,64	15,31	15,44	15,57	15,75
EE	2,31	2,11	3,43	3,42	3,40	3,38
FDN	46,10	48,22	33,75	34,00	34,26	34,60
FDA	24,42	26,41	14,27	14,51	14,75	15,07
LDA	2,60	4,38	1,04	1,25	1,46	1,75
MM	5,95	5,83	4,58	4,69	4,69	4,76
EB (kcal kg ⁻¹)	3926	3970	3910	3926	3922	3895
pH	4,22	4,24	-	-	-	-
N-NH ³	6,69	5,82	-	-	-	-
CHT (%MS-1)	84,20	83,44	-	-	-	-
A+B1	45,33	42,17	-	-	-	-
B2	53,07	54,77	-	-	-	-
C	1,58	3,04	-	-	-	-

SS: silagem de sorgo; ST: silagem de triticale; T0: 100% silagem de sorgo; T30: 30% silagem de triticale + 70% silagem de sorgo; T60: 60% silagem de triticale + 40% silagem de sorgo; T100: 100% silagem de triticale. MS: matéria seca; MN: matéria natural; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; LDA: lignina em detergente ácido; MM: matéria mineral; EB: energia bruta.

O alimento fornecido e as sobras foram pesados a cada refeição, sendo recolhida uma amostra diária de cada refeição das sobras e uma amostra semanal dos alimentos utilizados. Com as amostras diárias foram feitas amostras compostas considerando um período de 21 dias e congeladas para posterior análises no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Londrina (LANA – UEL).

As amostras de alimentos e sobras foram processadas analisadas de forma semelhante às silagens de triticale e sorgo e foram realizadas determinações de PB, MM, EE, FDN, FDA, LDA e EB. Para as amostras de sobras e de alimentos concentrados foi adicionado alfa-amilase na análise de FDN. Com base nos resultados de peso dos animais, peso de alimento fornecido, peso das sobras e das análises bromatológicas foi calculado o consumo de compostos nutritivos a conversão alimentar (CA) e o ganho médio diário (GMD).

2.3 Análises de carcaça e carne

Após o período experimental de 63 dias os animais foram abatidos. Previamente ao abate os animais foram submetidos a jejum de sólidos e líquidos por 16 horas e pesados antes do embarque (PPA). O abate foi realizado em frigorífico comercial e de acordo com as recomendações do MAPA (BRASIL, 2017) com insensibilização por método percussivo utilizando pistola pneumática. As carcaças foram pesadas antes do resfriamento para a obtenção do peso de carcaça quente (PCQ). O rendimento de carcaça (RC) foi obtido pela razão do valor de PCQ pelo PPA e multiplicado por 100. As carcaças foram mantidas por 24 horas em câmara fria 4°C. As carcaças foram classificadas quanto ao grau de conformação (valores de 1 - côncavo a 6 - convexo) e de acabamento (valores de 1 – gordura de cobertura ausente a 5 - gordura de cobertura excessiva) por meio de padrões fotográficos, segundo Cañeque e Sañudo (2005). Na secção da 12º costela foi realizada a leitura da espessura de gordura com auxílio de paquímetro e mensuração da área de olho de lombo. Nesta mesma porção foi realizada a leitura do pH, com auxílio de potenciômetro portátil com eletrodo de penetração com resolução de 0,01 unidades de pH.

A porção obtida do músculo *Longissimus thoracis* foi cortada transversalmente em pedaços de 2,5 centímetros de comprimento, sendo o primeiro pedaço, utilizado para determinação da coloração, com auxílio de colorímetro da marca Minolta CR 200, calibrado para um padrão branco em ladrilho. O sistema de avaliação foi o CIELAB, no qual L* corresponde ao teor de luminosidade; b*, ao teor de vermelho; e a*, ao teor de amarelo, segundo a metodologia utilizada por Bressan (1992). Na mesma porção foi avaliada o grau de marmoreio por comparação de padrão fotográfico (valores de 1 – nenhum marmoreio e 10- marmoreio abundante), proposto pela American Meat Science Association (AMSA, 2001). e a perda de água por pressão (PAP), conforme descrito por Hamm (1960). Os demais pedaços foram congelados para posterior análises, descritas a seguir.

Para determinar a maciez, perda de líquido por descongelamento (PLD) e perda de líquido por cozimento (PLC), a amostra foi pesada congelada (PC), e submetida ao descongelamento durante um período de 24h à 4°C. Novamente a amostra foi pesada (PD) e submetida ao cozimento em forno, com auxílio de um termômetro digital a temperatura interna da amostra foi controlada e retirada ao atingir temperatura interna de 72 a 75 °C. A amostra foi esfriada em temperatura ambiente e novamente pesada após cocção (PAC), conforme descrito por Barbut (1996). Para obtenção dos valores de PLD e PLC foram utilizadas as seguintes equações:

$$PLD = \left(\frac{PC-PD}{PC} \right) \times 100 \text{ e } PLC = \left(\frac{PD-PAC}{PD} \right) \times 100, \text{ onde:}$$

PLD= perda líquida por descongelamento;

PLC = perda líquida por cocção;

PC = peso congelado;

PD = peso descongelado;

PAC= peso após cocção;

Para análise centesimal, pedaços crus e finos do músculo foram moídos em processador portátil e submetidos à análise de umidade, gordura, proteína bruta e cinzas segundo AOAC (1990).

2.4 Delineamento e análises estatísticas

Os dados foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, a fim de verificar os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variância. As variáveis de desempenho foram submetidas à análise de variância para um delineamento experimental inteiramente ao acaso em parcelas subdivididas no tempo, analisando quatro tratamentos, com duas repetições por tratamento totalizando seis animais por tratamento, em três períodos de avaliações. As variáveis de carcaça e carne foram submetidas a análise de variância para um delineamento inteiramente ao acaso, considerando quatro tratamentos com seis repetições por tratamento.

Foi aceito a probabilidade de confiança de 5% ao teste F, e em seguida foi utilizado o teste Tukey de comparação múltiplas a 5% de significância pelo programa estatístico R.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo dos componentes da ração não apresentou diferença estatística entre as novilhas que foram alimentadas com diferentes proporções de silagem de triticales em substituição à silagem de sorgo (Tabela 2).

Tabela 2. Consumo de matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), matéria mineral (CMM), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA) e lignina em detergente ácido (CLDA), por unidade experimental (3 animais) frente ao fornecimento de diferentes proporções de silagem de triticale em substituição à silagem de sorgo.

