

ESTABILIDADE AERÓBIA DE SILAGEM DE AVEIA COM NÍVEIS DE INCLUSÃO DE AMENDOIM FORRAGEIRO (*Arachis pintoï*)

Laura Rigo¹; Bruno José Dani Rinaldi²; Andressa Fernanda Campos³

INTRODUÇÃO

A pecuária brasileira tem passado por um processo de intensificação, com crescentes adoções de tecnologias voltadas ao aumento da produção. Neste panorama, a silagem configura-se como um recurso forrageiro estratégico, capaz de assegurar bons níveis de nutrientes para suprir as exigências dos animais para a produção de leite, crescimento adequado e ganho de peso.

A utilização de forrageiras com alta produtividade, boa adaptação às condições climáticas locais, elevada digestibilidade e adequado valor nutritivo, são essenciais para a produção de uma silagem de qualidade.

Diversas espécies forrageiras podem ser empregadas na produção de silagem. As gramíneas de inverno destacam-se como alternativa promissora devido à ampla disponibilidade de cultivares adaptadas ao clima da região Sul do Brasil. Essa adaptabilidade permite sua utilização em diferentes épocas do ano, contribuindo para a regularidade no fornecimento de alimento volumoso.

Dentre as gramíneas de inverno, a aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) é uma das mais utilizadas, pois apresenta boa adaptação a climas frios e tolerância a solos ácidos, comumente encontrados na região devido à presença de alumínio. A aveia possui elevada capacidade de perfilhamento, característica que favorece sua utilização tanto para pastejo quanto para conservação na forma de feno ou silagem. Em solos bem fertilizados, pode superar a produtividade de outras espécies de inverno (Fontaneli et al., 2012). Embora apresente considerável valor energético para ruminantes, a elevada umidade da aveia no momento da

¹ Aluna do Instituto Federal Catarinense, Campus Videira. Bacharelado em Agronomia. E-mail: laura.agronomia2024@gmail.com. Aluna bolsista PIBIC/CNPq (edital 114/2023).

² Orientador do Instituto Federal Catarinense, Campus Videira. E-mail: bruno.rinaldi@ifc.edu.br

³ Docente do Instituto Federal Catarinense, Campus Araquari. E-mail: andressa.campos@ifc.edu.br

ensilagem pode comprometer o processo fermentativo, devido à possível insuficiência de carboidratos solúveis, condição comum em gramíneas. Além disso, a espécie apresenta baixa concentração de proteína bruta, o que pode limitar seu valor nutricional como único componente volumoso da dieta (Zamarchi et al., 2014).

A inclusão de leguminosas na composição da silagem tem sido estudada como alternativa para elevar o teor proteico e melhorar o perfil fermentativo do material conservado. O amendoim forrageiro (*Arachis pintoï*), uma leguminosa perene bem adaptada a regiões de clima mais ameno, apresenta características agrônômicas favoráveis, como facilidade de colheita e boa composição bromatológica (Valentim et al., 2017). Seus valores nutricionais são superiores aos das gramíneas e de outras leguminosas forrageiras comerciais, com teor de matéria seca (MS) entre 14% e 29%, proteína bruta (PB), de 13% a 26%, fibra em detergente neutro (FDN) entre 48% e 56%, fibra em detergente ácido (FDA) entre 28% e 42%, e digestibilidade da MS de 48% a 67% (Miqueloni et al., 2020).

A inclusão de leguminosas como o amendoim forrageiro na silagem pode representar uma estratégia eficiente para a redução dos custos com suplementação proteica concentrada, devido ao aumento do teor de proteína na dieta dos animais. No entanto, ainda são necessárias pesquisas que validem essa prática e que avaliem seu impacto sobre a fermentação, principalmente, sobre a estabilidade aeróbia da silagem.

