



## Degradabilidade da fibra em detergente neutro da silagem de milho *Snaplage*

André Heckel Comunello<sup>1</sup>, Bruno José Dani Rinaldi<sup>1</sup>, Vanessa Peripolli<sup>2</sup>, Betina Raquel Cunha dos Santos<sup>2</sup>, Elizabeth Schwegler<sup>2</sup>, Andressa Fernanda Campos<sup>2</sup>

**RESUMO:** O estudo avaliou a composição da fração fibrosa, além da degradação potencial e efetiva da fibra em detergente neutro (FDN) de silagens de milho (*Zea mays*) planta inteira e *snaplage*, utilizando análises laboratoriais por espectroscopia de infravermelho próximo (NIRS). Foram elaboradas silagem de milho planta inteira (SPI) e silagem *snaplage* (SS), armazenadas por 112 dias em mini silos experimentais, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos e seis repetições (n=12). Após o armazenamento, as silagens foram analisadas por NIRS. A concentração de matéria seca (MS) foi maior para SS (P<0,01), 50,9%, enquanto a SPI apresentou MS de 36,4%. Já as concentrações de FDN, fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram maiores na SPI (36,2; 23,3 e 2,06% MS, respectivamente) em relação à SS (17,9; 9,22 e 1,00% MS). As degradabilidades potencial (DP) e efetiva (DE) foram maiores para SS (P<0,01). A taxa de degradação (Kd, % h<sup>-1</sup>) foi diferente (P<0,01), sendo 5,29 e 5,68 para SPI e SS, respectivamente. A digestibilidade total da FDN no trato digestível total (TTFDN, % FDN) também foi maior para SS (60,12%) em comparação a SPI (51,87%). Conclui-se que a silagem *snaplage* possui menor concentração de compostos fibrosos e isso aumentou a degradabilidade da FDN.

**Palavras-chave:** análise de alimento, cinética ruminal, degradabilidade efetiva, taxa de degradação, taxa de passagem

## Neutral Detergent Fiber Degradability of Snaplage Corn Silage

**ABSTRACT:** The study evaluated the composition of the fiber fraction, as well as the potential and effective degradation of neutral detergent fiber (NDF) in whole-plant corn silage and snaplage silage, using laboratory analyses by near-infrared spectroscopy (NIRS). Whole-plant corn silage (WPCS) and snaplage silage (SS) were prepared and stored for 112 days in experimental mini-silos, arranged in a completely randomized design with two treatments and six replicates (n = 12). After storage, the silages were analyzed by NIRS. The dry matter (DM) content was higher for SS (P < 0.01), at 50.9%, while WPCS had a DM content of 36.4%. The concentrations of NDF, acid detergent fiber (ADF), and lignin were higher in WPCS (36.2%, 23.3%, and 2.06% DM, respectively) compared to SS (17.9%, 9.22%, and 1.00% DM). Potential degradability (PD) and effective degradability (ED) were higher for SS (P < 0.01). The degradation rate (Kd, % h<sup>-1</sup>) also differed (P < 0.01), being 5.29 and 5.68 for WPCS and SS, respectively. The total-tract digestibility of NDF (TTNDFD, % NDF) was also higher for SS (60.12%) compared to WPCS (51.87%). It is concluded that snaplage silage has a lower concentration of fibrous compounds, which increased NDF degradability.

**Keywords:** degradation rate, effective degradability, feed analysis, passage rate, ruminal kinetics

## INTRODUÇÃO

Dentro dos sistemas de produção animal, a alimentação representa um dos principais fatores associados a economicidade do custo total de produção. Assim, um planejamento nutricional criterioso, fundamentado no consumo alimentar, exigências nutricionais específicas de cada categoria animal e a utilização desses nutrientes conforme a sua degradação são componentes essenciais para sustentarem níveis produtivos satisfatórios (Luz et al, 2019).