Variáveis (kg/ UE)	Tratamentos				P valor			CV	
	T0	T30	T60	T100	μ	Trat	Período		Trat X Per
CMS (kg)									
μ	30,91	30,76	31,40	29,67		0,9838	<0,0001	0,4397	18,7
P1	26,41	25,78	26,26	24,61	25,77A				
P2	33,91	34,91	36,09	34,86	34,94C				
P3	32,39	31,57	31,85	29,53	31,33B				
CPB (kg)									
μ	4,81	4,83	4,97	4,80		0,9944	<0,0001	0,8765	17,8
P1	4,15	4,07	4,28	4,04	4,13A				
P2	5,26	5,43	5,65	5,47	5,45C				
P3	5,03	4,99	4,98	4,90	4,97B				
CEE (kg)									
μ	1,19	1,18	1,19	1,11		0,9386	<0,0001	0,4089	18,5
P1	1,06	1,02	1,01	0,92	1,00A				
P2	1,31	1,33	1,37	1,32	1,33C				
P3	1,19	1,19	1,20	1,07	1,16B				
CMM (kg)									
μ	1,39	1,40	1,44	1,38		0,9941	<0,0001	0,1245	19,5
P1	1,18	1,17	1,13	1,18	1,17A				
P2	1,53	1,64	1,68	1,62	1,62C				
P3	1,47	1,41	1,51	1,35	1,43B				
CFDN (kg)									
μ	10,37	9,96	10,25	9,52		0,9421	<0,0001	0,3405	20,6
P1	8,84	8,03	8,08	7,92	8,22A				
P2	11,37	11,57	11,91	11,25	11,52C				
P3	10,91	10,29	10,75	9,36	10,33B				
CFDA (kg)									
μ	4,30	4,13	4,23	3,86		0,9138	<0,0001	0,081	23,2
P1	3,61	3,30	3,10	3,24	3,31A				
P2	4,80	4,85	5,03	4,65	4,83C				
P3	4,49	4,24	4,57	3,69	4,25B				
CLDA (kg)									
μ	0,30	0,33	0,40	0,44		0,2643	<0,0001	0,240	20,0
P1	0,24	0,25	0,27	0,36	0,28A				
P2	0,34	0,39	0,49	0,54	0,44B				
P3	0,33	0,34	0,41	0,45	0,38B				

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística ao nível de 5% de probabilidade entre as linhas. SS: 100% silagem de sorgo; T30: 30% silagem de triticale + 70% silagem de sorgo; T60: 60% silagem de triticale + 40% silagem de sorgo; ST: 100% silagem de triticale; P1: período 1; P2: período 2; P3: período 3; μ : média geral; CV: coeficiente de variação.

O consumo dos componentes da ração foi variável ao longo dos períodos, com maior ingestão no segundo período, esse fato pode ser justificado pelos fatores relacionados ao desenvolvimento animal visto que se tratava de animais em condições de crescimento e com os fatores relacionados aos reguladores de ingestão. Supõe-se que logo após o período de adaptação, momento em que os animais apresentam um período de ganho compensatório, inicialmente as novilhas apresentam baixa ingestão de alimentos, pois superaram suas exigências e capacidade de preenchimento ruminal na fase anterior e ainda apresentam tamanho gastrintestinal reduzido. Com a manutenção das mesmas condições de alimentação e desenvolvimento do trato gastrintestinal, há um aumento gradativo do consumo até o momento que os fatores físicos, como o preenchimento ruminal, limitem o consumo. Após este período, o consumo se dá principalmente para atender as exigências de manutenção, visto que os animais terminaram sua fase de crescimento, direcionando a energia principalmente para a deposição de gordura.

Dentre os fatores de regulação da ingestão de silagem, destaca-se o teor do conteúdo de matéria seca, fibra em detergente neutro, o grau de lignificação das estruturas, e adequada fermentação da massa ensilada (REIS; SILVA, 2006; STENN et al., 2002). As rações fornecidas aos animais foram semelhantes em relação ao conteúdo de matéria seca, energia bruta e proteína bruta (Tabela 1) proporcionando a mesma ingestão de alimentos entre as novilhas, entretanto observa-se que ocorre aumento no conteúdo fibroso da ração com o aumento das proporções da silagem de triticale na ração.

A fermentação da massa verde ensilada de ambas as culturas apresentou adequada qualidade de fermentação (Tabela 1) não interferindo no consumo das silagens. Considerando como qualidade pobre em fermentação valores de pH superiores a 4,2 (FERREIRA, 2001) e os teores de N-NH₃/NT-1 superiores a 10% (HENDERSON, 1993). Durante o processo fermentativo adequado as bactérias ácido lácticas (BAL) produzem ácido láctico que promovem redução acentuada no pH das silagens, dessa forma evita-se fermentações secundárias e o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, como os clostrídeos que são responsáveis pela acentuada proteólise, conseqüentemente aumento dos níveis de N-NH₃ e pH (TABACCO et al., 2009; BORREANI; TABACCO, 2013).

O consumo de componentes da ração influencia diretamente o desempenho animal, pois ele determina se um animal sob determinadas condições de manejo atenderá as exigências de manutenção e de produção (MERTENS, 1994). As novilhas que receberam menores proporções de silagem de triticale em substituição à silagem de sorgo apresentaram melhor conversão em relação às novilhas que receberam acima de 60% de silagem de triticale em substituição a silagem de sogo (Tabela 3). Em relação ao ganho médio diário (GMD) o desempenho de novilhas Braford foram semelhantes, independente da fonte de volumoso.

Tabela 3. Ganho médio diário (GMD) por animal e conversão alimentar (CA) por unidade experimental (3 animais) frente ao fornecimento de diferentes proporções de silagem de triticales em substituição à silagem de sorgo.

Períodos	Tratamentos				μ	P valor			CV
	T0	T30	T60	T100		Tratamento	Período	Trat x Per	
GMD (kg/dia/animal)									
μ	1,43	1,35	1,28	1,27		0,8234	0,5292	0,9975	33,4
P1	1,44	1,42	1,41	1,35	1,40				
P2	1,39	1,32	1,22	1,17	1,31				
P3	1,46	1,32	1,26	1,22	1,27				
CA									
μ	7,32b	7,53b	8,41a	8,59a		<0,0001	<0,0001	<0,0001	28,6
P1	6,23B	5,99B	6,40C	5,81B	6,11C				
P2	8,30bA	8,69bA	10,24aB	10,18aA	9,35A				
P3	7,43cA	7,90bcA	8,60bA	9,78aA	8,43B				

Médias seguidas de letras minúsculas indicam diferença estatística ao nível de 5% de probabilidade entre as colunas. Médias seguidas de letras maiúsculas indicam diferença estatística ao nível de 5% de probabilidade entre as linhas T0: 100% silagem de sorgo; T30: 30% silagem de triticales + 70% silagem de sorgo; T60: 60% silagem de triticales + 40% silagem de sorgo; T100: 100% silagem de triticales; μ : média geral; CV: coeficiente de variação.

