



8. ESTRATÉGIAS PARA USO DE TRITICALE NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS

Egon Henrique Horst¹

Ediane Zanin²

André Martins de Souza²

Alfredo do Nascimento Junior³

Mikael Neumann¹

Valter Harry Bumbieris Junior²

8.1 História da cultura do triticale

Oriundo de cereais com achados arqueológicos de 6000 a 7000 a.C, somente no final do século XIX aparecem as primeiras descrições do cruzamento entre cereais com propósito de formação de um híbrido artificial, o triticale (*X. Triticosecale Wittmack*). Na primeira publicação reportada descrevendo o híbrido fértil entre trigo (*Triticum* spp. *Linnaeus*) e centeio (*Secale cereale Linnaeus*), Carman em 1884 dizia: “Se os híbridos nos derem um grão menos valioso do que trigo ou centeio, nada será ganho neste caso, exceto o curioso fato de que um cruzamento entre dois diferentes gêneros de grãos é possível.” Assim, as aparições do híbrido nada traziam de espetacular, até o pesquisador alemão Rimpau, em 1888, conseguir de fato que o cruzamento entre os dois cereais – trigo e centeio – apresentasse sementes férteis e de semelhança com a planta mãe. A partir daí iniciou-se a busca pelo aperfeiçoamento dessa nova cultura.

No cruzamento entre os cereais, inicialmente esperava-se incorporar a qualidade e a produção de grãos do trigo com a rusticidade do centeio (BAIER et al., 1988), objetivando-se a maior produção de grãos para panificação. No entanto, a qualidade do grão do triticale não obteve méritos suficientes para substituir o trigo na alimentação humana. As pesquisas com essa cultura foram então direcionadas para a produção de forragem ou mesmo grãos para alimentação animal.

¹Universidade Estadual do Centro-Oeste. Guarapuava-PR, Brasil. egonhh@yahoo.com.br; neumann.mikael@hotmail.com

²Universidade Estadual de Londrina. Londrina-PR, Brasil. ediane.z@hotmail.com; andrems_92@hotmail.com; jrbumbieris@uel.br

³Pesquisador Dr., EMBRAPA Trigo. Passo Fundo – RS, Brasil. alfredo.nascimento@embrapa.br



Mais rústico do que trigo e com características nutricionais mais interessantes em relação ao centeio, o triticale desde a sua formação e expansão em área cultivada vem ganhando atenção no processo de melhoramento genético para atendimento de demandas tanto para alimentação humana como animal. Mais cultivado em regiões periféricas, sempre foi considerado uma cultura secundária, e com pouco espaço em áreas mais férteis. No entanto, no leste europeu e regiões circunvizinhas, além de regiões de clima desafiador no norte da África e Ásia menor, essa cultura ganhou espaço e mantém *status* de “cultura de base” para muitos povos, principalmente pela rusticidade e menor exigência em relação ao tipo de solo.

No Brasil, o triticale é uma importante cultura de inverno na região sul. Foi introduzido com propósito experimental por volta dos anos 1960 (MUNDSTOCK, 1983). O início do cultivo só veio acontecer em 1982 no estado do Rio Grande do Sul, com significativo aumento de área destinada a cultura. Pelos menores custos de produção em relação ao trigo, suportado pela maior produtividade em grãos, o triticale ganhou espaço nos três estados sulistas, com significativa relevância no estado do Paraná, o qual é até a hoje um importante produtor desse cereal.

8.2 Panorama do cultivo e uso do triticale no Brasil e no mundo

Com as elevações constantes nos preços das *commodities* mais utilizadas na alimentação animal – soja e milho – deixando os sistemas de produção com margens de rentabilidade cada vez mais estreitas, é fundamental buscar alternativas alimentares dentro da propriedade e principalmente, obter o máximo acúmulo de forragem em sequências ótimas de safras. Nas regiões subtropicais do Brasil tem-se adotado cada vez mais o período de inverno para cultivo de espécies hibernais para uso de seus coprodutos na alimentação de ovinos (HORST et al., 2018), permitindo explorar o máximo uso da terra ao longo do ano para produção de alimentos. Então, em um cenário ideal, as culturas de inverno passariam do atual *status* de forragem estratégica para épocas de escassez de alimento, a um *status* de forragem basal nas dietas, e durante esse capítulo apresentamos dados que comprovam a real possibilidade de tornar corriqueiro o uso do triticale na ovinocultura brasileira.

As forragens hibernais são reconhecidas pelo elevado teor de proteína bruta e fibra de alta digestibilidade, sobretudo em estágio vegetativo (HORST et al.,



2017), e a presença de fontes como estas na dieta amenizam a necessidade de uso de concentrados para atender as exigências energéticas e proteicas dos animais. Apesar de ainda pouco explorado, o triticale é colocado por alguns autores como uma opção nutricional e econômica similar àquelas espécies mais tradicionais, como aveia e trigo (HORST et al., 2018; MOEINODDINI et al., 2017; DAWSON et al., 2012). Morfologicamente, o triticale é uma planta intermediária entre as duas espécies que a originaram – trigo e centeio –, podendo existir variações em virtude da constituição cromossômica. A espiga e o grão assemelham-se mais aos de trigo. A inflorescência do triticale é, portanto, uma espiga, que pode apresentar de 20 a 30 espiguetas com 3 a 5 grãos cada (BAIER et al., 1997).

A Polônia é o país que destina a maior área para cultivo de triticale no mundo (Figura 1), tendo criado seus primeiros cultivares na década de 1960. O primeiro cultivar polonês foi lançado em 1982, um cultivar de inverno chamado Lasko, enquanto que o primeiro cultivar de primavera foi lançado em 1988, o Jago (MCGOVERIN et al., 2011). Os cultivares de triticale desenvolvidos para primavera europeia são os mais adequados para as condições de clima do Brasil. Após diversas etapas de seleção e de melhoramento genético na Europa, as primeiras cultivares de triticale chegaram ao Brasil em meados da década de 1970. Os cultivares brasileiros atuais contêm aristas, coloração clara, e apresentam pilosidade nas glumas e no ráquis. O grão é mais longo que o do trigo e tem diâmetro maior que o de centeio, proporcionando satisfatório peso de mil sementes.