Para uma correta determinação do valor nutricional dos alimentos, além da composição bromatológica, ensaios de digestão dos nutrientes das

rações fornecem subsídios essenciais para estimar a eficiência de utilização dos nutrientes ingeridos (Van Soest, 1994;). Embora os métodos de avaliação da degradabilidade ruminal sejam utilizados desde meados do século passado (Orskov & McDonald, 1979), avanços expressivos têm sido alcançados nas últimas décadas, devido ao interesse em aumentar a precisão e reprodutibilidade das estimativas de degradação ruminal.

Nesse contexto, esforços têm sido direcionados tanto ao refinamento de técnicas laboratoriais tradicionais quanto ao desenvolvimento de abordagens mais modernas, além da maior

velocidade de obtenção de resultados para agilizar ajustes e/ou auxiliar na formulação de rações que proverão resultados mais condizentes com a produção animal esperada (Akintan et al., 2024).

Nos últimos anos, o uso da tecnologia de espectroscopia no infravermelho próximo (NIRS) tem sido proposto em propriedades pecuárias, mostrando-se promissora para a avaliação de forragens e silagens. Entre os benefícios do NIRS destacam-se a rapidez, a possibilidade de realização de múltiplas análises, o baixo volume de amostra necessário e o custo reduzido (Wilman et al., 2000). Além dessas características, o uso do NIRS tornou-se uma alternativa promissora para substituir métodos químicos tradicionais, que são mais demorados, custosos e destrutivos, permitindo análises em tempo real e redução do uso de reagentes (Paz; Silva; Rêgo, 2019).

Em aparelhos NIRS mais recentes, diferentes variáveis foram incluídas conforme a maior acurácia da relação entre nutrientes e fatores de degradabilidade de frações, com a fibra em detergente neutro (FDN) e taxa de degradação desse composto. Esses parâmetros podem determinar rapidamente a utilização daquela ração ou ingredientes específicos e estimar a produção animal.

A utilização de forragens de alta qualidade, como a silagem de milho planta inteira, na formulação de dietas para ruminantes é amplamente utilizada em território nacional, pois proporciona alto rendimento por área, adequadas características para fermentação, além de promover um alimento de qualidade aos animais (Macêdo et al., 2017).

Novas técnicas estão sendo implantadas como estratégias de melhoria em valor nutricional em silagens, com o objetivo de maximizar a concentração de amido e diminuir, consequentemente, a FDN (Daniel et al., 2019). Uma alternativa que vem sendo utilizada na alimentação de vacas leiteiras, trazendo benefícios e sendo aderida por muitos produtores é a “snaplage”, uma silagem de espiga de milho composto apenas por grãos, sabugo e palhas. Segundo Ferraretto et al (2018), a silagem *snaplage* possui alto teor de amido, refletindo maior densidade energética; baixo teor de FDN, o que implicaria em menor aporte de fibra efetiva na dieta e menor lignificação e maior digestibilidade dos nutrientes não fibrosos. Todos esses compostos influenciam diretamente na degradabilidade da porção fibrosa do volumoso da ração.

Assim, a hipótese deste estudo é que a silagem *snaplage*, devido ao seu maior teor de amido e menor concentração de FDN, apresenta maior potencial de degradação ruminal da fração fibrosa em comparação à silagem de planta inteira, podendo ser eficientemente estimada por meio do NIRS.

Este estudo teve como objetivo avaliar a composição da fração fibrosa, além da degradação potencial e efetiva da FDN de silagens de milho planta inteira e *snaplage*, utilizando análises laboratoriais por espectroscopia de infravermelho próximo (NIRS).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este experimento foi realizado no Instituto Federal Catarinense, localizado no município de Videira-SC, a 27° 1' 36.754"S e 51° 8' 42.734"W, com 750 m altitude. Como demonstra a classificação climática de Koeppen, é possível identificar que o município de Videira é classificado como CFb, caracterizado como clima úmido do tipo temperado e suas estações são bem definidas. As temperaturas médias se encontram na faixa entre 10° C e 20°C, variando de 35°C no verão a 0°C no inverno. Possui umidade relativa do ar de 80% e precipitação anual de 1.480 mm a 2.460 mm (Pandolfo et al., 2002).