A melhor conversão alimentar pelas novilhas que receberam menores proporções de silagem de triticales pode ser atribuída a diferença bromatológica das silagens. A silagem de triticales apresentou maior conteúdo de carboidratos potencialmente degradável e indigestível em relação à silagem de sorgo, principalmente relacionado ao conteúdo fibroso desta silagem (Tabela 1). Desses componentes, a lignina é um dos principais fatores de limitação da digestibilidade, em razão da incrustação dos polissacarídeos da parede celular, tornando-os menos acessíveis à ação de bactérias e alterando tanto a taxa quanto a extensão da digestão

das forrageiras, conseqüentemente a diminuição do desempenho animal e piora a conversão alimentar (VAN SOEST, 1994).

Observa-se que a substituição da silagem de sorgo pela silagem de triticales não apresenta efeito negativo no ganho médio diário (GMD) para terminação de novilhas durante o período de 63 dias. Desta forma, a silagem de triticales pode ser utilizada para aumentar a disponibilidade de volumoso em propriedades rurais, principalmente a aquelas que correm o risco da falta desse tipo de alimento devido a intempéries climáticas, e como estratégia no planejamento forrageiro, sem trazer prejuízos ao desempenho animal. Além disso, a substituição da silagem de sorgo pela silagem de triticales reduz a utilização de milho na dieta (Tabela 1) e gastos com a compra desse tipo de insumo.

Às características de carcaça e peso de abate não foram influenciadas pela substituição da silagem de sorgo pela silagem de triticales (Tabela 4). A mesma condição energética em que foram submetidas as novilhas com variação apenas da silagem de sorgo pela silagem de triticales ou seu uso associado não foi suficiente para influenciar as características de carcaça. Porém, o mesmo desempenho de carcaça observado entre os animais independente da dieta, enfatiza a utilização da silagem de triticales durante a terminação de bovinos de corte como estratégia nutricional.

Apesar da diferença observada entre as novilhas durante o confinamento para a conversão alimentar (Tabela 3), os animais não apresentaram diferença de peso ao abate (Tabela 4), apresentando peso médio de $430 \pm 14,7$ kg. O grau de acabamento das carcaças predominou a categoria mediana (3), satisfatório para prevenir os efeitos deletérios do frio, enquanto a conformação da carcaça predominante foi denominada retilínea (3) demonstrando a baixa musculosidade das carcaças, condizentes com a categoria animal. O rendimento de carcaça apresentou-se satisfatório para a categoria animal com rendimento médio de 55,64%.

As características de carcaça foram semelhantes aos descritos para a raça Braford (ORELLANA et al., 2009).

Tabela 4. Peso de abate e características de carcaça de novilhas alimentadas com diferentes níveis de silagem de triticales em substituição à silagem de sorgo.

Variáveis	T0	T30	T60	T100	p	CV (%)
Peso pré-abate (kg)	452,1	437,1	431,5	423,1	0,926	17,5
Conformação	3,5	3,2	3,3	3,3	0,8625	20,12
Acabamento	3,3	2,7	3	3	0,4023	21,9
RC (%)	55,16	56,15	54,90	56,33	0,4199	3,145

T0: 100% silagem de sorgo; T30: 30% silagem de triticales + 70% silagem de sorgo; T60: 60% silagem de triticales + 40% silagem de sorgo; T100: 100% silagem de triticales; RC: rendimento de carcaça; CV: coeficiente de variação.

A composição centesimal do músculo *Longissimus thoracis* foi semelhante entre as novilhas Braford (Tabela 5), apresentando valores dentro das estimativas para o tecido muscular, que é constituído por 16% a 22% de proteínas, 1% a 13% de lipídeos, 75% a 85% de água, 1,5% de substâncias nitrogenadas não protéicas, 1% de carboidratos e 1% de minerais (PARDI et al., 1995; PITOMBO et al., 2013). A substituição de silagens de forrageiras de verão por silagens de cereais de inverno na alimentação de ruminantes foi avaliada e também não foi observada alterações na composição centesimal da carne (MOLONEY et al., 2013).

Tabela 5. Composição centesimal calculada a partir da matéria natural da carne de novilhas alimentadas com diferentes níveis de substituição da silagem de sorgo pela silagem de triticale.

Composição centesimal	T0	T30	T60	T100	p	CV (%)
Umidade (%)	73,18	72,76	72,76	72,64	0,6829	4,23
PB (% MS)	21,89	21,62	21,74	21,80	0,8807	3,81
EE (% MS)	2,93	3,02	3,70	3,51	0,1552	29,14
MM (% MS)	1,04	1,04	1,00	1,03	0,3467	5,65

T0: 100% silagem de sorgo; T30: 30% silagem de triticale + 70% silagem de sorgo; T60: 60% silagem de triticale + 40% silagem de sorgo; T100: 100% silagem de triticale. PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; MM: matéria mineral; MS: matéria seca; CV: coeficiente de variação.

As características do músculo *Longissimus thoracis* das novilhas Braford não foi influenciada pela substituição da silagem de sorgo pela silagem de triticale (Tabela 6). As novilhas apresentaram valores médios para pH 5,48 e AOL de 62 cm². A AOL é uma medida que expressa a musculosidade da carcaça (JARDIM et al., 1988), esse resultado corrobora com a conformação retilínea da carcaça, representando menor musculosidade das carcaças. Em relação ao pH final, a carne bovina atinge valores entre 5,5 a 5,9 após 24 horas decorrido o abate. A redução do pH está intimamente associada com a disponibilidade de energia na forma de glicogênio muscular, o qual favorece a formação do ácido lático, diminuindo o pH e tornando a carne macia e suculenta, com sabor ligeiramente ácido e odor característico (ALVES et al., 2005).

As amostras do músculo *Longissimus thoracis* apresentaram maiores valores para “b*” (9,6), mas valores semelhantes para “L*” (35,7), “a*” (16,5) e pH final (5,55) que os observados por Moloney et al. (2013), que utilizaram silagem de cereal de inverno em substituição a silagem de milho para novilhas Charolês. De acordo com Miltenburg et al. (1992) quanto maiores os valores de L*, mais pálida é a carne, e quanto maiores os valores de a* e b* mais vermelha e amarela, respectivamente. As perdas líquidas por cocção (32,1%)

foram maiores nas novilhas que receberam tanto silagem de sorgo quanto silagem de triticales ou de forma associada que aquelas observadas (28,1%) por Moloney et al. (2013).

Tabela 6. Característica do *Longissimus thoracis* de novilhas alimentadas com diferentes níveis de silagem de triticales em substituição à silagem de sorgo.