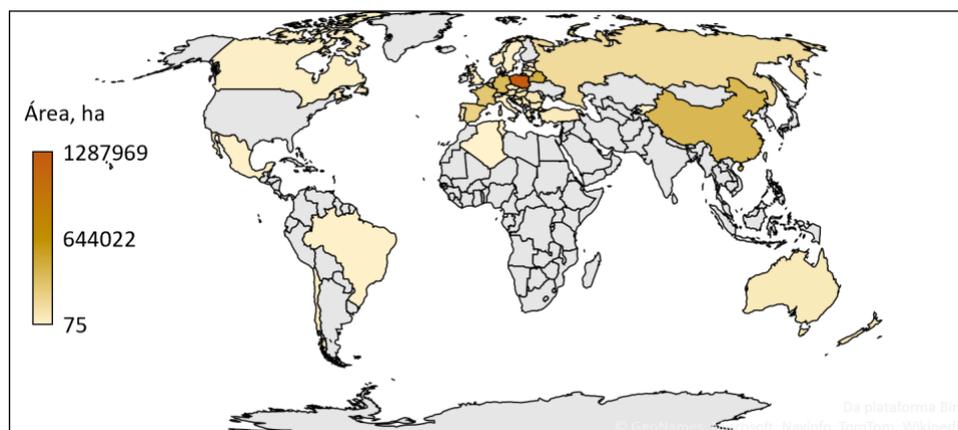


Figura 1. Distribuição mundial de área cultivada com triticale em 2018 (Países com coloração cinza não tiveram dados divulgados).

Fonte: Food and Agriculture Organization (FAO)



Apesar dos dados emitidos por órgãos de pesquisa nacionais e internacionais apontarem que o Brasil tenha ~13 mil hectares de área destinada ao cultivo de triticales, esse número parece ser bastantes subestimado, uma vez que os campos de produção de semente cadastrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA – são suficientes para semear uma área pelo menos seis vezes maior do que essa. A verdade que não se contesta é que esse modesto número vem reduzindo com o passar dos anos, sonogando uma cultura de elevado potencial.

Para se ter uma ideia, dados da Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB – apontam que o rendimento médio de grãos de triticales na safra 2020 no estado do Paraná foi de 2.904 kg ha⁻¹, enquanto que o rendimento do trigo foi de 2.526 kg ha⁻¹, e isso a um investimento de R\$ 2.105,10 e R\$ 3.691,95 por hectare, respectivamente. Ressalta-se que esse alto rendimento do triticales associado a um investimento inferior ao do trigo pode estar relacionado com o fato de que com a redução da área cultivada, a maior concentração da produção se encontre na região de Guarapuava - PR, onde há maior emprego de tecnologia, condição climática adequada e estabilidade de chuvas ocorridas no mês de agosto.

A utilização do triticales na alimentação animal ainda é pouco difundida entre os produtores brasileiros, e muito talvez se deva ao escasso conhecimento sobre o manejo da espécie e suas características, haja vista que pesquisas acerca do uso de triticales na alimentação animal em nosso país ainda caminham a passos lentos, deixando de promover informações sobre uma cultura com bom potencial para uso na alimentação de pequenos e grandes ruminantes, seja como pastagem, forragem conservada, grãos úmidos e secos. Essa falta de entendimento e pressão por melhoramento nos coloca na contramão de países que investem em pesquisa. Enquanto a Europa aumenta paulatinamente sua área destinada ao cultivo de triticales, o Brasil regride ano após ano (Figura 2).

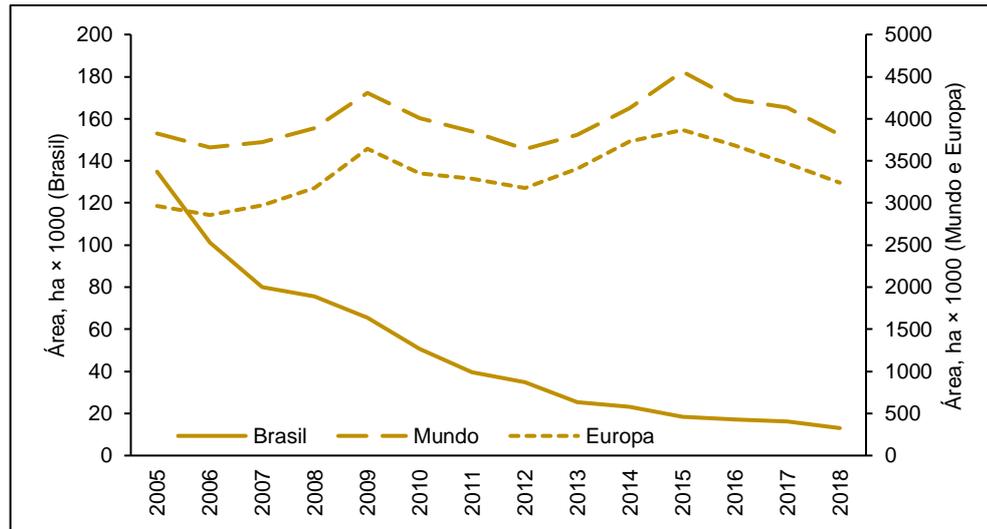


Figura 2. Comparação entre a área de triticales cultivada no Brasil com a Europa e o mundo entre 2005 e 2018.

Fonte: Food and Agriculture Organization (FAO)

Comprovando o que foi suposto anteriormente, em um dos poucos estudos disponíveis comparando forragens hibernais, Horst et al. (2017) observaram melhor relação entre rendimento de matéria seca e digestibilidade a favor do triticales em comparação com as espécies de inverno mais tradicionais. Na mesma linha, Nadeau (2007) documentaram maior rendimento de matéria seca de forragem do triticales em comparação com cevada e aveia (8.294 vs 7.592 e 8.219 kg ha⁻¹, respectivamente). Os mesmos autores observaram ainda menores teores de FDA e maior digestibilidade da matéria orgânica na silagem de triticales em relação a de aveia e trigo.

Moeinoddini et al. (2017) relataram maior solubilidade do amido dos grãos de triticales em comparação com grãos de milho, enquanto Zhu (2018) encontraram maiores teores de lisina a favor do triticales também. Esses relatos encorajam substituições e/ou complementações dietéticas do milho por percentuais significativos de grãos de triticales. Isso poderia promover redução nos pontos basais agudos de pH após alimentação devido a melhor distribuição temporal da taxa de fermentação do amido a nível ruminal, e também sanar deficiências dietéticas de lisina observada em rações com altas concentrações de milho.

Ao longo deste capítulo apresentamos um levantamento de informações baseados no valor nutricional do triticales sob diferentes formas de uso desse alimento



para inclusão na dieta de ovinos. Esperamos despertar o interesse de produtores para explorar mais o uso dessa cultura e encorajar pesquisadores a desenvolverem mais estudos sobre o triticale para alimentação animal.

8.3 Uso do triticale como forragem e na confecção de silagem

O cultivo de forrageiras hibernais é uma excelente alternativa para garantir disponibilidade de volumoso aos animais em períodos críticos, seja como pastagem ou até na forma de silagem, tendo como finalidade a preservação do valor nutricional da forragem por longos períodos.