Diante desse exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar a composição de proteína bruta e matéria seca, pH, crescimento de leveduras e a estabilidade aeróbia das silagens de aveia preta com diferentes níveis de inclusão de amendoim forrageiro.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS (materiais e métodos)

O experimento foi conduzido no Instituto Federal Catarinense, situado no município de Videira-SC. De acordo com a classificação climática de Koeppen, é possível identificar que o município de Videira é classificado como Cfb, caracterizado como clima úmido do tipo temperado, com as estações bem definidas e temperaturas médias entre 10° C e 20°C, que variam de 35°C no verão a 0°C no inverno. A umidade relativa do ar é de 80% e a precipitação anual de 1.480 mm a 2.460 mm (Pandolfo et al., 2002).

A semeadura da aveia preta (*Avena strigosa* Schred) foi realizada em junho de 2024 em uma área de 100 m², com densidade de semeadura de 55 kg de sementes viáveis por hectare.

A adubação foi realizada conforme análise prévia do solo, seguindo as recomendações do Manual de Adubação e Calagem para os Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (2016). O amendoim forrageiro (*Arachis pintoï*) foi coletado de uma área já implantada e estabilizada no campus, apresentando altura média de 20 cm.

As colheitas das forrageiras ocorreram em setembro de 2024, de forma manual, com corte de 5 cm do solo. Em seguida, as amostras foram picadas separadamente em picador estacionário, obtendo-se partículas com tamanho médio de 1,0 cm.

As forragens foram divididas para a elaboração dos seguintes tratamentos: SA0: silagem de aveia preta; SA15: Silagem de aveia com inclusão de 15% de amendoim forrageiro; SA30: Silagem de aveia com inclusão de 30% de amendoim forrageiro; SA45: Silagem de aveia com inclusão de 45% de amendoim forrageiro e SA60: Silagem de aveia com inclusão de 60% de amendoim forrageiro, com 4 repetições por tratamento, totalizando 20 silos experimentais. A relação utilizada entre aveia preta e amendoim forrageiro foi na base da matéria verde.

Para a realização do experimento, foram utilizados como silos experimentais, 20 canos PVC com 150 mm de diâmetro e 40 cm de altura. A compactação foi feita com o auxílio de bastões de ferro, com o objetivo de atingir a densidade final de 600 kg de matéria verde (MV) por metro cúbico. Após o enchimento, os silos foram vedados com tampa plástica e fita adesiva, e armazenados à temperatura ambiente por 106 dias.

Antes da ensilagem, amostras foram coletadas e divididas em partes. A primeira foi pesada e levada para estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 horas, para obtenção da amostra seca ao ar. A segunda parte foi encaminhada para análises laboratoriais de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) em Espectroscopia de Infravermelho Próximo (NIRS).

A segunda amostra foi utilizada para a obtenção do valor de pH e análises de população de leveduras. Para o pH, 25g de silagem foram homogeneizadas com 225 mL de água destilada em liquidificador por 2 minutos (Silva et al., 2018). A mistura foi posteriormente filtrada e o pH foi mensurado com auxílio de potenciômetro digital de bancada. Já para análises microbiológicas de leveduras, foram pesados 25 g de forragem (MV) e adicionado a 225 mL de solução peptonada 0,1%. Após agitação, retirou-se 1 mL da diluição para as posteriores diluições de 10^{-2} até 10^{-7} e, a partir dessas diluições, foram realizadas as semeaduras de 1 mL em placas de Petri de vidro esterilizadas contendo o meio ágar batata dextrose, acidificado com ácido láctico, e incubadas em aerobiose a 28°C por 72 horas para contagem das colônias de leveduras (LEV) (Jobim et al., 1999). Foram consideradas passíveis de contagem as placas com valores entre 30 e 300 unidades formadoras de colônias (UFC) (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição de matéria seca (MS, %) e proteína bruta (PB, % MS), pH e população de leveduras (UFC g⁻¹ forragem) das forragens fresca de aveia preta e amendoim forrageiro

