

OBJETIVOS DE  
DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL2 FOME ZERO  
E AGRICULTURA  
SUSTENTÁVELCOMUNICADO  
TÉCNICO

269

Teresina, PI  
Novembro, 2023**Embrapa**

# Silagem de capim-elefante aditivada com resíduo agroindustrial de acerola

João Avelar Magalhães  
Braz Henrique Nunes Rodrigues  
Francisco José de Seixas Santos  
Newton de Lucena Costa  
Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu

# Silagem de capim-elefante aditivada com resíduo agroindustrial de acerola<sup>1</sup>

<sup>1</sup> João Avelar Magalhães, médico-veterinário, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI. Braz Henrique Nunes Rodrigues, engenheiro agrícola, doutor em Engenharia Agrícola, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI. Francisco José de Seixas Santos, engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia Agrícola, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI. Newton de Lucena Costa, engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Roraima, Boa Vista, RR. Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu, engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE.

## Introdução

Uma característica importante da pecuária brasileira, tanto de carne quanto de leite, é a manutenção da grande maioria dos rebanhos em pastagens, que se constitui na forma mais econômica e prática de alimentação (Ferraz; Felício, 2010). Contudo, a produção de forragem apresenta distribuição desuniforme ao longo do ano e está estreitamente correlacionada com a precipitação pluviométrica, ou seja, máxima produtividade durante o período chuvoso e disponibilidade limitante à produção animal durante a época seca.

Esse cenário é mais evidente na região Nordeste, principalmente no bioma Caatinga, que tem características semiáridas

com frequentes períodos de secas que demandam estratégias para contornar a descontinuação de produção de forragem para a alimentação animal. Sendo assim, torna-se imprescindível a ensilagem do excedente de forragem produzida na época chuvosa, visando à sua utilização nas épocas de menor disponibilidade (Cândido; Furtado, 2020).

A ensilagem consiste na fermentação natural do alimento realizada por microrganismos na ausência de ar, acidificando o meio e conservando o material ensilado (Molina et al., 2004). Embora a ensilagem seja uma prática agrícola conhecida há mais de 3.000 anos, ainda é pouco utilizada no Brasil, sobretudo em regiões semiáridas.

Entre as espécies forrageiras indicadas para ensilagem, destaca-se o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), devido à facilidade de implantação, grande número de variedades, elevado rendimento forrageiro, qualidade nutricional razoável e boa palatabilidade (Costa, 2004).

Ressalta-se que a composição químico-bromatológica do capim-elefante pode variar de acordo com a cultivar, tratos culturais e manejo (Carvalho, 1985).

De outro lado, a fruticultura, um dos segmentos produtivos que compõem o agronegócio brasileiro, vem ganhando projeção tanto no mercado interno como externo, colocando o País como terceiro maior produtor de frutas do mundo. Numa área plantada de 2,3 milhões de hectares, a produção brasileira em 2017 foi de aproximadamente 41 milhões de toneladas de frutas frescas (Rozane et al., 2017), dos quais 9,33 milhões de toneladas foram produzidas na região Nordeste, resultante dos avanços das tecnologias de irrigação e de manejo que permitiram superar a limitação do déficit hídrico. Em resposta a esse desenvolvimento, o número de agroindústrias insta-

ladas tem aumentado consideravelmente, gerando incremento na produção de resíduos agroindustriais que podem ser aproveitados na dieta como alimento alternativo para ruminantes (Lousada Júnior et al., 2006), principalmente os provindos da produção de polpa de frutas congeladas e dos sucos.

O aproveitamento de resíduos agroindustriais na alimentação animal atualmente, além de ser visto como opção econômica de grande importância na redução do impacto ambiental, possibilita a produção de alimentos nobres e de boa qualidade, devido às suas características nutricionais (Cabrera Rodríguez et al., 2016).

Apresentando altos teores de ácido ascórbico (vitamina C), a acerola (*Malpighia puniceifolia* L.) é uma espécie frutífera arbustiva nativa das Américas, que foi introduzida no ano de 1950 no Brasil pela região Nordeste, oriunda de Porto Rico. O Brasil é o maior produtor, consumidor e exportador mundial de acerola; possui uma produção estimada de 150 mil toneladas da fruta por ano e aproximadamente 64% desse total é produzido na região Nordeste (Aguilera-Arango et al., 2020).