Dentre as culturas hibernais que têm potencial para uso na alimentação de ovinos podemos citar a aveia, trigo, centeio, cevada e o triticale, porém, destacamos o triticale nesse instante devido seu uso na alimentação humana ser baixo em relação aos demais, diminuindo a competição e flutuação de preços. Além disso, estudos como os de Ketterings et al. (2015) e Leão et al. (2019) apontaram boa produção de biomassa seca por hectare e adaptabilidade de manejos de cortes em estágio vegetativo para posterior colheita e confecção de silagem do triticale em estágio mais avançado sem que houvesse prejuízos produtivos e nutricionais.

Avaliando silagens de diferentes forrageiras hibernais, Horst et al. (2018) concluíram que a cevada e o triticale foram os materiais capazes de melhor conservar suas características bromatológicas após a ensilagem. Outro ponto de destaque é sua maior capacidade em manter seus níveis nutricionais conforme avanço da maturação fisiológica (MENDOZA-ELOS et al. 2011), aumentando a janela de manejo.

Na Tabela 1 é apresentado a composição químico-fermentativa e a produção de ácidos orgânicos de silagens de triticale colhidas em diferentes idades. O consenso entre os autores destes estudos é que a confecção da silagem próximo aos 100 dias após semeadura (DAS) seria o mais indicado.

No entanto, com uma variação de ~10 dias no período indicado pelos autores ainda ocorre adequado processo fermentativo, afirmação que pode ser sustentada pelos baixos valores de pH e maiores concentrações de ácido lático dentro desse espaço do tempo. Salienta-se que com baixos índices de pH há ampla redução na capacidade de proliferação de microrganismos indesejáveis (KELES et al., 2014; GONZÁLEZ-ALCÁNTARA et al., 2020). A oportunidade de obter silagem de qualidade dentro de um intervalo de dias também deve ser pautado, pois, esta característica da



cultura possibilita reduções de riscos advindos de intempéries climáticas no momento da colheita (HARPER et al., 2017).

Tabela 1. Composição químico-fermentativa e ácidos orgânicos (% MS) de silagens de triticale colhidas com diferentes idades.

Autores	Corte DAS	Composição químico-fermentativa						Ácidos orgânicos		
		MS	PB	FDN	FDA	pH	NH ₃	Acético	Butírico	Lático
OLIVEIRA et al., 2010	73	13,5	13,7	62,8	42,7	5,5	17,4	7,05	0,30	0,97
	80	17,3	14,2	65,7	42,7	4,5	17,6	5,08	0,45	4,98
	87	24,7	13,7	62,1	42,2	4,0	8,9	2,18	0,08	6,50
	94	18,4	12,8	62,0	42,1	3,7	11,4	3,60	0,08	12,05
	101	29,2	11,4	61,3	37,8	4,3	13,8	1,93	0,13	6,90
LOPES et al., 2008	83	18,9	17,2	53,9	34,1	4,4	19,9	6,10	0,15	8,63
	90	18,8	15,2	65,9	39,6	4,8	27,0	7,60	0,88	4,20
	97	21,0	15,7	57,7	36,3	3,8	11,2	3,30	0,15	8,83
	104	27,7	14,4	54,9	34,4	3,6	5,9	1,80	0,10	8,13
	111	23,9	13,2	52,5	35,3	3,6	9,9	2,15	0,03	8,30
	118	27,3	12,8	48,2	29,4	3,7	13,2	1,90	0,00	7,13

DAS: dias após semeadura; MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; FDA: fibra insolúvel em detergente ácido; pH: potencial hidrogeniônico; NH₃: nitrogênio amoniacal.

Alguns valores referentes à composição bromatológica da silagem de triticale colhida em diferentes regiões do mundo estão listados na Tabela 2. Analisando os teores de proteína bruta nota-se que em todos os casos elas foram superiores a 7%, sendo esse o nível mínimo dietético para que haja adequado desenvolvimento das bactérias ruminais (VAN SOEST, 1994). Destaca-se o teor de proteína bruta relatado por HARPER et al. (2017) em pré-secado colhido em estágio vegetativo (17,3%), evidenciando que neste momento as plantas se encontram com ótimos níveis desse nutriente, mas o qual tende a ser substituído por compostos fibrosos com o avanço da maturação (DOCHWAT et al., 2020).

Observa-se que as maiores variações entre as silagens de triticale e de milho, a qual é tida como padrão, ocorrem nos componentes fibrosos, contudo, essa tendência não deve ser considerada negativa, já que muitos estudos têm comprovado superioridade na digestibilidade da FDN de forragens de inverno em comparação com outras. Harper et al. (2017) avaliaram a cinética de degradação da FDN da silagem



de milho, triticale e trigo, e observaram que a degradabilidade efetiva (DE) da FDN da silagem de triticale foi superior às demais (40,8%). Ao avaliar a digestibilidade da FDN de silagem de diferentes culturas hibernais, Emile et al. (2007) descreveram valores médios de 38,2%, 45,6%, 49,5% e 49,8% para cevada, centeio, trigo e triticale respectivamente, com cultivares de triticale atingindo valores de 55,1% de digestibilidade da FDN nesse mesmo estudo. A digestibilidade da fração fibrosa da planta está intimamente relacionada com sua concentração de lignina, e as gramíneas hibernais possuem baixa participação de lignina na FDN quando comparadas com leguminosas p, ex., (BUXTON e REDFEARN, 1997; BUMBIERIS JUNIOR et al., 2011).

Tabela 2. Composição bromatológica de silagens de triticale de diferentes regiões em comparação com silagem de milho

Autores	Local	Estádio de colheita	Parâmetros				
			MS	PB	FDN	FDA	LIG
BUMBIERIS JUNIOR et al.,	França	Grão	22,4	7,75	68,6	41,4	4,3
HARPER et al., 2017	EUA	Vegetativo	30,7	17,3	51,1	32,9	3,4
LEHMEN et al., 2014	Brasil	Grão	34,0	7,9	56,5	22,3	-
SILVA E OLIVEIRA et al.,	Brasil	-	29,2	11,4	61,3	37,8	-
FONTANELI et al., 2009	Brasil	Grão	35,2	9,30	63,4	33,9	-
LOPES et al., 2008	Brasil	-	27,3	12,8	38,2	29,4	-
EMILE et al., 2007	França	Grão leitoso	32,3	7,3	56,4	-	8,3
Silagem de milho (NRC, 2001)			35,1	8,80	45,0	28,1	2,6

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; LIG: lignina.