Variáveis	T0	T30	T60	T100	p	CV (%)	
PAP(%)	22,25	22,58	26,38	24,26	0,2998	5,36	
PLD (%)	3,74	3,41	3,52	3,89	0,9022	33,25	
PLC(%)	31,80	35,94	32,92	27,75	0,3511	24,03	
pH	5,44	5,56	5,48	5,45	0,8315	4,42	
AOL (cm ²)	60,68	60,86	63,97	62,63	0,9264	15,71	
EG (mm)	8,8	8,9	7,7	7,1	0,4119	48,73	
Cor	L*	37,14	36,59	37,58	36,58	0,5980	3,97
	a*	15,63	15,69	16,31	14,76	0,6172	12,81
	b*	11,46	11,38	14,76	11,00	0,3717	9,64
Marmoreio	2,5	3,0	2,3	1,8	0,4115	48,7	

T0: 100% silagem de sorgo; T30: 30% silagem de triticales + 70% silagem de sorgo; T60: 60% silagem de triticales + 40% silagem de sorgo; T100: 100% silagem de triticales, PAP: perda de água por pressão; PLD: perda de líquidos por descongelamento; PLC: perda de líquidos por cocção; EG: espessura de gordura; AOL: área de olho de lombo; CV: coeficiente de variação.

As carcaças apresentaram características de espessura de gordura média de 8,7mm e marmoreio de 2,1, essas variáveis estão relacionadas com a maciez da carne, visto que a espessura de gordura subcutânea, protege a carcaça quanto aos efeitos deletérios do frio, como o encurtamento das fibras muscular, desidratação da carcaça e escurecimento da carne (LUCHIARI FILHO, 2000). Por outro lado, o marmoreio promove a sensação de suculência e maciez ao paladar, sendo esta uma característica desejável pelos consumidores (SCOLLAN et al., 2014).

Ambas as silagens proporcionaram as mesmas características de carcaça e carne para as novilhas da raça Braford. O uso de silagem de triticales como estratégia de forragem conservada apresenta-se como alimento alternativo para aperfeiçoar a pecuária de regiões de transição climática, como no caso do Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, sendo uma

alternativa interessante do ponto de vista nutricional que permite desempenho produtivo similar ao da silagem de sorgo, desta maneira, flexibilizando a disponibilidade de volumoso em propriedades rurais como estratégia no planejamento forrageiro.

4. CONCLUSÃO

A substituição em proporções crescentes da silagem de triticale à silagem de sorgo não apresenta limitações em relação ao desempenho animal, principalmente em relação ao ganho de peso médio diário e não influencia as características de carcaça e carne, o que faz dessa forrageira uma possível alternativa nutricional para terminação de novilhas de corte confinadas.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

6. REFERENCIAS

- ADAPAR, Agencia de Defesa Agropecuária do Paraná. 2014. Portaria nº 231 de 29 de outubro de 2014. Dispõe sobre as medidas e os procedimentos para a prevenção da febre aftosa no Estado do Paraná. Curitiba, PR.
- ALVES, D.D., TONISSI, R.H., GOES, B. 2005. Maciez da carne bovina. *Ciência Anim. Bras.*, **6**:(3)135-149.
- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION - AMSA. 2001. Handbook meat evaluation. Champaign: AMSA.

- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. 1990. Official Methods of Analysis, 16th Edition, AOAC, Washington, DC.
- BAIER, A. C; FLOSS, L. E; AUDE, M. I. S. 1988, As lavouras de inverno. 1. São Paulo: Editora Globo. P. 172.
- BARBUT, S. 1996. Estimates and detection of the PSE problem in young turkey breast meat. Canadian J. Anim. Sci. **76** (3): 455-457.
- BORREANI, G., TABACCO, E. 2010. The relationship of silage temperature with the microbial status of the face of corn silage bunkers, J. Dairy Sci., **93**: 2620 –2629.
- BRASIL. 2017. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal, que disciplina a fiscalização e a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA), Brasília, DF.
- BRESSAN, M.C. 1992. Efeito do tempo entre a sangria e a entrada das carcaças na câmara fria e de diferentes velocidades de resfriamento sobre a qualidade da carne suína. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- BUMBIERIS JUNIOR, V. H., JOBIM, C. C., EMILE, J. C., ROSSI, R., CALIXTO JUNIOR, M., BRANCO, A. F. 2011 Degradabilidade ruminal e fracionamento de carboidratos e proteínas em silagens de tritcale em cultivo singular ou em misturas com aveia e/ou leguminosas. Semina: Ciênc. Agr. **32**: (2) 759-770.
- CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. 2005. Estandarización de lãs metodologias para evaluar da calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) em los ruminantes. Madrid: INIA.
- EMILE, J. C., JOBIM, C. C., SURAULT, F.F., BARRIERE, Y. 2007. Genetic variations in the digestibility in sheep of selected whole-crop cereals used as silages, Animal, **1**:(8) 1122–1125.

- FERREIRA, J.J. 2001. Estágio de maturação do milho e do sorgo o ideal para ensilagem. In: CRUZ, J.C. et al. (Eds.) Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p.405-428.
- HAMM, R. 1960. Biochemistry of meat hydration. *Adv. Food Res.* **10**: 335-362.
- HATFIELD, R. D., JUNG, H. G., RALPH, J., BUXTON, D. R., WEIMER, P. J. A. 1994. comparison of the insoluble residues produced by the Klason lignin and acid detergent lignin procedures. *J. Sci. Food Agri.* **65**: 51-58.
- HENDERSON, N. 1993. Silage additives, *Animal Feed Sci. Tech.* **45**: (1)35-56.
- JARDIM, P.O.C.; ZIEGLER, J.C.; OSÓRIO, J.C.S.1988. Efeito da raça e da idade sobre o peso da carcaça e o peso e percentagem dos principais cortes em novilhos. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, **12**: (3)551-561.
- KUNG JR, L., GRIEVE, D. B., THOMAS, J. W. 1984. Added ammonia or microbial inocula for fermentation and nitrogenous compounds of alfafa ensiled at various percents of dry matter. *J. Dairy Sci.*, **67**: 299-306.
- LUCHIARI FILHO, A. 2000. *Pecuária da carne bovina*. São Paulo: LinBife.
- MERTENS, D. R. 1994. Regulation of forage intake, In: FAHEY JR, G,C, (Ed.), *Forage quality, evaluation and utilization*, Winsconsin: American Society of Agronomy.
- MILTENBURG, G.A.J.; MILTENBURG, G.A.J.; WENSING, T.H.; SMULDERS, F.J.M. 1992. Relationship between blood hemoglobin, plasma and tissue iron, muscle heme pigment, and carcass color of veal. *J. Anim. Sci.*, **70**: 2766-2772.
- MOLONEY, A.P., MOONEY, M.T., KERRY, J.P., STANTON, C., O'KIELY, P., 2013. Colour of fat, and colour, fatty acid composition and sensory characteristics of muscle from heifers offered alternative forages to grass silage in a finishing ration. *Meat Sci.* **95**:608-615.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 2016. Nutrient Requirements of Beef Cattle, Eighth Revised Edition; National Academy Press: Washington, DC, USA.
- OETTLER G. 2005. The fortune of a botanical curiosity-triticale: past, present and future. *J. Agri. Sci.* **143**: 329–46.
- ORELLANA, C., PEÑA, F., GARCÍA, A., PEREA, J., MARTOS, J., DOMENECH, V., ACERO, R. 2009. Carcass characteristics, fatty acid composition, and meat quality of Criollo Argentino and Braford steers raised on forage in a semi-tropical region of Argentina. *Meat Sci.* **81**: 57-64.
- PARDI, M. C., SANTOS, I. F., SOUZA, E. R., PARDI, H. S. 1995. *Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne*, Vol. I, UFG.
- PEREIRA, J. R., ROSSSI Jr, P. 1994. *Manual prático de avaliação nutricional de alimentos*. Piracicaba: FEALQ.
- PITOMBO, R.S., SOUZA, D.D.N., RAMALHO, R.O.S., FIGUEIREDO, A.B.A., RODRIGUES, V.C., FREITAS, D.D.G.C., FERREIRA, J.C.S. 2013. Qualidade da carne de bovinos superprecoce terminados em confinamento. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.* **65**:(4) 1203-1207.
- PLAYNE, M. J., McDONALD, P. 1966. The buffering constituents of herbage and of silage, *J. Sci. Food Agri.*, **17**: 264-268.
- REIS, R. A., DA SILVA, S. C. 2006. Consumo de forragens In: *Nutrição de Ruminantes*. Berchielli, T.T., Vaz Pires, A., Oliveira, S.G. (ed.) 1ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006, v.1, p. 79-109.
- SNIFFEN, C. J., O'CONNOR, J. D., VAN SOEST, P. J., FOX, D. G., RUSSELL, J. B. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.* **70**: (10) 3562-3577.