O resíduo de acerola representa 40% do volume total da produção, constituído por semente, casca e polpa, cuja composição química, em média, apresenta teores de 89,25% de matéria seca; 10,20% de proteína bruta; 71,44% de fibra em detergente neutro; 15,64% de hemicelulose; 20,11% de lignina; e 3,17% de extrato etéreo (Lousada Júnior et al., 2006; Maia et al., 2015). Contudo, é importante considerar que a composição química de determinado resíduo depende de fatores como a variedade genética, as características do solo, os métodos de cultivo, a época de colheita e o processamento industrial que são utilizados (Cabrera Rodríguez et al., 2016).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição química da silagem de capim-elefante com a adição de níveis crescentes do resíduo agroindustrial de acerola.

Ademais, práticas agropecuárias inovadoras, a exemplo da ensilagem de gramíneas adicionada de resíduos da agroindústria da acerola, razão deste trabalho, estão alinhadas ao ODS 2 e mais especificamente às metas 2.1 e 2.3, da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU).

As silagens foram confeccionadas na Unidade de Execução de Pesquisa de Parnaíba (UEP de Parnaíba), vinculada ao Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte (Embrapa Meio-Norte). O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos: Trat. 1 = 100% de capim-elefante (CE); Trat. 2 = 94% CE + 6% de resíduo de acerola (RA); Trat. 3 = 88% CE + 12% RA; Trat. 4 = 82% CE + 18% RA; e Trat. 5 = 76% CE + 24% RA; com quatro repetições (silos).

Foi utilizada a planta inteira de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar BRS Capiáçu, com 125 dias de idade e 3,53 m de altura. O resíduo de acerola utilizado foi obtido na indústria Rio Grande Polpa de Frutas, localizada no município de Teresina, Piauí. O resíduo, constituído por semente, casca e polpa, foi submetido à desidratação ao sol em áreas cimentadas durante 7 dias e, em seguida, triturado de modo a facilitar sua homogeneização com a gramínea.

Após pré-murchamento por 18 horas, o capim-elefante foi picado em máquina forrageira e, em seguida, misturado com o resíduo de acerola conforme os tratamentos.

As misturas foram acondicionadas em 20 minissilos, baldes de plásticos com capacidade de 20 L que foram vedados com fita adesiva, pesados e armazenados em área coberta durante 42 dias. Antes da ensilagem, as matérias-primas apresentaram composição químico-bromatológica conforme descrito na Tabela 1.

Após a abertura dos silos, amostras das silagens foram retiradas e envia-

das ao Laboratório de Análise Física e Química de Alimentos da UEP de Parnaíba. Foram coletadas amostras com aproximadamente 200 g de silagem para a análise de pH. No laboratório, foram retiradas subamostras de 9 g, às quais foram adicionados 60 mL de água destilada e, após repouso por 30 minutos, foi efetuada a leitura, utilizando-se um pHmetro digital de bancada, previamente aferido.

**Tabela 1.** Composição química do capim-elefante e do resíduo de acerola antes da ensilagem.

| Parâmetro              | Capim-elefante | Resíduo de acerola |
|------------------------|----------------|--------------------|
| Matéria seca (%)       | 27,68          | 80,64              |
| Proteína bruta (%)     | 5,90           | 13,03              |
| FDN (%) <sup>(1)</sup> | 72,11          | 70,55              |
| FDA (%) <sup>(2)</sup> | 42,21          | 55,78              |
| Cinzas (%)             | 6,38           | 6,31               |
| Hemicelulose (%)       | 29,90          | 14,77              |
| Extrato etéreo (%)     | 2,22           | 2,60               |

<sup>(1)</sup>Fibra em detergente neutro (FDN).

<sup>(2)</sup>Fibra em detergente ácido (FDA).

Além disso, outras amostras de cada silagem foram pesadas e colocadas em estufa com ventilação forçada a 65 °C até peso constante. Posteriormente, foram moídas através de malha de 1,0 mm para determinação da composição bromatológica. Foram estimados os teores de matéria

seca (MS), de proteína bruta (PB), de cinzas e de extrato etéreo (EE), segundo Silva e Queiroz (2002).