Os dados apresentados neste tópico são valiosos no tocante ao estímulo da pesquisa voltada ao melhoramento do triticale, pois, está evidenciado que está forrageira proporciona versatilidade de uso e manejo, bom valor nutricional, fração fibrosa de alta digestibilidade, além de ser adaptável em áreas de solo de condições limitadas.

8.4 Uso de grãos de triticale na alimentação de ovinos

Os grãos de triticale podem ser utilizados na alimentação animal como ingrediente energético de rações na forma de grãos secos, grãos destilados secos (DDG), conservados na forma de grãos úmidos (McGOVERIN et al., 2011; HE et al., 2020; BUMBIERIS JUNIOR et al., 2020a, BUMBIERIS JUNIOR et al., 2020b), e



raramente são utilizados em processamento de pães, biscoitos e massas para alimentação humana, devido à baixa resistência do glúten e alta atividade de alfa-amilase (KOUTROUBAS et al., 2016). O triticales se apresenta como cereal intermediário na produção alternativa de compostos bioativos – fenólicos, taninos condensados, etc. – comparado ao trigo e centeio, e cultivares mais atuais de triticales são competitivas na produção de bioetanol a partir dos grãos (MCGOVERIN et al., 2011).

Na produção animal o uso de alimentos alternativos que substituam total ou parcialmente os tradicionais, podem contribuir com a redução de custos de alimentação, como as silagens de grãos úmidos p, ex., que apresentam como vantagem a colheita antecipada dos grãos e incremento na digestibilidade do alimento por meio do processo de fermentação (JOBIM et al., 2003). O triticales além de ser uma importante alternativa agrícola para cultivo no inverno e ingrediente energético substituto de rações, pode ser conservado na forma de silagem de grãos úmidos ou reidratados (BUMBIERIS JUNIOR et al., 2011; BUMBIERIS JUNIOR et al., 2020 a; PIEPER et al., 2011).

A produtividade de grãos do triticales é similar à da aveia (SALCEDO et al., 2014), e apresenta considerável composição nutricional, seja seco ou ensilado (Tabela 3). Os teores de matéria seca variam entre 85 a 95%, proteína bruta entre 9 a 20 % (MCGOVERIN et al., 2011), com valor biológico da proteína maior do que a do trigo e centeio, sendo este nutriente correlacionado positivamente com a lisina (HEGER et al., 1991), aminoácido limitante na maioria dos cereais (VILLEGAS et al., 1970). A inclusão de grãos de triticales também pode contribuir com a redução do percentual de farelo de soja na dieta, devido aos teores de lisina, porém o menor teor de energia do grão, pode limitar a conversão alimentar (SULLIVAN et al., 2007). O teor de amido encontrado nos grãos de triticales varia entre 66 a 73% (MCGOVERIN et al., 2011; DENNETT et al., 2012) com alterações no conteúdo de amilose entre 12 a 35%, valores menores que os encontrados no trigo e no centeio (DENNETT et al., 2009).



Tabela 3. Composição bromatológica de grãos secos e silagens de grãos úmidos e reidratado de triticales

Nutrientes ¹	Grãos secos			Silagem de grão úmido			Silagem de grão reidratado ³		
							35%	25%	35% inoculante
MS	96,6	85,9	87,0	68,7	56,6	66,8	64,9	74,2	65,1
PB	14,3	13,0	12,8	17,3	12,9	15,7	12,7	12,5	12,5
FB	3,40	2,70	2,80	-	3,54	2,80	2,50	2,50	2,70
EE	2,16	2,10	1,80	1,60	1,90	2,00	1,90	1,70	1,80
pH	-	-	-	4,50	4,50	-	3,90	6,50	3,90
Amido	-	67,0	67,2	-	-	57,5	61,2	65,6	62,0
Autores ²	1	2	3	4	5	6	7	7	7

¹MS= matéria seca, PB= proteína bruta; FB= fibra bruta; EE= extrato etéreo; ²Autores:1= Oliveira et al. (2007); 2= Hackl et al. (2010); 3= Pieper et al. (2011); 4= Bumbieris Junior et al. (2020 a); 5= Bumbieris Junior et al. (2020 b); 6= Hackl et al. (2010); 7= Pieper et al. (2011).

³Nível de umidade da reidratação

A composição químico-fermentativa da silagem de grão úmido e reidratado de triticales se apresenta com valores consideráveis que o caracterizam como um alimento potencial para sua conservação e boa qualidade da silagem (Tabela 3). Os teores de MS encontrados em alguns estudos variam entre 57 a 68% para silagens de grãos úmidos de triticales, enquanto que para grãos reidratados apresentaram teores de 64 a 74% de MS, valores estes considerados adequados para boa fermentação e conservação de grãos de cereais ensilados (FERNANDES et al., 2021; GOMES et al., 2020). Quanto aos percentuais de PB, os valores se apresentam entre 12 a 17%, com conteúdo de fibra bruta (FB) de 2,8 a 3,5%, e amido em torno de 57 a 65,6%. A silagem de grãos úmidos de triticales, segundo Bumbieris Junior et al. (2020) favorece a degradabilidade da PB, devido à ação dos ácidos no processo de fermentação com melhora da degradabilidade efetiva do alimento.

Os valores de pH das silagens encontrados pelos autores mencionados foram de 3,90 a 4,50, considerados adequados e que representam uma silagem de boa qualidade fermentativa (Tabela 3). Para Pieper et al. (2011) a reidratação do grão de triticales a 25% de umidade desfavoreceu a atividade das bactérias ácido lácticas



durante a fermentação dos grãos, enquanto que valores mais altos de umidade utilizados na reidratação dos grãos influenciaram nos teores de amido. Foram obtidos menores valores de amido e quebra de polissacarídeos não amiláceos com umidade mais alta de reidratação.

A silagem de grãos de cereais armazenada por longos períodos requer um conteúdo de MS de pelo menos 85% no grão, se menor, o uso de inoculantes microbianos durante a ensilagem pode servir como uma alternativa. Além disso, a técnica de ensilagem dos grãos de cereais pode influenciar positivamente o aspecto nutricional dos grãos (HACKL et al., 2010). As silagens de grãos de tritcale podem ser melhoradas para os aspectos de conservação com uso de aditivos químicos ou enzimo-bacterianos, desde a fermentação dentro do silo e da estabilidade aeróbia durante a utilização, bem como o valor nutricional da silagem (BUMBIERIS JUNIOR et al., 2020 a, b).