	Aveia preta	Amendoim forrageiro
Matéria seca (%)	22,32	19,41
Proteína bruta (% MS)	14,74	26,40
pH	6,31	5,92
Leveduras (UFC g ⁻¹ forragem)	5,21	2,85

UFC = unidades formadoras de colônia

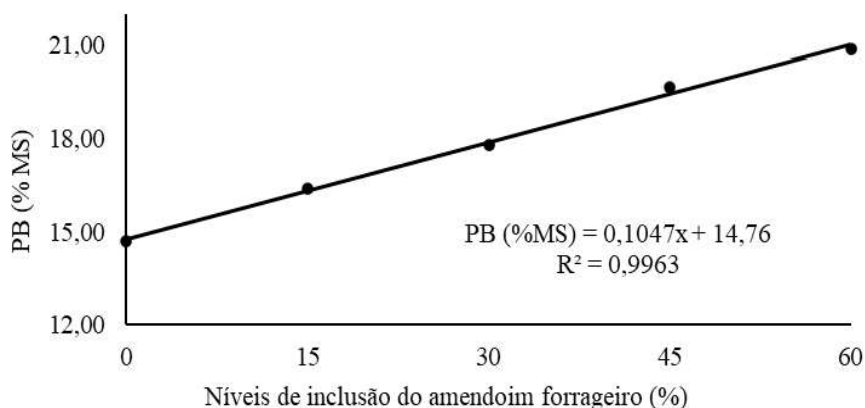
Além disso, 2 kg de cada silagem foram separadas, acondicionadas em sacos plásticos armazenados à temperatura ambiente por um período de 10 dias com o objetivo de avaliar a estabilidade aeróbia. Considerou-se a quebra da estabilidade aeróbia quando a temperatura da silagem excedeu em 2 °C a temperatura ambiente (Kung Jr. et al., 2003). A temperatura da massa da silagem foi monitorada a cada 30 minutos com o uso de *dataloggers* digitais, inseridos no centro da massa de cada amostra. Simultaneamente, a temperatura ambiente foi registrada com *dataloggers* posicionados ao lado dos sacos plásticos.

Os resultados de composição de MS e PB, pH, população de leveduras e estabilidade aeróbia foram analisados em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e quatro repetições. As análises estatísticas foram realizadas no software SAS (versão 9.2), utilizando-se o procedimento MIXED. Os efeitos fixos foram avaliados por meio de análise de variância (teste F), e contrastes ortogonais foram utilizados para identificar tendências lineares e/ou quadráticas. Nos casos significativos, as equações de regressão foram ajustadas utilizando o PROC REG. As médias ajustadas dos tratamentos (LSMeans) foram comparadas por meio das diferenças entre pares, com nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os teores de PB apresentaram um aumento significativo ($P < 0,01$) à medida que se elevou o nível de inclusão de amendoim forrageiro na silagem de aveia, conforme demonstrado na Figura 1. Esse comportamento evidencia a influência positiva da inclusão da leguminosa na porção proteica da composição bromatológica da silagem final.

Figura 1. Concentração de proteína bruta (PB, %MS) nas silagens de aveia com diferentes níveis de inclusão de amendoim forrageiro