O material utilizado para ensilagem foi um híbrido de milho Forseed FS533, semeado em uma área de 450 m<sup>2</sup>, em novembro de 2023. O espaçamento utilizado foi de 0,5m entre linhas com uma população de 75000 plantas/ha. O solo recebeu análise prévia e a devida correção e adubação de acordo com os métodos descritos no manual de calagem e adubação para os estados de Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2016).

A colheita foi realizada de forma manual, em março de 2024, sendo que a colheita das com as plantas inteiras foi realizada a altura de corte de 10 cm a partir do solo. Já para a ensilagem *snaplage*, apenas as espigas foram colhidas, também manualmente. Os diferentes materiais foram picados, com auxílio de um picador estacionário, para a obtenção de partículas de tamanho médio próximos a 1,0 cm.

Após o processo, foram preparados dois tratamentos SPI: Silagem de planta inteira; SS: Silagem *Snaplage*, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos e seis repetições, totalizando 12 unidades experimentais.

Para a ensilagem, foram utilizados silos experimentais, compostos por canos PVC, com dimensões de 150 mm de diâmetro por 40 cm de altura. A compactação da silagem foi realizada com o auxílio de bastões de ferro, buscando manter a densidade final dos silos com 600kg MV/m<sup>3</sup>. Após o enchimento, os silos foram vedados com tampa plástica e fita adesiva e então armazenados a temperatura ambiente pelo período de 112 dias.

Decorrido o período, os silos foram abertos e as silagens retiradas, homogeneizadas, amostradas e enviada para análise por NIRS (Laboratório de análises físico-químicas Ltda – Labnutris, Villa Maria/RS), a fim de determinar a composição de

matéria seca (MS, %); fibra em detergente neutro (FDN, % MS), fibra em detergente ácido (FDA, % MS), lignina (% MS) e os parâmetros de degradabilidade da FDN, nos tempos de 12, 14, 30, 48 e 240h de incubação ruminal, além da digestibilidade total da FDN no trato digestível total (TTFDN, % FDN) e da taxa de degradação da fração FDN (kd, %/h), conforme Mertens & Loften (1980).

Este laboratório faz parte da rede *Dairy Laboratories INC* e possui certificação de ensaio de proficiência CBO-EPCBO, registrada no banco de dados EPTIS - European Proficiency Test Information System.

Os parâmetros de cinética de degradação ruminal da FDN foram ajustados utilizando-se para descrição matemática o modelo de degradação percentual do alimento, sugerido por Orskov & McDonald (1979), como segue:

$$DFDN(t) = a + b * (1 - e^{-c*t}) \quad (\text{Equação 1})$$

em que: a = fração solúvel; b = fração potencialmente degradável; c = taxa constante de degradação da FDN; e t = tempo de incubação.

Para o cálculo da degradabilidade efetiva da MS (De), foi utilizada a equação proposta por Orskov & McDonald (1979):

$$DE (\%FDN) = a + \frac{b * c}{c + kp} \quad (\text{Equação 2})$$

em que: DE = degradabilidade efetiva da FDN (%), a = fração solúvel da FDN (%), b = fração potencialmente degradável da FDN (%), c = taxa de degradação da fração b ( $h^{-1}$ ), kp = taxa de passagem ruminal ( $h^{-1}$ ), adotada como 0,02; 0,05 ou 0,08 /hora, conforme apresentado por AFRC (1993). Essas taxas de passagens são preconizadas como valores médios apresentados por animais em manutenção, médios e altos níveis de produção, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com dois tratamentos (silagem de milho planta inteira e silagem *snaplage*), com seis repetições. Os valores não-lineares das equações foram obtidos por meio do algoritmo de Gauss-Newton usando-se o SAS, versão 9.2. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar que a concentração de MS teve um efeito estatístico ( $P < 0,01$ ) entre a SPI e SS, sendo que SS apresentou um valor mais elevado, de 50,9% enquanto a SPI, o valor de 36,4% (Tabela 1). Isto ocorre, pois, SS é composta principalmente por espiga, grãos, sabugo e palha da espiga, que têm menor teor de umidade. Já a SPI, que inclui toda a planta (folhas, colmo, palha, espiga), possui maior concentração de MS devido ao alto teor de água do colmo e folhas (Ferraretto et al., 2018).