Na alimentação de ovinos, a silagem de grão úmido de tritcale com diferentes aditivos químicos e biológicos foi testada quanto a degradabilidade ruminal da MS e PB (BUMBIERIS JUNIOR et al., 2020b). Neste estudo, os autores descreveram que a silagem de grão úmido acrescida de ureia melhorou a degradabilidade efetiva da MS e aumentou a fração solúvel da PB. Enquanto que a silagem inoculada com aditivo enzimo-bacteriano reduziu a degradabilidade ruminal de PB e acelerou a taxa de passagem da MS e PB. Esse comportamento de degradabilidade reduzida dos nutrientes pode fornecer uma maior concentração de aminoácidos que serão absorvidos no intestino.

As silagens de grãos de tritcale para ovinos são uma estratégia alimentar à dieta tradicional a base de farelo de milho e de soja. Cordeiros confinados com média de peso de 20,05 kg foram alimentados com silagem de grão úmido de tritcale produzida com diferentes aditivos (Tabela 4). Os cordeiros alimentados com essas silagens apresentaram ganho de peso médio de 210 g dia⁻¹, conversão alimentar média de 4,42, peso médio final de 28,8 kg e escore de condição corporal final de 2,71 (BUMBIERIS JUNIOR et al., 2020a). Com base nos resultados obtidos, os autores relataram que o desempenho dos cordeiros foi compatível com os valores estimados pelo NRC (2007). Contudo, as silagens preparadas com uso de aditivos não influenciaram no consumo de nutrientes e no desempenho produtivo dos cordeiros.



Quanto aos parâmetros de ruminação e comportamento ingestivo dos cordeiros confinados (Tabela 4), o fornecimento da silagem de grão úmido de triticale com e sem aditivos não influenciou no tempo de ruminação, mastigação e ingestão dos cordeiros. Esses resultados podem indicar, segundo os autores, que a silagem de grão úmido de triticale é uma alternativa para ser utilizado como um concentrado energético na engorda de cordeiros, sem qualquer perda de aceitabilidade pelo animal ou dificuldades na alimentação (BUMBIERIS JUNIOR et al., 2020a).

Tabela 4. Desempenho de cordeiros alimentados com silagens de grão úmido de triticale com diferentes aditivos na ensilagem

Parâmetros ¹	Controle	Ureia	Benzoato de sódio	Inoculante enzimo-bacteriano
CMS	3,497	3,731	3,718	3,885
CPB	0,454	0,518	0,491	0,501
GMD	200	200	220	210
CA	4,19	4,47	4,35	4,67
PC final	28,30	28,18	29,75	28,90

¹Parâmetros de desempenho produtivo avaliados sem diferença estatística ($P > 0,05$) entre os tratamentos. CMS= consumo de MS (kg dia^{-1}); CPB= consumo de proteína bruta (kg dia^{-1}); GMD= ganho de peso médio diário (g dia^{-1}); CA= conversão alimentar (kg de MS GMD^{-1}); PC= peso corporal.

Fonte: Adaptado de Bumbieris Junior et al. (2020a)

Em outro estudo, Bumbieris et al. (2021) pesquisaram os efeitos de aditivos químicos e biológicos em silagens de grãos úmidos de triticale sobre a composição química, estabilidade aeróbia, digestibilidade *in vivo* e comportamento ingestivo de ovinos. Quanto a composição química, a adição de ureia como aditivo proporcionou aumento da PB e nitrogênio amoniacal da silagem, devido ser uma fonte de nitrogênio não proteico e pela sua solubilização, mas a digestibilidade e comportamento ingestivo dos ovinos não foram influenciados. Dessa forma, os autores destacaram que a adição de ureia pode ser utilizada para aumentar os teores de PB na silagem de grão úmido de triticale.



O consumo de fibra dos ovinos foi maior para as silagens com a adição do aditivo enzimático-bacteriano, o que pode não estar diretamente relacionada ao tratamento, porém, é possível que as bactérias presentes no inoculante tenham alterado o ambiente ruminal, permitindo maior consumo. A digestibilidade dos nutrientes não foi afetada pela adição dos aditivos, com valores de digestibilidade da MS compatíveis com a silagem de grão úmido de milho e sorgo. O comportamento ingestivo dos ovinos não foi influenciado pelo fornecimento de silagens com uso de aditivos. Os ovinos demonstraram média de 80,62 números de mastigações por segundos com duração de 57,70 segundos por ciclo. O tempo médio gasto com a ingestão de sólidos pelos ovinos foi de 54,69 min/dia, ruminação em pé e deitado com 6,56 e 142, 58 min/dia, respectivamente (BUMBIERIS et al., 2021).

A silagem de grão úmido de triticale, segundo Bumbieris Junior et al. (2020a), pode ser considerada um alimento alternativo para cordeiros confinados, sem a necessidade de uso outros concentrados na dieta, visando ganhos moderados de peso, sem perdas no desempenho ou de comportamento ingestivo. No entanto, apesar da redução de custos e de uso de concentrados, atenção deve ser dada à qualidade da ensilagem desde o processo de colheita até a ensilagem, como exemplo, o uso de aditivos que proporcionem perfis químicos-fermentativos adequados e/ou melhoria da qualidade nutricionais e de estabilidade aeróbica das silagens (BUMBIERIS et al., 2021).

8.5 Considerações nutricionais sobre o uso do triticale para ovinos

Apesar de cultivarmos uma modesta área de triticale, quase que a totalidade é destinado a alimentação animal, sobretudo na forma de pastagem (NASCIMENTO JUNIOR et al., 2004). A região extremo sul do Mato Grosso do Sul e São Paulo, mas principalmente os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul – com exceção de suas regiões litorâneas – dispõe de condições ambientais próprias para o cultivo do triticale, e por isso detém a maioria da área cultivada no Brasil.

Durante o período de inverno é quando os produtores de ovinos atravessam as maiores dificuldades em relação a alimentação do seu rebanho, pois nessa época o preço do milho – principal cereal utilizado na dieta de ruminantes – é historicamente mais alto e a disponibilidade de forragem é menor. Isso torna o triticale



uma excelente alternativa não apenas econômica, já que seu grão tem de 3 a 4% mais proteína que o milho, permitindo contrabalancear a concentração de fontes proteicas mais tradicionais. Fulkerson et al. (2008) também observaram maior concentração energética nos grãos de triticales em relação a aveia e trigo durante o período do outono (10,8 contra 10,4 e 10,5 MJ kg de MS⁻¹, respectivamente) e inverno (11,2 contra 10,9 e 10,7 MJ kg de MS⁻¹, respectivamente).