- STENN, R.W.J., GORDON, F.J., MAYNE, C.S., POOTS, R.E., KILPATRICK, D.J., USWORTH, E.F., BARNES, R.J., PORTER, M.G., PIPPARD, C.J. 2002. Prediction of the intake of grass silage by cattle. *Anais... In: Recent developments in ruminant nutrition 4*. Garnsworthy, P.C. Wiseman, J. (ed.). Nottingham University Press. Nottingham, p. 101-120.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. 2002. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa: UFV.
- SCOLLAN, N. D.; DANNENBERGER, D., NUERNBERG, K., RICHARDSON, I., MACKINTOSH, S., HOCQUETTE, J.F., MOLONEY, A.P. 2014. Enhancing the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Sci.*, **97**:384-394.
- TABACCO, E., PIANO, S., CAVAL, A., LARIN, L., BERNADES, T. F., BORREANI, G. 2009. Clostridial spore formation during aerobic deterioration of maize and sorghum silages as influenced by *Lacobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* inoculants, *J. Applied Microb.* **107**: 632–1641.
- 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. *J. Dairy Sci.* **74**: (10) 3583-3597.
- VAN SOEST, P.J, 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*, 2,ed, New York: Cornell University Press.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desempenho zootécnico, característica de carcaça e carne foram semelhantes entre as novilhas alimentadas com proporções crescentes da silagem de triticales à silagem de sorgo. Esses aspectos contribuem para a utilização da silagem de triticales como alimento volumoso para a formulação de ração para terminação de bovinos de corte.

Vale ressaltar que o uso da silagem de triticales de forma global, apresenta-se como uma alternativa estratégica interessante do ponto de vista econômico e sustentável principalmente para a região Centro-Sul do Brasil, onde áreas destinadas ao pastejo, ou mesmo subutilizadas no inverno poderiam ser destinadas à produção desse alimento, minimizando a concorrência com culturas de verão para produção de silagem e disponibilização de áreas úteis à produção de grãos para o consumo humano. Além disso, o cultivo e a confecção da silagem de triticales apresentam aspectos que possibilitam contribuir de forma social, com o aumento na geração de empregos, através do aumento na demanda logística, como venda de insumos, mão de obra no campo na entressafra de grandes culturas e no âmbito tecnológico com a necessidade de profissionais qualificados para orientar a utilização desse alimento na cadeia produtiva animal.

ANEXOS

ANEXO A

Declaração de aprovação no comite de ética no uso de animais da Universidade Estadual de Londrina



COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

OF. CIRC. CEUA Nº 40/2016

Londrina, 08 de Março de 2016.

Prezado Pesquisador,


Certificamos que o projeto intitulado "**Valor alimentício da silagem de Triticale (X. Triticosecale Wittmack) em bovinos**", protocolo CEUA nº **2184.2016.97**, sob a responsabilidade de **Valter Harry Bumbieris Junior**, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino), encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), foi **aprovado** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Londrina (CEUA/UEL), em reunião realizada em **01/03/2016**.

O projeto tem como objetivo avaliar as características químico-bromatológicas e nutricionais da silagem de triticale; estudar a qualidade de fermentação dessas silagens; avaliar o desempenho produtivo bem como as características da carcaça e da carne de novilhas (*Bos Taurus* x *Bos indicus*) alimentadas com diferentes teores da silagem de triticale (0;30,60 e 100%) em substituição à silagem de sorgo. Para isso os animais serão alimentados com dietas contendo silagem de sorgo e/ou triticale e concentrado, ofertada na forma de dieta total. Serão realizados ensaios de degradabilidade, digestibilidade e avaliação do desempenho, qualidade da carne e carcaça. GI = 1.

Vigência do Projeto	01/03/2016 a 16/11/2017
Espécie/linhagem	Bovino/Cruzado e Mestiço; Ovíno / Mestiço
Nº de animais	32 (28 bovinos e 4 ovinos)
Peso/Idade	Bovinos: 240 e 300kg / Ovíno: 25kg
Sexo	Bovinos: Machos e Fêmeas; Ovínos: Fêmeas
Origem	Fazenda Escola da UEL
Amostras a serem coletadas	Fezes

Cumpra orientar que caso pretendam-se quaisquer alterações no protocolo experimental aprovado, deve-se submeter o novo protocolo à apreciação da CEUA/UEL anteriormente à execução das modificações.