Tabela 1. Composição química das silagens de milho planta inteira e *snaplage*

	MS (%)	FDN	FDA	Lignina
		% MS		
Silagem de milho planta inteira	36,4	36,2	23,3	2,06
Silagem <i>snaplage</i>	50,9	17,9	9,22	1,00
Valor P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Erro Padrão da Média	0,332	2,901	1,445	0,018

MS: matéria seca; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido.

Os valores de FDN, FDA e lignina também foram maiores ( $P < 0,01$ ) para SPI em comparação a SS (Tabela 1).

A silagem de planta inteira de milho apresenta, em geral, maiores concentrações de FDN devido a presença de todas as estruturas vegetativas da planta, especialmente colmos e folhas, os quais são ricos em componentes da parede celular (Ferraretto et al., 2018). Já a silagem *snaplage*, obtida por meio da colheita da espiga, sem a base do colmo e das folhas mais envelhecidas, possuem menores concentrações de FDN e FDA (Bernardes et al., 2018; Zicarelli et al., 2023). Com isso, a concentração de lignina, que é um componente fortemente associado à fração estrutural das plantas, tende a seguir comportamento semelhante, apresentando redução proporcional à

menor inclusão de partes fibrosas na composição da silagem (Neumann et al., 2007).

Resultados apresentados por Nigon et al. (2016) demonstram as diferenças nas porções fibrosas de FDN, com valores de 40,3% MS vs 19,5% MS, e lignina, de 4,0% MS vs 2,2% de MS, em silagens de milho planta inteira e *snaplage*, respectivamente.

A degradabilidade potencial (DP) da FDN, em % FDN, foi maior na SS, com 79,42% em relação a SPI, que apresentou valor de 70,43% (Tabela 2). Esse resultado pode ser explicado pela composição estrutural menos lignificada da fração fibrosa presente na SS, a qual é composta predominantemente por grãos, sabugo e pedúnculo. Segundo Miller et al. (2021), o grau de lignificação da parede celular exerce influência direta sobre a degradação da fibra no rúmen, sendo que materiais

com menor teor de lignina promovem maior ataque microbiano.

Além disso, o sabugo e o pedúnculo, presentes em maior proporção na SS, possuem estrutura mais porosa, facilitando a ação enzimática (Lopes et al., 2015). Esses fatores, aliados ao maior processamento físico conferido durante a colheita da *snaplage*,

contribuem para o aumento da superfície de ataque e, consequentemente, para a elevação dos valores de DP. Assim, mesmo que a *snaplage* apresente menor teor total de FDN, a qualidade da fibra remanescente é superior devido a melhor concentração de lignina, o que pode favorecer a eficiência de digestão ruminal.

Tabela 2. Degradabilidade potencial da FDN (DP), degradabilidade efetiva da FDN (DE), taxa de degradação (kd) e digestibilidade total da FDN no trato digestível total (TTFDN) das silagens de milho planta inteira e.

	DP	DE (% FDN)			Kd	TTFDN
	(% FDN)	0,02	0,05	0,08	(%/h)	(% FDN)
Silagem de milho planta inteira	70,43	51,11	36,21	28,04	0,0529	51,87
Silagem <i>snaplage</i>	79,42	58,74	42,25	32,98	0,0568	60,12
Valor P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Erro Padrão da Média	2,989	1,783	1,091	0,719	0,0008	2,816

DP: degradabilidade potencial da fibra em detergente neutro; DE: degradabilidade efetiva da fibra em detergente neutro; Kd: taxa de degradação; TTFDN: digestibilidade total da FDN no trato digestível total.

A degradabilidade efetiva (DE) da FDN foi superior ( $P < 0,01$ ) na SS em comparação à SPI, independentemente da taxa de passagem ruminal avaliada (0,02; 0,05 e 0,08  $\text{h}^{-1}$ ). Essa diferença pode ser explicada principalmente pela composição bromatológica distinta entre os dois tipos de silagem (Tabela 1), com menor lignificação dos compostos da SS em comparação à SPI.