A digestão para obtenção da fibra em detergente neutro (FDN) foi realizada em aparelho de digestão de fibra (modelo Tecnal TE-149, similar ao Ankon). As amostras foram

colocadas em saquinhos de tecido de TNT 100 mm, com tamanho de 25 cm<sup>2</sup>, selados; em cada um, foi depositado 0,5 g de massa pré-seca moída em peneira de 1 mm.

Os teores de hemicelulose (HCEL) foram calculados pela diferença entre os teores de FDN e de fibra em detergente ácido (FDA).

Todos os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, cujas médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Infostat (Di Rienzo et al., 2012). Ademais, só foram consideradas as equações de regressão que apresentaram coeficientes de determinação  $\geq 50\%$ .

As análises químico-bromatológicas da silagem de capim-elefante associadas aos diferentes níveis do resíduo de acerola são apresentadas na Tabela 2.

Os valores de pH da silagem de capim-elefante foram incrementados quando associada aos níveis do resíduo de acerola (Tabela 2), cuja relação foi descrita pela equação  $y = 3,867 + 0,0092x$  ( $R^2 = 87,13$ ), os quais ficaram dentro da faixa ótima recomendada para boa qualidade de fermentação e conservação de silagens (3,7 a 4,2) (McDonald et al., 1991). O pH ideal para conservação da silagem é dependente da umidade do material ensilado e da

temperatura; em silagens com teor de MS superior a 20%, é aceitável um pH equivalente a 4,0 para se obter conservação satisfatória (Posenti et al., 2016). O pH é um dos principais fatores capazes de determinar o crescimento e a sobrevivência dos microrganismos presentes na silagem, além de ser empregado como parâmetro na qualificação da fermentação de ensilagem (Amaral et al., 2007), pois a acidificação da massa da forragem colhida é necessária para garantir sua satisfatória conservação.

Os teores de MS da silagem de capim-elefante foram diretamente proporcionais aos níveis dos resíduos de acerola ( $y = 27,728 + 0,5398x$ ;  $R^2 = 97,00$ ) (Tabela 2), os quais favoreceram o seu processo fermentativo. Tal fato está relacionado aos teores de MS do resíduo de acerola, de 80,64%, incrementando os teores de matéria seca quando utilizado em adição na ensilagem de capim-elefante. Para cada 1% de adição do resíduo de acerola, obtiveram-se acréscimos de 0,53 ponto percentual nos teores de MS. Esse resultado iguala-se aos reportados por Maia et al. (2015), após adicionarem níveis de 0,0 a 20% do resíduo de acerola à silagem de capim-elefante cortado aos 80 dias de idade, cujos teores foram estimados em 0,54 unidade percentual para cada 1% de subproduto de acerola adicionada na ensilagem.

**Tabela 2.** Potencial de hidrogênio (pH), teores de matéria seca (MS), de proteína bruta (PB), de fibra em detergente neutro (FDN), de fibra em detergente ácido (FDA), de extrato etéreo (EE) teores de hemicelulose (HCEL) e de cinzas das silagens de capim-elefante com subproduto de acerola, Parnaíba, PI.