Coloco-me à disposição para quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessária. Sem mais para o momento, subscrevo, cordialmente,


 Prof. Dra. Glaura Scaramburllo Alves Fernandes
 Coordenadora da CEUA/UEL

Ilmo Sr

Prof. Dr. Valter Harry Bumbieris Junior

Coordenador do Projeto

Departamento de Zootecnia / Centro de Ciências Agrárias

Com cópia para André Junior da Conceição (Chefe da DP-IC/PROPPG), Diretor da Fazenda Escola da UEL, Chefe do Departamento de Zootecnia e Diretor(a) do Centro de Ciências Agrárias

Campus Universitário: Rodovia Celso Garcia Cid (PR 445), km 380 - Fone (043) 3371-4000 PABX - Fax 3328-4440 - Caixa Postal 10.011 - CEP 86057-970 - Internet <http://www.uel.br>

LONDRINA - PARANÁ - BRASIL

ANEXO B

**LIVESTOCK SCIENCE**

An International Journal

AUTHOR INFORMATION PACK**TABLE OF CONTENTS**

•	Description	p.1
•	Audience	p.1
•	Impact Factor	p.1
•	Abstracting and Indexing	p.2
•	Editorial Board	p.2
•	Guide for Authors	p.4



ISSN: 1871-1413

DESCRIPTION

Livestock Science promotes the sound development of the **livestock sector** by publishing original, peer-reviewed research and review articles covering all aspects of this broad field. The journal welcomes [submissions](#) on the avant-garde areas of **animal genetics, breeding, growth, reproduction, nutrition, physiology, and behaviour** in addition to **genetic resources, welfare, ethics, health, management and production systems**. The high-quality content of this journal reflects the truly international nature of this broad area of research.

Benefits to authors

We also provide many author benefits, such as free PDFs, a liberal copyright policy, special discounts on Elsevier publications and much more. Please click here for more information on our [author services](#).

Please see our [Guide for Authors](#) for information on article submission. If you require any further information or help, please visit our [Support Center](#)

AUDIENCE

Animal Scientists, Animal Breeders.

IMPACT FACTOR

2017: 1.204 © Clarivate Analytics Journal Citation Reports 2018

ABSTRACTING AND INDEXING

BIOSIS
 CAB Abstracts
 Current Contents Search
 SciSearch
 Agris
 AGRICOLA
 BioBusiness
 BIOBASE
 UnCover
 FSTA (Food Science and Technology Abstracts)
 Inside Conferences
 Foodline: Food Science and Technology
 Global Health
 CSA Database
 Scopus
 EBSCOhost
 Science Citation Index Expanded
 Web of Science

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief

F. Goyache, Gijon, Spain

Section Editors

Genetics, Animal Genetic Resources and Breeding

J.B.S. Ferraz, Universidade de São Paulo (USP), Pirassununga, Sp, Brazil

L. Fontanesi, University of Bologna, Bologna, Italy

Ruminant Nutrition

G. Zervas, Athens, Greece

Non-Ruminant Nutrition

L.I. Chiba, Auburn University, Auburn, AL, USA

J.E. Lindberg, Sveriges Lantbruks Universitet (SLU), Uppsala, Sweden

E.G. Manzanilla, Autonomous University of Barcelona, Bellaterra, Spain

Behaviour, Health and Welfare

D. Maes, Universiteit Gent, Merelbeke, Belgium

J. Malmkvist, Tjele, Denmark

Physiology

E. Albrecht, Leibniz Institute for Farm Animal Biology (FBN), Dummerstorf, Germany

I. Louveau, INRA, Saint-Gilles, France

Reproduction Physiology

P. Humblot, Sveriges Lantbruks Universitet (SLU), Uppsala, Sweden

E. Martinez, Murcia, Spain

Editorial Advisory Board

J. Balcells, Universitat de Lleida, Lleida, Spain

P. Bosi, Università di Bologna, Bologna, Italy

J. Cañon, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, Spain

I. Curik, University of Zagreb, Zagreb, Croatia

A. De Vries, University of Florida, Gainesville, FL, USA

M'N. Djemali, United Arab Emirates (UAE) University, Al-Ein, United Arab Emirates

M. Dominguez, New York University (NYU) School of Medicine, San Juan, Puerto Rico

M.A. Elzo, University of Florida, Gainesville, FL, USA

J.C.P. Ferreira, University of Sao Paulo State (UNESP), Botucatu/SP, Brazil

L. Fiems, Institute for Agricultural & Fisheries Research (ILVO), Melle, Belgium

A. Gibon, INRA Centre de Toulouse, Castanet#Tolosan, France

F. Gondret, INRA Centre de Rennes, Saint Gilles, France
A.J. Heinrichs, Pennsylvania State University, University Park, PA, USA
J-F. Hocquette, INRA de Clermont-Ferrand/Theix, Saint-Genès-Champanelle, France
P. Huhtanen, Sveriges Lantbruks Universitet (SLU), Uppsala, Sweden
F. Infascelli, University of Naples Federico II, Naples, Italy
L. Istasse, Université de Liège, Liege, Belgium
M. Kaps, University of Zagreb, Zagreb, Croatia
A.G. Kongsted, Aarhus Universitet, Tjele, Denmark
A.R. Kristensen, Københavns Universitet, Frederiksberg, Denmark
T. Kristensen, Aarhus Universitet, Tjele, Denmark
P. Lund, Aarhus Universitet, Tjele, Denmark
N. Lundeheim, Sveriges Lantbruks Universitet (SLU), Uppsala, Sweden
N.P.P. Macciotta, University of Sassari, Sassari, Italy
M. MacNeil, U.S. Department of Agriculture (USDA), Miles City, MT, USA
J.N.B Marchant-Forde, West Lafayette, Indiana, USA
J.I. McNitt, Southern University Agricultural Research and Extension Center, Baton Rouge, LA, USA
Q. Meng, China Agricultural University, Beijing, P.R. China
R. Mosenthin, Universität Hohenheim, Stuttgart, Germany
J. Sanders, Texas A&M University, College Station, TX, USA
V. Santé-Lhoutellier, INRA, Qualité des Produits Animaux, Saint Genès Champanelle, France
A.L. Schaefer, Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC), Lacombe, AB, Canada
A.A. Sosnicki, PIC North America, Hendersonville, TN, USA
D. Spiers, University of Missouri, Columbia, MO, USA
D.M. Weary, University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada
W. Weiss, Ohio State University, Wooster, OH, USA

GUIDE FOR AUTHORS

INTRODUCTION

Types of article

1. Original Research Articles (Regular Papers)
2. Review Articles
3. Short Communications
4. Position Papers
5. Technical Notes
6. Book Reviews

Original Research Articles should report the results of original research. The material should not have been previously published elsewhere, except in a preliminary form. They should not occupy more than 12 Journal pages.

Review Articles should cover subjects falling within the scope of the journal which are of active current interest. Reviews will often be invited, but submitted reviews will also be considered for publication. All reviews will be subject to the same peer review process as applies for original papers. They should not occupy more than 12 Journal pages.

A *Short Communication* is a concise but complete description of a limited investigation, which will not be included in a later paper. Short Communications may be submitted to the journal as such, or may result from a request to condense a regular paper, during the peer review process. They should not occupy more than 5 journal pages (approximately 10 manuscript pages) including figures, tables and references.

Position Papers are informative and thought-provoking articles on key issues, often dealing with matters of public concern. These will usually be invited, but a submitted paper may also be considered for publication. They should not occupy more than 12 Journal pages.