A lignina forma complexos indigestíveis com celulose e hemicelulose, limitando o acesso microbiano às frações fibrosas no rúmen (Van Soest, 1994). Assim, a menor participação de tecidos lignificados na SS favoreceu a maior proporção de fibra potencialmente degradável, o que se reflete nos maiores valores de DE observados. Além disso, a SS apresentou uma taxa de degradação da porção FDN (kd, %  $\text{h}^{-1}$ ) ligeiramente superior à da planta inteira ( $P < 0,01$ ), o que também contribui para os maiores valores de DE, sobretudo nas taxas de passagem mais elevadas, como 0,08  $\text{h}^{-1}$ , onde o tempo de retenção ruminal é reduzido.

Esses resultados corroboram com estudos como os de Cueva et al., (2023) ressaltam que a inclusão de frações mais ricas em amido e menos lignificadas, como ocorre na SS, eleva a digestibilidade da FDN e o valor energético das dietas. Assim, a maior DE da SS não apenas evidencia seu maior potencial fermentativo das frações fibrosas, mas também pode representar uma vantagem estratégica para sistemas de alta produção animal, com elevadas taxas de passagem.

A digestibilidade da fibra detergente neutro no trato total (TTFDN) foi significativamente superior na SS, com 60,12%, em comparação à SPI, apresentando valor de 51,87%, conforme demonstrado na Tabela 2 ( $P < 0,01$ ). Esse resultado também pode ser atribuído à composição bromatológica da silagem, menos lignificada.

Outro fator que pode ter influenciado na TTFDN foi a taxa de degradação da FDN (Kd) também

superior na SS em relação à SPI, o que pode ter contribuído para a elevação da TTFDN, já que essa variável integra tanto a degradabilidade ruminal quanto a digestão pós-ruminal da fibra. Com isso, a fonte de fibra da dieta e a proporção nos alimentos pode limitar o consumo dos animais, pois a digestibilidade total da FDN pode diminuir a taxa de passagem e aumentar o tempo de retenção dos volumosos no rúmen, comprometendo o consumo de MS de animais ruminantes (Mendonça et al. 2004).

## CONCLUSÃO

A silagem *snaplage* apresentou desempenho superior à silagem de milho planta inteira em todos os parâmetros avaliados da cinética de degradação da FDN. Assim, a utilização da silagem *snaplage* pode representar uma estratégia nutricional vantajosa para melhorar o fornecimento de energia proveniente da fibra em dietas de ruminantes de alta exigência.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal Catarinense (IFC), Campus Videira pela infraestrutura disponibilizada para a condução deste trabalho, bem como ao IFC Reitoria pelo apoio financeiro e concessão de bolsa de iniciação científica.

## REFERÊNCIAS

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Technical committee on responses to nutrients: energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International, 1993. 159p.
- AKINTAN, O.; GEBREMEDHIN, K.G.; UYEH, D.D. Animal feed formulation – connecting technologies to build a resilient and sustainable system. **Animals**, Basel, v. 14, n. 10, p. 1497-1512, 2024.