| Variável   | Nível de resíduo de acerola na silagem de capim-elefante (%) |          |           |          | Equação de regressão | R <sup>(1)</sup> (%)   | CV <sup>(2)</sup> (%) |      |
|------------|--|----------|-----------|----------|----------------------|------------------------|-----------------------|------|
|            | 0  | 6        | 12        | 18       |                      |                        |                       | 24   |
| pH         | 3,89 c   | 3,87 c   | 3,99 b    | 4,06 a   | 4,07 a               | $y = 3,867 + 0,0092x$  | 87,13                 | 0,82 |
| MS (%)     | 27,60 e  | 31,51 d  | 33,63 c   | 37,49 b  | 40,80 a              | $y = 27,728 + 0,5398x$ | 97,00                 | 2,42 |
| PB (%)     | 5,37 b   | 6,36 c   | 6,89 b    | 7,78 a   | 8,02 a               | $y = 5,5405 + 0,1153x$ | 97,00                 | 3,07 |
| FDN (%)    | 70,23 a  | 69,61 a  | 68,13 a   | 67,98 a  | 66,68 a              | Sem efeito             | -                     | 2,70 |
| FDA (%)    | 44,18 d  | 45,15 cd | 45,96 bc  | 47,08 ab | 48,20 a              | $y = 44,122 + 0,1661x$ | 80,37                 | 1,73 |
| HCEL (%)   | 26,05 a  | 24,45 ab | 22,17 abc | 20,89 bc | 18,05 c              | $y = 27,528 - 0,312x$  | 68,00                 | 9,42 |
| EE (%)     | 2,17 a   | 2,15 a   | 2,18 a    | 2,25 a   | 2,35 a               | Sem efeito             | -                     | 7,37 |
| Cinzas (%) | 6,24 a   | 6,16 a   | 6,02 a    | 6,00 a   | 5,54 a               | Sem efeito             | -                     | 6,85 |

(1) R: coeficiente de determinação.

(2) CV (%): coeficiente de variação.

Médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A matéria seca é a fração do alimento restante após a remoção de toda a água, e é nessa fração que estão contidos os carboidratos, proteínas, minerais, lipídios e vitaminas dos alimentos. É um parâmetro de extrema relevância, principalmente quando obtido de alimentos volumosos, que normalmente apresentam umidade variável (Salman et al., 2010). Nussio et al. (2001) sugeriram teores entre 30 e 35% de MS para que a silagem esteja bem preservada. Silagens com elevados teores de MS podem evidenciar dificuldade de compactação e exclusão do ar durante a ensilagem, que podem reduzir o processo de fermentação, resultando em silagens de baixa qualidade nutricional (Acosta, 2002). Já as silagens com teores abaixo de 30% MS podem aumentar a produção de efluentes e estimular o crescimento de microrganismos indesejáveis, como os clostrídios (McDonald et al., 1991). Neste experimento, esses teores podem ser alcançados com a inclusão de  $\cong 4,20\%$  a  $\cong 13,48\%$  do resíduo de acerola na silagem de capim-elefante cultivar BRS Capiçu, quando cortado aos 125 dias de idade e pré-*emurhecimento* de 18 horas.

Ressalta-se que os teores de MS das silagens em geral dependem de vários fatores, como tipo e idade da planta, época do ano, fenologia da

planta, tipo de aditivo adicionado, tempo de exposição à secagem e condições de armazenamento (Lousada Junior et al., 2006).

Os teores de PB da silagem de capim-elefante foram ampliados pela adição do resíduo de acerola (Tabela 2). A equação de regressão revelou que cada 1% do resíduo de acerola aumenta em 0,1153 ponto percentual os teores de PB da silagem de capim-elefante. Os resultados aqui revelados estão associados aos teores de PB do resíduo, que apresentou 13,03% antes da ensilagem, incrementando os teores de proteína bruta em 49,35% no maior nível de inclusão, podendo inclusive baratear os custos de alimentação com o uso de ingredientes proteicos para formulação de concentrados. Maia et al. (2015), e Gonçalves et al. (2002) reportaram, respectivamente, incrementos de 0,13 e 0,22% a cada 1% de acréscimo do resíduo de acerola na silagem de capim-elefante.

É pertinente enfatizar que dietas com teor de PB inferior a 7% podem reduzir a digestibilidade dos constituintes fibrosos da parede celular e restringir o consumo, como consequência da lenta passagem dos alimentos pelo rúmen (Van Soest, 1994). Desse modo, calcula-se que é preciso no mínimo 12,67% do resíduo de acerola para que a silagem

de capim-elefante consiga prover esse limite. A partir das médias exibidas na Tabela 1, pode-se deduzir que, durante o processo fermentativo, houve a preservação das proteínas.