Moeinoddini et al. (2017) observaram que o desempenho de bezerros alimentados com uma dieta com 25% de substituição de milho por triticales, isso é 48% de milho mais 16% de triticales, foi similar ao daqueles alimentados com a dieta controle – 64% de milho e sem triticales. Em revisão, Offner et al. (2003) descreveram maiores frações solúveis e taxas de degradabilidade efetiva do amido do triticales em comparação ao amido do milho sob inúmeros processamentos. Em estudo semelhante, Krieg et al. (2017) não observaram diferenças na degradabilidade potencial entre o amido do triticales com o da cevada e do centeio, mas notaram maior ($P < 0,05$) fração solúvel a favor do triticales. Em termos nutricionais, isso também deve ser levado em consideração em dietas com baixas concentrações de FDN_{fe}, já que esse padrão de amido pode promover mais facilmente quedas bruscas do pH ruminal pós-prandial, levando os animais a quadros de acidose ruminal subaguda (ARSA).

Apesar desses bons resultados observados com uso de grãos, na maioria dos casos o triticales é usado na alimentação de ovinos como fonte volumosa, seja com forragem verde ou silagem, pois permite alto consumo em relação ao peso corporal animal por apresentar elevado conteúdo energético e fibra de alta digestibilidade. Emile et al. (2007) observaram que a digestibilidade da FDN da forragem de quatro cultivares de triticales (Calao, Carnac, Inradi34 e Lasko) foram superiores à da cevada, centeio e trigo. Os autores também descreveram maior energia líquida de lactação (UFL) para essas forragens em comparação com as forragens hibernais mais tradicionais.

Em ensaios *in vitro*, Henz et al. (2020) avaliaram níveis de substituição da silagem de sorgo por silagem de triticales e observaram efeito linear crescente para taxa de degradação dos carboidratos não-fibrosos e produção de gás assintótica dos carboidratos fibrosos conforme aumento na proporção da silagem de triticales, comprovando que o incremento dessa fonte pode ser benéfico em condições reais de alimentação.



8.6 Perspectivas da pesquisa sobre o triticale no Brasil

Como já visto, a região Sul do Brasil tem condições adequadas para o cultivo de cereais de estação fria, mas sob um olhar cético, existe grande quantidade de área já incorporada ao processo produtivo subutilizada ou não utilizada, o que abre espaço para melhorar aquelas áreas já cultivadas e também para promover sua implantação naquelas áreas onde não se tem essa tradição de cultivo. Estima-se que a ociosidade de áreas durante o inverno na região Sul do Brasil ultrapasse 6 milhões de hectares (IBGE, 2021), já considerando a área destinada ao cultivo da segunda safra de milho e soja – onde é permitida –. E, de forma controversa, é justamente a limitação de forragem no período de inverno o maior entrave na produção de ruminantes em algumas regiões.

Posto isso e pelo elevado custo de coprodutos utilizados na formulação de dietas de ovinos, são necessárias alternativas mais viáveis e sustentáveis para o sistema produtivo, onde o triticale parece entrar como uma peça chave.

Tanto as cultivares de triticale desenvolvidas no Brasil como em qualquer outra região do Mundo, tem como principal destino a alimentação animal. Graças ao melhoramento sobre a qualidade intrínseca da planta e dos grãos, os cultivares de triticale atuais são portadores de enorme rusticidade, capacidade de produção e valor nutricional. De modo geral, a adaptabilidade do triticale às condições de cultivo no Sul do Brasil depende da resistência às principais doenças – manchas foliares, ferrugem das folhas e à giberela ou fusariose da espiga – (NASCIMENTO JUNIOR et al., 2004).

O trabalho de melhoramento genético vem desenvolvendo cultivares melhor adaptadas e superiores agronomicamente àquelas existentes. Entre as características mais buscadas, e sem dúvida a mais trabalhosa e desafiadora para as novas cultivares, destaca-se a resistência à giberela, para que conseqüentemente possamos evoluir e obter um cereal com menores níveis de micotoxinas, principalmente DON – desoxinivalenol –. Avanços significativos já foram alcançados durante os últimos 30 anos de intenso trabalho com cruzamentos e seleção de plantas. Entre as cultivares desenvolvidas pela EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – com maior tolerância à giberela, podem ser citadas: BRS 203 (2001), BRS Minotauro (2005), BRS Saturno (2010), BRS Surubim (2018) e BRS Zênite



(2021), sendo que, devido ao melhor agrupamento de características superiores, apenas as três últimas destas cultivares possuem sementes certificadas disponíveis no mercado em 2021. A melhor tolerância à giberela e a produtividade de grãos definiram o posicionamento pelo obtentor e pelo mercado. Rostagno (2017) frisa ainda que concomitantemente a resistência às doenças, os novos cultivares devem possuir bom valor nutricional, pensando justamente na alimentação animal.

Ressaltamos ainda que o triticales tem despertado interesse também para produção de biocombustível (etanol amiláceo), pois apresenta rendimento superior a outros cereais de inverno, tanto em produtividade de grãos como em teor de amido, necessário para transformação em etanol. Grande esforço está sendo realizado tanto pelo setor público quanto pelo setor privado para a efetivação da produção de etanol a partir de triticales, principalmente no estado do Rio Grande do Sul. Para tanto, todas as cultivares disponíveis estão sendo avaliadas quanto aos teores de amido, devendo ser condizentes com as necessidades das indústrias de etanol, ou seja, com valores de amido superiores a 55% do grão, tendo como meta de médio prazo atingir teores superiores a 60%. Com esses valores seria possível produzir até 400 litros de etanol por tonelada de grãos (OBUCHOWSKI et al., 2010).

É esperado que devido ao alto custo de produção de milho, aliado a possibilidade de produção de etanol amiláceo, crie-se um interesse maior pelo triticales, tanto pela indústria de etanol e de rações, e como consequência, pelos produtores. Esse tipo de aprimoramento genético, por mais que com vistas em outro objetivo, deve aumentar a demanda por triticales também para uso na alimentação animal, já que o amido é a principal fonte de energia disponível pela planta.

8.7 Considerações finais

Mesmo que a região sul do Brasil apresente solidez no cultivo e utilização de cereais hibernais e satisfatório resultado de desempenho animal em pastejo sobre essas forrageiras, ainda se observa espaço para o cultivo delas com intuito de colheita e armazenamento na forma de silagem ou silagem pré-secada. Neste aspecto, o triticales apresenta-se como alternativa para suprir essa demanda devido seu alto rendimento de biomassa e grãos, resistência a doenças, tolerância à seca, sistema radicular profundo, e pelo seu valor nutricional corriqueiramente



superior às demais forrageiras de inverno, sobretudo no aspecto de digestibilidade da fibra e valor proteico do grão.