- BERNARDES, T. F.; DANIEL, J. L. P.; ADESOGAN, A. T.; McALLISTER, T. A.; DROUIN, P.; NUSSIO, L. G.; HUHTANEN, P.; TREMBLAY, G. F.; BÉLANGER, G.; CAI, Y. Silage review: Unique challenges of silages made in hot and cold regions. **Journal of Dairy Science**, v. 101, p. 4001-4019, 2018.
- DANIEL, J. L. P.; BERNARDES, T. F.; JOBIM, C. C.; SCHMIDT, P.; NÚSSIO L.G. Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. **Grass and Forage Science**, v. 74, p. 188-200, 2019.
- EMBRAPA. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11. ed. Porto Alegre: SBCS; Núcleo Regional Sul, 2016.
- CUEVA, S. F.; HARPER, M.; ROTH, G. W.; WELLS, H.; CANALE, C.; GALLO, A.; MASOERO, F.; HRISTOV, A. N. Effects of ensiling time on corn silage starch ruminal degradability evaluated in situ or in vitro. **Journal of Dairy Science**, v. 106, n. 6, p. 3961-3974. 2023.
- FERRARETTO, L. F.; SHAVER, R. D.; LUCK, B. D. Silage review: Recent advances and future technologies for whole-plant and fractionated corn silage harvesting. **Journal of Dairy Science**, v.101, p. 3937-3951, 2018.
- GUSMÃO, J. O.; LIMA, L. M.; FERRARETTO, L. F.; CASAGRANDE, D. R.; BERNARDES, T. F. Effects of hybrid and maturity on the conservation and nutritive value of snaplage. **Animal Feed Science and Technology**, v. 274, art. 114899, 2021.
- LOPES, F.; COOK, D. E.; COMBS, D. K. Validation of an in vitro model for predicting rumen and total-tract fiber digestibility in dairy cows fed corn silages with different in vitro neutral detergent fiber digestibilities at two intake levels. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 1, p. 574-585, 2015.
- LUZ, G. B.; MATOS, R. F.; CARDOSO, J. B.; BRAUNER, C. C. Exigências nutricionais, cálculos de dieta e mensuração de sobras no manejo nutricional de vacas leiteiras. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.25, ns.1/2, p. 16-31, 2019.
- MACÊDO, A. J. S.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S.; PERAZZO, A. F. Produção de silagem na forma de ração à base de palma: revisão de literatura. REDVET. **Revista Electrónica de Veterinária**, v. 18, n. 9, p. 1-11, 2017.
- MENDONÇA, S. S.; CAMPOS, J. M. S. FILHO, S. C. V.; VALADARES, R. F. D.; SOARES, C. A.; LANA, R. P.; QUEIROZ, A. C.; ASSIS, A. J.; PEREIRA, M. L. A. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite e variáveis ruminais em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 481-492, 2004.
- MERTENS, D.R.; LOFTEN, J.R. The effect of starch on forage fiber digestion in vitro. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1437-1446, 1980.
- MILLER, M. D.; KOKKO, C.; BALLARD, C. S.; DANN, H. M.; FUSTINI, M.; PALMONARI, A.; FORMIGONI, A.; COTANCH, K. W.; GRANT, R. J. Influence of fiber degradability of corn silage in diets with lower and higher fiber content on lactational performance, nutrient digestibility, and ruminal characteristics in lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 104, n. 2, p. 1728-1743, 2021.
- NEUMANN, M.; MÜHLBACH, P. R. F.; NÖRNBERG, J. L.; RESTLE, J.; OST, P. R. Efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho (*Zea mays* L.) sobre as perdas durante o processo fermentativo e o período de utilização das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p.1395-1405, 2007.
- NIGON, B. J.; SHINNERS, K. J.; COOK, D. E. Harvester modifications to alter composition and dry matter of corn silage. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 32, n. 2, p. 157-167, 2016.
- ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal Agriculture Science**, v.92, p.499-503, 1979.
- PANDOLFO, C.; BRAGA, H.J.; SILVA JÚNIOR, V.P.; MASSIGNAN, A.M.; PEREIRA, E.S.; THOMÉ, V.M.R.; VALCI, F.V. **Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002. CD-ROM.
- PAZ, C. C.; SILVA, A. G. M.; RÊGO, A. C. Use of near infrared spectroscopy for the evaluation of forage for ruminants. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 62, p. 1-8, 2019.
- WILMAN, D.; FIELD, M.; LISTER, S. J.; GIVENS, D. I. The use of near infrared spectroscopy to investigate the composition of silages and the rate and extent of cell-wall degradation. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 88, p. 139–151, 2000.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.
- ZICARELLI, F.; SARUBBI, F.; IOMMELLI, P.; GROSSI, M.; LOTITO, D.; TUDISCO, R.; INFASCELLI, F.; MUSCO, N.; LOMBARDI, P. Nutritional characteristics of corn silage produced in Campania Region estimated by Near Infrared Spectroscopy (NIRS). **Agronomy**, Basel, v. 13, art. 634, 2023.