Os teores de FDN são constituídos, fundamentalmente, de celulose, de hemicelulose, de lignina e de proteína lignificada. Neste experimento, os teores de FDN da silagem de capim-elefante não foram afetados pelos resíduos de acerola (Tabela 2) em razão do elevado teor de FDN do resíduo de acerola. No entanto, os elevados teores de FDN obtidos das silagens exclusivas de capim-elefante e com adição dos subprodutos de acerola podem induzir a menor ingestão de MS, em razão do efeito físico de enchimento do rúmen pelo material extremamente fibroso, reduzindo a taxa de passagem do alimento pelo trato digestivo. Dessa forma, o consumo de MS é limitado por teores de FDN superiores a 60% (Van Soest, 1994). Apesar disso, observou-se leve tendência de redução da FDN com o nível de inclusão do subproduto de acerola, o que pode favorecer a qualidade da silagem com o uso do subproduto.

A FDA é constituída de celulose e de lignina, além de quantidades variáveis de cinza e de compos-

tos nitrogenados. Ela representa a quantidade de fibra que não é digerível, além de ser um indicador do valor energético do alimento (Macedo Júnior et al., 2007). Neste experimento, os teores de FDA foram proporcionais aos níveis do resíduo de acerola adicionados à silagem de capim-elefante (Tabela 2), explicado pela equação  $y = 44,122 + 0,1661x$ ;  $R^2 = 80,37$ .

Os incrementos dos teores de FDA das silagens de capim-elefante foram decorrentes dos elevados percentuais de FDA do resíduo de acerola. No momento da ensilagem, o capim-elefante apresentava 42,21% de FDA, enquanto o resíduo de acerola, 55,78%. Os teores de FDA têm conexão com os teores de lignina dos alimentos, que determinam a digestibilidade da fibra, pois quanto maior o teor de FDA, maior será o teor de lignina e, conseqüentemente, menor a digestibilidade do alimento. Segundo Lousada Junior et al. (2006) e Maia et al. (2015), os teores de lignina do resíduo de acerola podem superar 20%, visto que é composto, principalmente, por sementes, material naturalmente lignificado. Com isso é possível inferir que a adição de níveis elevados do subproduto de acerola pode reduzir o valor nutritivo das silagens, já que existe correlação ne-

gativa entre FDA e digestibilidade da MS (Van Soest, 1994).

Efeitos lineares positivos nos teores de FDA da silagem de capim-elefante também foram observados por Gonçalves et al. (2004) e Maia et al. (2015) após testarem níveis de 0 a 20% do resíduo de acerola adicionado à silagem de capim-elefante, cujas respectivas equações foram:  $y = 44,54 + 0,32x$ ;  $y = 9,66 + 0,29x$ .

O resíduo de acerola reduziu linear e significativamente os teores de hemicelulose (HCEL) das silagens, com declínios de 0,312 ponto percentual para cada 1% de adição do resíduo de acerola (Tabela 2). Pode-se inferir que a redução dos teores de hemicelulose está atribuída à menor participação do capim-elefante (29,90% HCEL) e ao incremento dos resíduos de acerola (14,77% HCEL) na ensilagem. Resultados decrescentes ( $y = 21,17 - 0,29x$ ) também foram registrados por Maia et al. (2015) após adicionarem níveis de 0,0 a 20% do resíduo de acerola à silagem de capim-elefante.

Assim como a celulose e a pectina, a hemicelulose é um carboidrato estrutural ligado à lignina e que faz parte da parede celular das plantas.

As espécies vegetais apresentam grandes variações de hemicelulose (10 a 25% de MS) em forragens, farelos e polpas, e menores valores em grãos de cereais (2 a 12%) (Giger-Reverdin, 1995).

Os teores de extrato etéreo da silagem de capim-elefante não foram modificados ( $p > 0,05$ ) pelos níveis dos resíduos de acerola (Tabela 2), haja vista a semelhança entre os materiais antes da ensilagem: capim-elefante, 2,22%; e resíduo da acerola, 2,60%. Para ruminantes, o teor ótimo de extrato etéreo na dieta é de 5%, podendo chegar a valores máximos de 7%, ambos com base na matéria seca da dieta.

Teores superiores aos mencionados podem comprometer a degradação ruminal dos alimentos, muitas vezes propiciado pelo encapsulamento de partículas, impedindo a aderência dos microrganismos, ou pelo efeito tóxico do extrato etéreo sobre os microrganismos (saponificação) (Ribeiro, 2010).