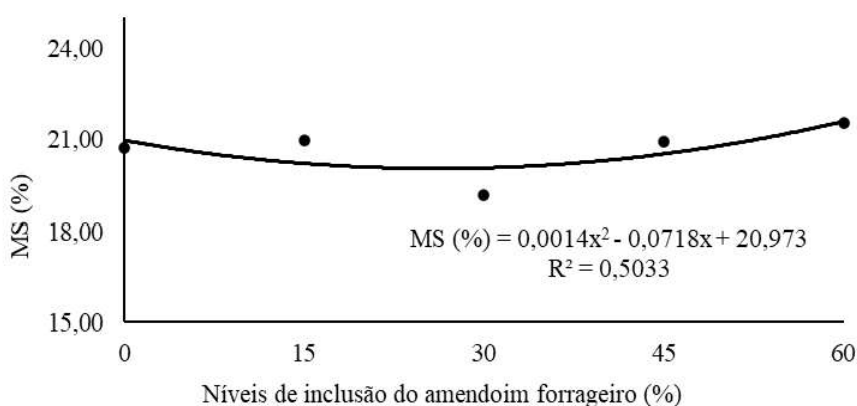
O menor valor de proteína bruta (PB) foi observado na silagem controle (SA0), sem adição de amendoim forrageiro, com 14,70%. Em contrapartida, a maior concentração (20,90%) foi registrada no tratamento com 60% de inclusão da leguminosa, o que evidencia a contribuição significativa do amendoim forrageiro para o aumento do teor proteico da silagem. Isso ocorre porque gramíneas como a aveia possuem baixos níveis de PB, enquanto o amendoim forrageiro apresenta alto teor, conforme demonstrado na Tabela 1. Assim, o aumento da proporção dessa leguminosa promoveu um enriquecimento nutricional proporcional da silagem.

Esse comportamento é consistente com outros estudos que demonstram os benefícios da inclusão de leguminosas na ensilagem de gramíneas. Carvalho et al. (2016) destacam que, além de elevar o teor de PB, as leguminosas auxiliam na preservação dessa fração ao limitar a ação de microrganismos indesejáveis, como *Clostridium* spp. Paulino et al. (2009) relataram um teor de 21,60% de PB em silagem composta apenas por amendoim forrageiro, valor próximo ao obtido neste estudo para SA60. Comparando-se com a silagem de alfafa (18,94% de PB), amplamente reconhecida por seu alto valor nutritivo (Rangrab et al., 2000), os tratamentos com 45% e 60% de amendoim forrageiro ainda se mostraram superiores, confirmando o potencial dessa leguminosa como fonte proteica eficiente, mesmo em proporções inferiores a 100%.

A concentração de MS apresentou comportamento quadrático, com diferença estatística ($P < 0,01$) nos tratamentos SA30 e SA60 em comparação ao controle (SA0) (Figura 2). Por outro lado, os tratamentos SA15 e SA45 não diferiram estatisticamente do controle ($P > 0,05$). O uso de leguminosas forrageiras, como o amendoim forrageiro, tem se mostrado uma

alternativa eficiente para o ajuste da MS em silagens, especialmente quando combinadas com culturas de menor teor de matéria seca, como a aveia.

Figura 2. Concentração de matéria seca (MS, %) nas silagens de aveia com diferentes níveis de inclusão de amendoim forrageiro



De acordo com Carvalho et al. (2016), ao serem associadas a culturas anuais como o milho e o sorgo, as leguminosas, por apresentarem menor teor de MS, podem contribuir para o equilíbrio da umidade, uma vez que essas culturas tendem a absorver a umidade da forrageira leguminosa. No presente estudo, observou-se o efeito contrário: o amendoim forrageiro, com 27,0% de MS, atuou como agente absorvedor de umidade da aveia, que apresentou apenas 22,3% de MS (Figura 2).

Os valores de pH das silagens apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$), com comportamento crescente quadrático em relação ao tratamento controle (SA0), conforme a Figura 3.

No entanto, os tratamentos SA30, SA45 e SA60 não diferiram estatisticamente entre si ($P > 0,05$). Em estudo conduzido por Paulino et al. (2009), a silagem de amendoim fresco apresentou pH de 5,48, valor superior ao observado neste trabalho no tratamento SA60. Essa elevação no pH pode ser atribuída à elevada capacidade tamponante característica das leguminosas forrageiras (Carvalho et al., 2016), devido às altas concentrações de PB e minerais, que dificultam o abaixamento do pH ao longo do período de fermentação. Segundo McDonald et al. (1991), o pH é um importante indicador da qualidade da silagem, sendo recomendada uma faixa entre 3,8 e 4,2. No presente estudo, apenas o tratamento SA0 manteve-se dentro dessa faixa ideal, enquanto os tratamentos com inclusão de amendoim forrageiro apresentaram valores de pH acima do recomendado, o que pode impactar