A *Technical Note* is a report on a new method, technique or procedure falling within the scope of *Livestock Science*. It may involve a new algorithm, computer program (e.g. for statistical analysis or for simulation), or testing method for example. The Technical Note should be used for information that cannot adequately be incorporated into an Original Research Article, but that is of sufficient value to be brought to the attention of the readers of *Livestock Science*. The note should describe the nature of the new method, technique or procedure and clarify how it differs from those currently in use if cannot be incorporated. They should not occupy more than 5 Journal pages.

Book Reviews will be included in the journal on a range of relevant books which are not more than two years old.

Contact details for submission

For queries concerning the submission process or journal procedures please visit the [Elsevier Support Center](#). Authors can check the status of their manuscript within the review procedure using Elsevier Editorial System.

Page charges

This journal has no page charges.

Submission checklist

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review. Please check the relevant section in this Guide for Authors for more details.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

Manuscript:

- Include keywords
 - All figures (include relevant captions)
 - All tables (including titles, description, footnotes)
 - Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
 - Indicate clearly if color should be used for any figures in print
- Graphical Abstracts / Highlights files (where applicable)*
Supplemental files (where applicable)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- A competing interests statement is provided, even if the authors have no competing interests to declare
- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

For further information, visit our [Support Center](#).

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing

Please see our information pages on [Ethics in publishing](#) and [Ethical guidelines for journal publication](#).

Studies in humans and animals

If the work involves the use of human subjects, the author should ensure that the work described has been carried out in accordance with [The Code of Ethics of the World Medical Association \(Declaration of Helsinki\)](#) for experiments involving humans. The manuscript should be in line with the [Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing and Publication of Scholarly Work in Medical Journals](#) and aim for the inclusion of representative human populations (sex, age and ethnicity) as per those recommendations. The terms [sex and gender](#) should be used correctly.

Authors should include a statement in the manuscript that informed consent was obtained for experimentation with human subjects. The privacy rights of human subjects must always be observed.

All animal experiments should comply with the [ARRIVE guidelines](#) and should be carried out in accordance with the U.K. Animals (Scientific Procedures) Act, 1986 and associated guidelines, [EU Directive 2010/63/EU for animal experiments](#), or the National Institutes of Health guide for the care and use of Laboratory animals (NIH Publications No. 8023, revised 1978) and the authors should clearly indicate in the manuscript that such guidelines have been followed. The sex of animals must be indicated, and where appropriate, the influence (or association) of sex on the results of the study.

Unnecessary cruelty in animal experimentation is not acceptable to the Editors of *Livestock Science*.

Declaration of interest

All authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential competing interests include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. Authors must disclose any interests in two places: 1. A summary declaration of interest statement in the title page file (if double-blind) or the manuscript file (if single-blind). If there are no interests to declare then please state this: 'Declarations of interest: none'. This summary statement will be ultimately published if the article is accepted. 2. Detailed disclosures as part of a separate Declaration of Interest form, which forms part of the journal's official records. It is important for potential interests to be declared in both places and that the information matches. [More information](#).

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract, a published lecture or academic thesis, see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in

English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service [Crossref Similarity Check](#).

Preprints

Please note that [preprints](#) can be shared anywhere at any time, in line with Elsevier's [sharing policy](#). Sharing your preprints e.g. on a preprint server will not count as prior publication (see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information).

Use of inclusive language

Inclusive language acknowledges diversity, conveys respect to all people, is sensitive to differences, and promotes equal opportunities. Articles should make no assumptions about the beliefs or commitments of any reader, should contain nothing which might imply that one individual is superior to another on the grounds of race, sex, culture or any other characteristic, and should use inclusive language throughout. Authors should ensure that writing is free from bias, for instance by using 'he or she', 'his/her' instead of 'he' or 'his', and by making use of job titles that are free of stereotyping (e.g. 'chairperson' instead of 'chairman' and 'flight attendant' instead of 'stewardess').

Changes to authorship

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors **before** submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only **before** the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the **corresponding author**: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors **after** the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

Article transfer service

This journal is part of our Article Transfer Service. This means that if the Editor feels your article is more suitable in one of our other participating journals, then you may be asked to consider transferring the article to one of those. If you agree, your article will be transferred automatically on your behalf with no need to reformat. Please note that your article will be reviewed again by the new journal. [More information](#).

Material in unpublished letters and manuscripts is also protected and must not be published unless permission has been obtained.

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see [more information](#) on this). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. [Permission](#) of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has [preprinted forms](#) for use by authors in these cases.

For gold open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' ([more information](#)). Permitted third party reuse of gold open access articles is determined by the author's choice of [user license](#).

Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. [More information](#).

Elsevier supports responsible sharing

Find out how you can [share your research](#) published in Elsevier journals.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established a number of agreements with funding bodies which allow authors to comply with their funder's open access policies. Some funding bodies will reimburse the author for the gold open access publication fee. Details of [existing agreements](#) are available online.

After acceptance, open access papers will be published under a noncommercial license. For authors requiring a commercial CC BY license, you can apply after your manuscript is accepted for publication.

Open access

This journal offers authors a choice in publishing their research:

Subscription

- Articles are made available to subscribers as well as developing countries and patient groups through our [universal access programs](#).
- No open access publication fee payable by authors.
- The Author is entitled to post the [accepted manuscript](#) in their institution's repository and make this public after an embargo period (known as green Open Access). The [published journal article](#) cannot be shared publicly, for example on ResearchGate or Academia.edu, to ensure the sustainability of peer-reviewed research in journal publications. The embargo period for this journal can be found below.

Gold open access

- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse.
- A gold open access publication fee is payable by authors or on their behalf, e.g. by their research funder or institution.

Regardless of how you choose to publish your article, the journal will apply the same peer review criteria and acceptance standards.

For gold open access articles, permitted third party (re)use is defined by the following [Creative Commons user licenses](#):

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs (CC BY-NC-ND)

For non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and to include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article.

The gold open access publication fee for this journal is **USD 3000**, excluding taxes. Learn more about Elsevier's pricing policy: <https://www.elsevier.com/openaccesspricing>.

Green open access

Authors can share their research in a variety of different ways and Elsevier has a number of green open access options available. We recommend authors see our [green open access page](#) for further information. Authors can also self-archive their manuscripts immediately and enable public access from their institution's repository after an embargo period. This is the version that has been accepted for publication and which typically includes author-incorporated changes suggested during submission, peer review and in editor-author communications. Embargo period: For subscription articles, an appropriate amount of time is needed for journals to deliver value to subscribing customers before an article becomes freely available to the public. This is the embargo period and it begins from the date the article is formally published online in its final and fully citable form. [Find out more](#).

This journal has an embargo period of 12 months.