Os teores de cinzas da silagem de capim-elefante não foram influenciados ( $p > 0,05$ ) pelos níveis dos resíduos de acerola testados (Tabela 2), possivelmente como consequência da similaridade de

seus teores (Tabela 1). Segundo Carvalho (1985), independentemente da idade, os teores de cinzas do capim-elefante podem variar de 3,8 a 11,6%. Já o resíduo de acerola pode variar de 2,25 a 6,08%, conforme Maia (2015).

A determinação dos teores de cinzas ou matéria mineral fornece apenas uma indicação da riqueza da forrageira em elementos minerais. No entanto, de acordo com Jobim et al. (2010), também pode revelar perdas de compostos orgânicos em função da contaminação da forrageira com areia durante o corte, o que normalmente ocorre no processo de ensilagem, resultando em aumento dos teores de cinzas, e que pode causar efeitos negativos do poder tamponante no pH da silagem.

## Conclusões

- O resíduo de acerola é uma alternativa viável para produção de silagem mista com capim-elefante para alimentação dos ruminantes durante o período de estiagem.
- A adição de até 24% do resíduo de acerola na ensilagem de capim-elefante aumenta consideravelmente os níveis de pH, de matéria seca e de proteína bruta, provendo assim fermentações dentro dos padrões desejáveis.
- Os elevados níveis de FDN e de FDA do resíduo de acerola podem comprometer o consumo e a digestibilidade da MS da silagem de capim-elefante.
- A utilização do resíduo de acerola como aditivo à silagem de capim-elefante pode mitigar os impactos ambientais provocados pela agroindústria de polpas de frutas.

## Referências

- ACOSTA, Y. M. (ed.). **Ensilajes de pasturas**: algunas consideraciones para su confección. Montevideo: INIA, 2002. 13 p. (INIA. Boletín de Divulgación, 80).
- AGUILERA-ARANGO, G. A.; APARICIO, J. M. D. T.; RODRIGUEZ, J. O. O. *Acerola (Malpighia emarginata DC): fruta promissoria con posibilidades de cultivo en Colombia: una revisión. Avances en Investigación Agropecuaria*, v. 24, n. 2, p. 7-22, 2020.
- AMARAL, R. C. D.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R.; E REIS, R. A. Características fermentativas e químicas de silagens de capim-marandu

produzidas com quatro pressões de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 3, p. 532-539, 2007.

CABRERA RODRÍGUEZ, E.; LEÓN FERNÁNDEZ, V.; MONTANO PÉREZ, A. D. L. C.; DOPICO RAMÍREZ, D. Caracterización de residuos agroindustriales con vistas a su aprovechamiento. **Centro Azúcar**, v. 43, n. 4, p. 27-35, 2016.

CÂNDIDO, M. J. D.; FURTADO, R. N. (org.). **Estoque de forragem para a seca: produção e utilização da silagem**. Fortaleza: UFC. Imprensa Universitária, 2020. E-book. (Estudos da Pós-graduação). Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/53687>. Acesso em: 20 jul. 2023.

CARVALHO, L. de A. ***Pennisetum purpureum*, Schumacher**: revisão. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1985. 86 p. (EMBRAPA-CNPGL. Boletim de Pesquisa, 10).

COSTA, N. de L. (ed.). **Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. 219 p.

DI RIENZO, J. A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M. G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C. W. (2012). **InfoStat versión 2012**. Córdoba, Argentina, 2012: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. <http://www.infostat.com.ar>.

FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. D. Production systems - an example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, n. 2, p. 238 - 243, 2010.

GIGER-REVERDIN, S. Review of the main methods of cell wall estimation: interest and limits for ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v. 55, n. 3-4, p. 295-334, 1995.

GONÇALVES, J. de S.; NEIVA, J. N. M.; PIMENTEL, J. C. M.; POMPEU, R. C. F. F.; OLIVEIRA FILHO, G. S. de; LOBO, R. N. B.; VASCONCELOS, V. R. de; LOUSADA JÚNIOR, J. E. Avaliação do valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) com diferentes níveis de subproduto da acerola (*Malpighia glabra*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **A produção animal e a sociedade brasileira**: anais. Recife: UFRPE: SBZ, 2002. 1 CD-ROM.