O triticale é mais eficiente em relação ao uso de nutrientes do solo, tolera mais os estresses ambientais e pragas em comparação aos cereais de inverno mais tradicionais. Os avanços no melhoramento genético tornaram o triticale uma cultura atrativa e viável em diversas regiões do mundo. As variedades modernas de triticale possuem maior rendimento de biomassa e grãos em comparação com àquelas vistas anos atrás, sendo inclusive, adaptadas à manejos com duplo-propósito. Esses atributos associados mostram que as então perspectivas sobre o uso dessa forrageira devem ser postos em prática para quiçá voltarmos a pairar no cenário mundial como referência na produção e utilização de triticale para alimentação animal.

Até agora a disseminação do triticale no Brasil foi abafada por motivos que não o valor intrínseco da cultura. A restrição regional e política tem levado algumas instituições de pesquisa de melhoramento a se dedicarem a culturas com maior demanda de mercado, como o trigo. No entanto, esforços futuros devem ser concentrados no desenvolvimento de variedades de triticale para a produção de forragem, haja vista que os resultados existentes são bastante promissores.

REFERÊNCIAS

- BAIER, A.C. **Uso potencial do triticale para silagem**. Passo Fundo: EMBRAPA – CNPT, 1997. 36p. (EMBRAPA – CNPT. Documentos, 38).
- BUMBIERIS JUNIOR, V.H., DE PIETRO GUIMARÃES, V.A., DE AZAMBUJA RIBEIRO, E.L., DAS DORES FERREIRA DA SILVA, L., JOBIM, C.C., MIZUBUTI, I.Y., CAMILO, I.M., GRANDIS, A.F., ZANIN, E. Productive performance of lambs fed with high-moisture triticale grain ensiled with different additives. **Canadian Journal of Animal Science**, 100(2), 323-329, 2020a.
- BUMBIERIS JUNIOR, V.H., EMILE, J.C., JOBIM, C.C., ROSSI, R.M., HORST, E.H., NOVAK, S. Performance and milk quality of cows fed triticale silage in monoculture or intercropped with oats and / or legumes. **Scientia Agricola**, 78(2), 1-7, 2021.
- BUMBIERIS JUNIOR, V.H., JOBIM, C.C., EMILE, J.C., ROBSON, R., JUNIOR, M.C., BRANCO, A.F. Degradabilidade ruminal e fracionamento de carboidratos e proteínas em silagens de triticale em cultivo singular ou em misturas com aveia e/ou leguminosas. **Semina - Ciências Agrárias**, 32(2), 759-770, 2011.



BUMBIERIS JUNIOR, V.H., ROSSI, R.M., HORST, E.H., PARANZINI, M.D., DE PIETRO GUIMARÃES, V.A., PRADO-CALIXTO, O.P., DA SILVA, F.D.L., RIBEIRO, A.L.E., MIZUBUTI, Y.I., JUNIOR, F.L.M. Ruminal degradability value of high moisture triticale (*X. Triticosecale Wittmack*) silage with chemical and biological additives. **Sêmia - Ciências Agrárias**, 4 (5supl1), 2391-2400, 2020b.

BUMBIERIS-JUNIOR, V.H., HORST, H.E., PARANZINI, D.M., CALIXTO, O.P.P., RIBEIRO, L.A.E., DA SILVA, D.F.L., MIZUBUTI, Y.I., JOBIM, C.C., NEUMANN, M. Chemical and biological additives in high moisture triticale silages: Nutritional value and ingestive behavior in sheep. **Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias (Aceito)**.

BUXTON, D.R., REDFEARN, D.D. Plant limitations to fiber digestion and utilization. **Journal of Nutrition, Philadelphia**, 127, 814-818, 1997.

CARMAN, E. Rural topics. Rural New Yorker, 30 August. 1884.

CELIS-ÁLVAREZ, M.D., LÓPEZ-GONZÁLEZ, F., MARTÍNEZ-GARCÍA, C.G., ESTRADA-FLORES, J.G., ARRIAGA-JORDÁN, C.M. Oat and ryegrass silage for small-scale dairy systems in the highlands of central Mexico. **Tropical Animal Health and Production**, 48(6), 1129–1134, 2016.

DAWSON, L.E.R. The effect of inclusion of lupins/triticale whole crop silage in the diet of winter finishing beef cattle on their performance and meat quality at two levels of concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, 171(2), 75-84, 2012.

DENNETT, A., TRETOWAN, R. The influence of dual-purpose production on triticale grain quality. **Cereal Research Communications**, 41(3), 448-457, 2013.

DENNETT, A.L., SCHOFIELD, P.R., ROAKE, J.E., HOWES, N.K., CHIN, J. Starch swelling power and amylose content of triticale and *Triticum timopheevii* germplasm. **Journal Cereal Science**, 49(3), 393–397, 2009.

DOCHWAT, A., NEUMANN, M., STADLER JUNIOR, E.S., VENANCIO, B. J., SILVA, E.P., PONTAROLO, G.B., SOUZA, A.M., GALBEIRO, S., FAVARO, J.L. Production and nutritional quality of ryegrass forage grown in different population stands under successive cuts. **Semina - Ciências Agrárias**, 41(4), 1291-1306, 2020.

EMILE, J.C., JOBIM, C.C., SURAULT, F., BARRIÈRE, Y. Genetic variations in the digestibility in sheep of selected whole-crop cereals used as silages. **Animal**, 1(8), 1122–1125, 2007.

FERNANDES, J., DA SILVA, É.B., DE ALMEIDA CARVALHO-ESTRADA, P., DANIEL, J. L. P., NUSSIO, L.G. Influence of hybrid, moisture, and length of storage on the



fermentation profile and starch digestibility of corn grain silages. **Animal Feed Science and Technology**, 271, 114707, 2021.

FONTANELI, R.S., FONTANELI, R.S., SANTOS, H.P., NASCIMENTO JUNIOR, A., MINELLA, E., CAIERÃO, E. Yield and nutritive value of dual-purpose winter cereals: green forage, silage or grain. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38(11), 2116-2120, 2009.

FULKERSON, W.J., HORADAGODA, A., NEAL, J.S., BARCHIA, I., NANDRA, K.S. Nutritive value of forage species grown in the warm temperate climate of Australia for dairy cows: Herbs and grain crops. **Livestock Science**, 114(1), 75-83, 2008.

GOMES, A.L., BUENO, A.V., JACOVACI, F.A., DONADEL, G., FERRARETTO, L.F., NUSSIO, L.G., JOBIM, C.C., DANIEL, J.L. Effects of processing, moisture, and storage length on the fermentation profile, particle size, and ruminal disappearance of reconstituted corn grain. **Journal of Animal Science**, 98(11), 332-342, 2020.