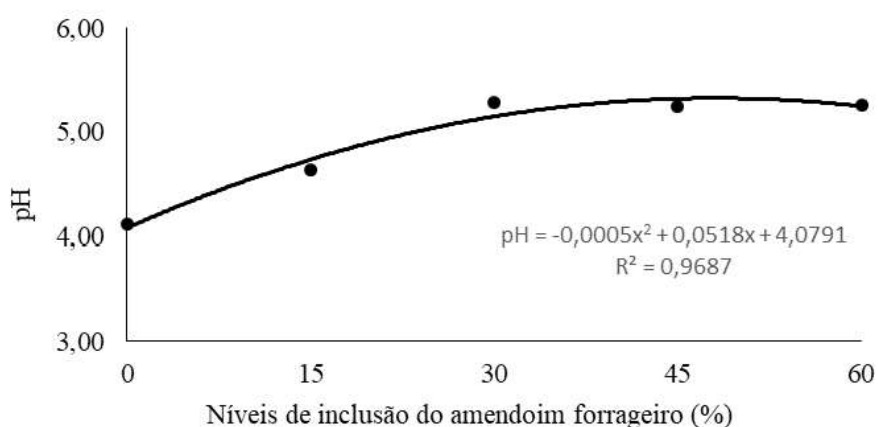
FICE

14ª FEIRA DE INICIAÇÃO
CIENTÍFICA E EXTENSÃO

28 E 29 DE AGOSTO

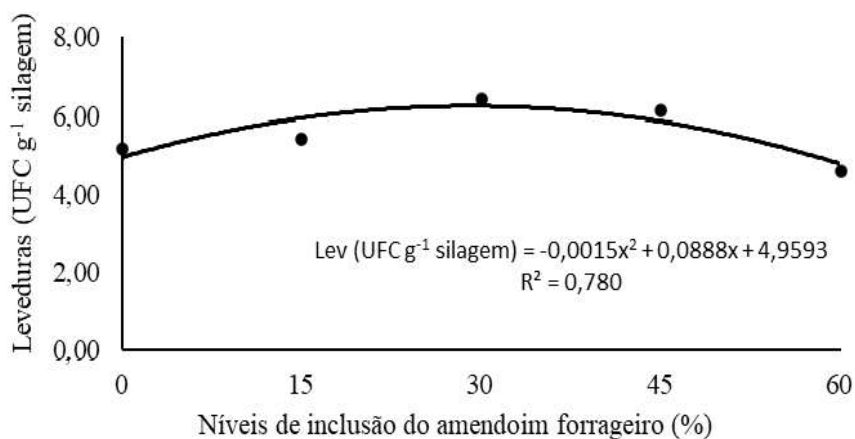
negativamente a qualidade fermentativa da silagem, com o crescimento de microrganismos indesejáveis, normalmente controlados com o baixo pH da silagem.

Figura 3. Valores de pH das silagens de aveia com diferentes níveis de inclusão de amendoim forrageiro



A população de leveduras nas silagens (Figura 4) apresentou comportamento quadrático, com os tratamentos SA0 e SA15 estatisticamente semelhantes entre si ($P > 0,05$). Em contrapartida, os tratamentos SA30, SA45 e SA60 diferiram significativamente do controle SA0 ($P < 0,05$).