GONÇALVES, J. de S.; NEIVA, J. N. M.; VIEIRA, N. F.; OLIVEIRA FILHO, G. S. de; LOBO, R. N. B. Valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com adição de diferentes níveis dos subprodutos do processamento de acerola (*Malpighia glabra* L.) e de goiaba (*Psidium guajava* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, n. 1, p. 131-137, jan./jun. 2004.

JOBIM, C. C.; CALIXTO JÚNIOR, M.; BUMBIERIS JÚNIOR, V. H.; OLIVEIRA, F. C. L. de. Composição química e qualidade de conservação de silagens de grãos de milho (*Zea mays* L.) com diferentes níveis de grãos de soja (*Glycine max* Merrill). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 773-781, jul./set. 2010.

LOUSADA JÚNIOR, J.; COSTA, J. M. C. DA, NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 1, p. 70-76, 2006.

MACEDO JÚNIOR, G. L.; ZANINE, A. M.; BORGES, I.; PÉREZ, J. R. O. Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. **Ciência Animal**, v. 17, n. 1, p. 7-17, 2007.

MAIA, I. S. A. S. **Composição químico-bromatológica e avaliação sensorial de silagens de capim elefante *Pennisetum purpureum*, Schum. com níveis de resíduos da acerola e tamarindo.** 2015. 68 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró.

MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage.** 2nd ed. Marlow: Chalcombe, 1991. 340 p.

MOLINA, A. M. G.; ROA, L. B.; ALZATE, S. R.; LEÓN, J. G. S. D.; ARANGO, A. F. B. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. **Revista Lasallista de Investigación**, v. 1, n. 1, p. 66-71, 2004.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; DIAS, F. N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. [Anais...]. Maringá: UEM : CCA : DZO, 2001. p. 127-145.

POSSENTI, R. A.; ARANTES, A. M.; BRÁS, P.; ANDRADE, J. B.; FERRARI JÚNIOR, E. Avaliação nutritiva da silagem

de cártamo, produção de biomassa, grãos e óleo. **Boletim de Indústria Animal**, v. 73, n. 3, p. 236-243, 2016.

RIBEIRO, L. S. O. **Torta de algodão e de mamona na ensilagem de capim-elefante.** 2010. 86 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sul da Bahia, Itapetinga.

ROZANE, D. E.; BRUNETTO, G.; NATALE, W. Manejo da fertilidade do solo em pomares de frutíferas. **Informações Agrônomicas**, v. 160, p. 16-29, 2017.

SALMAN, A. K. D.; FERREIRA, A. C. D.; SOARES, J. P. G.; SOUZA, J. P. de. **Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos.** Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2010. 21 p. (Embrapa Rondônia. Documentos, 136).

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 166 p.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant.** Ithaca: Cornell University, 1994. 476 p.

**Embrapa Meio-Norte**

Av. Duque de Caxias, 5.650,  
Bairro Buenos Aires,  
Caixa Postal 01  
CEP 64008-780, Teresina, PI  
Fone: (86) 3198-0500  
[www.embrapa.br/meio-norte](http://www.embrapa.br/meio-norte)  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

1ª edição (2023): formato digital



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA  
E PECUÁRIA



Comitê Local de Publicações

Presidente  
*Braz Henrique Nunes Rodrigues*  
Secretária-executiva  
*Edna Maria Sousa Lima*

Membros: *Lígia Maria Rolim Bandeira, Orlane da Silva Maia, Maria Eugênia Ribeiro, Kaesel Jackson Damasceno Silva, Ana Lúcia Horta Barreto, José Oscar Lustosa de Oliveira Júnior, Marcos Emanuel da Costa Veloso, Flávio Favaro Blanco, Francisco de Brito Melo, Izabella Cabral Hassum, Tânia Maria Leal, Francisco das Chagas Monteiro, José Alves da Silva Câmara.*

Supervisão editorial  
*Lígia Maria Rolim Bandeira*

Revisão de texto  
*Francisco de Assis David da Silva*

Normalização bibliográfica  
*Orlane da Silva Maia (CRB-3/915)*

Diagramação  
*Jorimá Marques Ferreira*

Fotos da capa  
*João Avelar Magalhães*