GÓMEZ-MIRANDA, A., ESTRADA-FLORES, J.G., MORALES-ALMARAZ, E., LÓPEZ-GONZÁLEZ, F., FLORES-CALVETE, G., ARRIAGA-JORDÁN, C.M. Barley or black oat silages in feeding strategies for small-scale dairy systems in the highlands of Mexico. **Canadian Journal Animal Science**, 100(2), 221–227, 2020.

GONZÁLEZ-ALCÁNTARA, F.J., ESTRADA-FLORES, J.G., MORALES-ALMARAZ, E., LÓPEZ-GONZÁLEZ, F., GÓMEZ-MIRANDA, A., VEGA-GARCÍA, J.I., ARRIAGA-JORDÁN, C.M. Silagem de triticale de cultivo integral para vacas leiteiras pastando azevém perene (*Lolium perenne*) ou festuca alta (*Lolium arundinaceum*) em sistemas leiteiros de pequena escala durante a estação seca nas terras altas do México. **Saúde e Produção de Animais Tropicais**, 52, 1903–1910, 2020.

HARPER, M.T., OH, J., GIALLONGO, F., ROTH, G.W., HRISTOV, A.N. Inclusion of wheat and triticale silage in the diet of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 100(8), 6151-6163, 2017.

HENZ, É.L., DA SILVA, L.D.D.F., BUMBIERIS JUNIOR, V.H., MASSARO JUNIOR, F.L., ZANIN, E., DE ARRUDA, M.C.G. Evaluation and characterization of triticale silage (*x. Triticosecale wittmack*) to replace *Sorghum bicolor* (L.) Moench (*S. vulgare* Pers.) silage as feed for beef cattle. **Semina: Ciências Agrárias**, 41(1), 335-344, 2020.

HORST, E.H., NEUMANN, M., DOS SANTOS, J.C., MAREZE, J., MIZUBUTI, I.Y., BUMBIERIS JÚNIOR, V.H. Fiber composition and degradability of cold season green



forage and pre-dried silage harvested at pre-flowering. **Semina: Ciências Agrárias**, 38(4), 2041-2049, 2017.

HORST, E.H., NEUMANN, M., MAREZE, J., LEÃO, G.F.M., BUMBIERIS JÚNIOR, V.H., MENDES, M.C. Nutritional composition of pre-dried silage of different winter cereals. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, 40, 2018.

KELES, G., KURTOGLU, V., DEMIRCI, U., ATES, S., CANATAN, T., KAN, M. GUNES, A. Conservation characteristics of triticale-Hungarian vetch silage ensiled with homo-fermentative or hetero-fermentative lactic acid bacteria in jars. **Animal Nutrition and Feed Technology**, 14(1), 69–79, 2014.

KETTERINGS, Q.M., ORT, S., SWINK, S.N., GODWIN, G., KILCER, T., MILLER, J., VERBETEN, W. Winter cereals as double crops on corn rotations on New York dairy farms. **Journal of Agricultural Science**, 7(2), 18-25, 2015.

KRIEG, J., SEIFRIED, N., STEINGASS, H., RODEHUTSCORD, M. In situ and in vitro ruminal starch degradation of grains from different rye, triticale and barley genotypes. **Animal**, 11(10), 1745-1753, 2017.

LEÃO, G.M., JOBIM, C.C., NEUMANN, M., DOS SANTOS, S.K., HORST, E.H., DOS SANTOS, L.C. Aspectos produtivos e nutricionais de cereais de inverno em regimes de corte para ensilagem. **Archivos de Zootecnia**, 68(262), 128-136, 2019.

LEHMEN, R.I., FONTANELI, R.S., FONTANELI, R.S., SANTOS, H.P. Yield, nutritive value and fermentative parameters of winter cereals silages. **Ciência Rural**, 44(7), 1180-1185, 2014.

LOPES, F.C.F., SILVA E OLIVEIRA, J., LANES, E.C.M., DUQUE, A.C.A., RAMOS, C.R. Nutritional value of triticale (X *Triticosecale* Wittmack) for ensiling in Zona da Mata - Minas Gerais State, Brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 60(6), 1484-1492, 2008.

MCGOVERIN, C.M., SNYDERS, F., MULLER, N., BOTES, W., FOX, G., MANLEY, M. A review of triticale uses and the effect of growth environment on grain quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 91(7), 1155-1165, 2011.

MENDOZA-ELOS, M., CORTEZ-BAHEZA, E., RIVERA-REYES, J.E., RANGELLUCIO, J.Á., ANDRIO-ENRÍQUEZ, E., CERVANTES-ORTIZ, F. Data and planting density on the production and quality seed the triticale (X *Triticosecale* Wittmack), **Agronomía Mesoamericana**, 22, 309–316, 2011.



- MOEINODDINI, H.R., ALIKHANI, M., AHMADI, F., GHORBANI, G.R., REZAMAND, P. Partial replacement of triticale for corn grain in starter diet and its effects on performance, structural growth and blood metabolites of Holstein calves. **Animal**, 11(1), 61-67, 2017.
- MUNDSTOCK, C.M. **Cultivo dos cereais de estação fria: trigo, cevada, aveia, centeio, alpiste e triticale**. Porto Alegre, Brazil, NBS. 1983.
- NADEAU, E. Effects of plant species, stage of maturity and additive on the feeding value of whole-crop cereal silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 87(5), 789-801, 2007.
- NASCIMENTO JUNIOR, A., BAIER, A.C, TEIXEIRA, M.C., WIETHOLTER, S. Triticale in Brazil, **In...** Triticale Improvement and Production, ed. By Mergoun M and Gomez-Macpherson H. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 2004.
- OBUCHOWSKI, W., BANASZAK, Z., MAKOWSKA, A. AND ŁUCZAK, M. Factors affecting usefulness of triticale grain for bioethanol production. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 90(14), 2506-2511, 2010
- OFFNER, A., BACH, A., SAUVANT, D. Quantitative review of in situ starch degradation in the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, 106(1-4), 81-93, 2003.
- ROSTAGNO, H.S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4. ed., Viçosa: UFV, 488 p. 2017.
- SILVA E OLIVEIRA, J., LANES, E.C.M., LOPES, F.C.F., ALMEIDA, E.J.D., CARMO, S.G. Nutritional value of the forage, fermentation patterns and silage quality of triticale (X Triticosecale Wittmack) at six cutting ages. **Ciência e Agrotecnologia**, 34(3), 1-8, 2010.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca, New York: Cornell University, 1994. 476p.
- ZHU, F. Triticale: Nutritional composition and food uses. **Food Chemistry**, 241(1), 468–479, 2018.