Figura 4. População de leveduras (Lev, UFC g⁻¹ silagem) nas silagens de aveia com diferentes níveis de inclusão de amendoim forrageiro





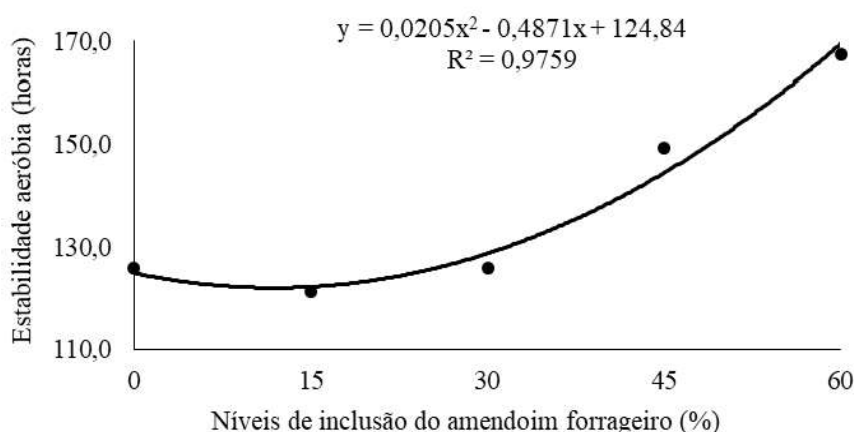
FICE

14ª FEIRA DE INICIAÇÃO
CIENTÍFICA E EXTENSÃO
28 E 29 DE AGOSTO

Além disso, os tratamentos SA30 e SA45 não apresentaram diferença estatística entre si, enquanto os demais tratamentos, quando comparados entre si, evidenciaram diferenças significativas. De acordo com Kung Jr. et al (2018), silagens com contagem de leveduras inferior a $6 \log_{10}$ UFC/g de silagem úmida são consideradas de boa qualidade, podendo manter estabilidade aeróbia mesmo com níveis moderados desses microrganismos. Dessa forma, embora a inclusão crescente de amendoim forrageiro tenha alterado a população de leveduras, parte das silagens ainda podem ser consideradas com baixa população de leveduras e de quantidade aceitável.

A estabilidade aeróbia diferiu com o aumento dos níveis de inclusão do amendoim forrageiro na silagem de aveia ($P < 0,01$), conforme a Figura 5. Os tratamentos SA0, SA15 e SA30 não diferiram estatisticamente entre si quanto ao tempo necessário para ocorrência da quebra de estabilidade ($P > 0,05$), com valores variando de 121,2 a 125,8 horas de exposição ao ar. Por outro lado, os tratamentos SA45 e SA60 apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$), evidenciando aumento na estabilidade aeróbia. Especificamente, a silagem SA45 apresentou acréscimo de 23,5 horas, e a SA60 de 41,7 horas, quando comparadas às silagens sem inclusão de amendoim forrageiro.

Figura 5. Estabilidade aeróbia (EA, h) nas silagens de aveia com diferentes níveis de inclusão de amendoim forrageiro



Esses resultados indicam que a adição de amendoim forrageiro em níveis superiores a 45% contribui de forma expressiva para o prolongamento da estabilidade da silagem após a abertura do silo. Esse incremento na estabilidade aeróbia é relevante para a prática no campo, uma vez que, segundo Moran et al. (1996), a quebra dessa estabilidade marca o ponto em

que a silagem perde suas características ideais de conservação e, conseqüentemente, sua qualidade para a alimentação animal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adição de amendoim forrageiro à silagem de aveia demonstrou efeitos contrastantes sobre os parâmetros avaliados. Embora tenha contribuído para o aumento da matéria seca, proteína bruta e, principalmente, para a elevação da estabilidade aeróbia especialmente nos níveis acima de 45%, essa inclusão também resultou em elevação do pH, ultrapassando a faixa ideal para silagens de alta qualidade. A maior população de leveduras nos tratamentos com altos níveis de amendoim indica a necessidade de atenção quanto à estabilidade microbiológica. Assim, apesar dos benefícios na conservação pós-abertura, o uso de amendoim forrageiro deve ser criteriosamente manejado, considerando o equilíbrio entre estabilidade aeróbia e qualidade fermentativa. Esses resultados reforçam a importância de ajustes proporcionais na formulação de silagens mistas, visando otimizar tanto o valor nutricional quanto a conservação do material ensilado, para um uso estratégico nutricional na formulação das rações.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, W. G.; COSTA, K. A. P.; EPIFANIO, P. S.; PERIM, R. C.; TEIXEIRA, D. A. A.; MADEIROS, L. T. Silage quality of corn and sorghum added with forage peanuts. *Rev. Caatinga*, Mossoró, v. 29, n. 2, p. 465 – 472, 2016.