Elsevier Researcher Academy

Researcher Academy is a free e-learning platform designed to support early and mid-career researchers throughout their research journey. The "Learn" environment at Researcher Academy offers several interactive modules, webinars, downloadable guides and resources to guide you through the process of writing for research and going through peer review. Feel free to use these free resources to improve your submission and navigate the publication process with ease.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the [English Language Editing service](#) available from Elsevier's WebShop.

Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

Submit your article

Please submit your article via <http://ees.elsevier.com/livsci/>

Referees

Please submit the names and institutional e-mail addresses of several potential referees. For more details, visit our [Support site](#). Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

PREPARATION

Peer review

This journal operates a single blind review process. All contributions will be initially assessed by the editor for suitability for the journal. Papers deemed suitable are then typically sent to a minimum of two independent expert reviewers to assess the scientific quality of the paper. The Editor is responsible for the final decision regarding acceptance or rejection of articles. The Editor's decision is final. [More information on types of peer review](#).

Article structure

Manuscripts should have numbered lines, with wide margins and double spacing throughout, i.e. also for abstracts, footnotes and references. Every page of the manuscript, including the title page, references, tables, etc., should be numbered. However, in the text no reference should be made to page numbers; if necessary, one may refer to sections. Avoid excessive usage of italics to emphasise part of the text.

Manuscripts in general should be organised in the following order:

- Title should be clear, descriptive and not too long
- Abstract
- Keywords (indexing terms)
- Introduction
- Material studied, area descriptions, methods, techniques
- Results
- Discussion
- Conclusion
- Acknowledgment and any additional information concerning research grants, and so on
- References
- Figure captions
- Figures (separate file(s))
- Tables (separate file(s))

Pdf-files for text and tables cannot be used for production purposes. You are kindly requested to upload the text pages and references as a word processor file (Word, Wordperfect, Open Office, rtf). Line numbers are mandatory for the text file. The tables can be part of this file or can be uploaded as one or more separate files. Tables can also be uploaded as separate spreadsheet files. Line numbers are not needed on pages with tables or figures.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

The abstract should not be longer than 400 words.

Graphical abstract

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view [Example Graphical Abstracts](#) on our information site.

Authors can make use of Elsevier's [Illustration Services](#) to ensure the best presentation of their images and in accordance with all technical requirements.

Highlights

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). You can view [example Highlights](#) on our information site.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Nomenclature and units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other quantities are mentioned, give their equivalent in SI. You are urged to consult [IUB: Biochemical Nomenclature and Related Documents](#) for further information.

Authors and Editors are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature, as laid down in the *International Code of Botanical Nomenclature*, the *International Code of Nomenclature of Bacteria*, and the *International Code of Zoological Nomenclature*.

All biotica (crops, plants, insects, birds, mammals, etc.) should be identified by their scientific names when the English term is first used, with the exception of common domestic animals. All biocides and other organic compounds must be identified by their Geneva names when first used in the text. Active ingredients of all formulations should be likewise identified.

Math formulae

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Equations should be numbered serially at the right-hand side in parentheses. In general only equations explicitly referred to in the text need be numbered.

The use of fractional powers instead of root signs is recommended. Powers of e are often more conveniently denoted by exp.

Levels of statistical significance which can be mentioned without further explanation are * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ and *** $P < 0.001$.

In chemical formulae, valence of ions should be given as, e.g. Ca^{2+} , not as Ca^{++} .

Isotope numbers should precede the symbols, e.g. ^{18}O .

The repeated writing of chemical formulae in the text is to be avoided where reasonably possible; instead, the name of the compound should be given in full. Exceptions may be made in the case of a very long name occurring very frequently or in the case of a compound being described as the end product of a gravimetric determination (e.g. phosphate as P_2O_5).

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors can build footnotes into the text, and this feature may be used. Otherwise, please indicate the position of footnotes in the text and list the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.

A detailed [guide on electronic artwork](#) is available.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or online only. [Further information on the preparation of electronic artwork.](#)

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

References

References concerning unpublished data and "personal communications" should not be cited in the reference list but may be mentioned in the text.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support [Citation Style Language styles](#), such as [Mendeley](#) and [Zotero](#), as well as [EndNote](#). Using the word processor plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. [More information on how to remove field codes.](#)

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/livestock-science>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plug-ins for Microsoft Word or LibreOffice.

Reference style

Text: All citations in the text should refer to:

1. *Single author:* the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. *Two authors:* both authors' names and the year of publication;

3. *Three or more authors*: first author's name followed by 'et al.' and the year of publication. Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references can be listed either first alphabetically, then chronologically, or vice versa.

Examples: 'as demonstrated (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999).... Or, as demonstrated (Jones, 1999; Allan, 2000)... Kramer et al. (2010) have recently shown ...'

List: References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>.

Reference to a journal publication with an article number:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2018. The art of writing a scientific article. *Heliyon*. 19, e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

Reference to a book:

Strunk Jr, W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

Reference to a website:

Cancer Research UK, 1975. Cancer statistics reports for the UK. <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/> (accessed 13 March 2003).

Reference to a dataset:

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T., 2015. Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions. *Mendeley Data*, v1. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to the [List of Title Word Abbreviations](#).

Video

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the file in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB per file, 1 GB in total. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including [ScienceDirect](#). Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our [video instruction pages](#). Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Data visualization

Include interactive data visualizations in your publication and let your readers interact and engage more closely with your research. Follow the instructions [here](#) to find out about available data visualization options and how to include them with your article.

Supplementary material

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

Research data

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the [research data](#) page.

Data linking

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described.

There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the [database linking page](#).

For [supported data repositories](#) a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.

In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

Mendeley Data

This journal supports Mendeley Data, enabling you to deposit any research data (including raw and processed data, video, code, software, algorithms, protocols, and methods) associated with your manuscript in a free-to-use, open access repository. During the submission process, after uploading your manuscript, you will have the opportunity to upload your relevant datasets directly to *Mendeley Data*. The datasets will be listed and directly accessible to readers next to your published article online.

For more information, visit the [Mendeley Data for journals page](#).

Data statement

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the [Data Statement page](#).

AFTER ACCEPTANCE

Online proof correction

Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors.

If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

Offprints

The corresponding author will, at no cost, receive a customized [Share Link](#) providing 50 days free access to the final published version of the article on [ScienceDirect](#). The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's [Webshop](#). Corresponding authors who have published their article gold open access do not receive a Share Link as their final published version of the article is available open access on ScienceDirect and can be shared through the article DOI link.

AUTHOR INQUIRIES

Visit the [Elsevier Support Center](#) to find the answers you need. Here you will find everything from Frequently Asked Questions to ways to get in touch.

You can also [check the status of your submitted article](#) or find out [when your accepted article will be published](#).

© Copyright 2018 Elsevier | <https://www.elsevier.com>