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.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. *Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira*. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 540 p.

JOBIM, C.C., REIS, R.A, SCHOCKEN-ITURRINO, R.P., ROSA, B. Desenvolvimento de microrganismos durante a utilização de silagens de grãos úmidos de milho e de espigas de milho sem brácteas. *Acta Scientiarum Animal Science*, v 21, n.3, p.671-676, 1999.



FICE

**14ª FEIRA DE INICIAÇÃO
CIENTÍFICA E EXTENSÃO**
28 E 29 DE AGOSTO

KUNG JR., L.; STOKES, M.R.; LIN, C.J. Silage additives. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Ed.) *Silage science and technology*. Madison: American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, 2003, p.251-304.

KUNG JR., L.; SHAVER, R. D.; GRANT, R. J.; SCHMIDT, R. J. Silage review: components of silages. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 101, n. 5, p. 1–14, 2018.

McDONALD, P. J.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. *The biochemistry of silage*. 2. ed. Mallow: Chalcombe Publications, 1991. 340 p.

MIQUELONI, D. P.; ASSIS, G. M. L. *Amendoim forrageiro: principais características, uso e melhoramento genético*. In: Docência, Pesquisa e Liderança em Zootecnia. 1. ed. Ponta Grossa: Atena Editora, 2020. v. 1, p. 1–27.

MORAN, J.P.; WEINBERG, Z.G.; ASHBELL, G.; HEN, Y.; OWEN, T.R. A comparison of two methods for the evaluation of the aerobic stability of whole crop wheat silage. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 11, 1996, Aberystwyth. *Proceedings...* Aberystwyth: University of Wales Aberystwyth, 1996. p. 162-163

PANDOLFO, C.; BRAGA, H. J.; SILVA Jr, V. P.; MASSIGNAM, A. M.; PEREIRA, E.S.; THOMÉ, V. M. R.; VALCI, F. V. *Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina*. Florianópolis: EPAGRI; 2002.

PAULINO, V. T.; FERRARI JÚNIOR, E.; POSSENTI, R. A.; LUCENAS, T. L. Silagem de amendoim forrageiro (Arachis pintoi cv. Belmonte) com diferentes aditivos. *Boletim da Indústria Animal*, Nova Odessa, v. 66, n. 1, p. 33–43, 2009.

RANGRAB, L. H.; MÜHLBACH, P. R. F.; BERTO, J. L. Silagem de alfafa colhida no início do florescimento e submetida ao emurchecimento e à ação de aditivos biológicos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 349–356, 2000.

SILVA, N.C.; NASCIMENTO, C.F.; NASCIMENTO, F.A.; DE RESENDE, F.D.; DANIEL, J.L.P.; SIQUEIRA, G.R. Fermentation and aerobic stability of rehydrated corn grain silage treated with different doses of *Lactobacillus buchneri* or a combination of *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus acidilactici*. *Journal of Dairy Science*, v. 101, p. 4158-4167, 2018.

VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S.; ASSIS, G. M. L.; SÁ, C. P.; COSTA, F. S.; SALES, M. F. L.; FERREIRA, A. S.; MESQUEITA, A. Q.; COSTA, C. R. *Semeadura de amendoim forrageiro BRS Mandobi em pastagens estabelecidas*. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2017. 16 p. (Circular técnica, 73).

ZAMARCHI, G.; PAVINATO, P. S.; MENEZES, L. F. G.; MARTIN, T. N. Silagem de aveia branca em função da adubação nitrogenada e pré-murchamento. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 35, p. 2185–2196, 2014.