

Avaliação nutricional e digestibilidade da silagem de restos culturais de abacaxi pérola em diferentes tamanhos de partículas



<https://doi.org/10.56238/interdiinovationscresce-079>

Maria Luiza de Souza e Silva

Mestre em Zootecnia - Pesquisadora voluntária
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/7048333193587669> -
E-mail: malusouza.1360@gmail.com

Heytor Lemos Martins

Mestre em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista - Júlio de Mesquita Filho
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/7457136318480722>
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5786-2678>
E-mail: heytor.lemos18@gmail.com

Jhansley Ferreira da Mata

Doutorado em Agronomia
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/1421305037766063>
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8452-7368>
E-mail: jhansley.mata@uemg.br

Vanessa Amaro Vieira

Doutorado - Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0454-5713>
E-mail: vanessa.vieira@fatectq.edu.br

Mauro dal Secco de Oliveira

Professor Titular - Bovinocultura de leite - Departamento de Zootecnia - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal – Brasil
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/0601409166324969>
E-mail: mauro@fcav.unesp.br

RESUMO

A cultura do abacaxi pérola, produzido para venda in natura, gera grande quantidade de restos culturais que tem potencial para utilização na alimentação de ruminantes na forma de silagem. O experimento teve como objetivo avaliar o valor nutricional e digestibilidade in vitro da silagem de restos culturais de abacaxi pérola em diferentes tamanhos de partículas. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 4 com dois tamanhos de partículas (20 e 50 mm) e 4

tempos de fermentação (30, 60, 90 e 120 dias após ensilagem) com 4 repetições. A cada tempo de fermentação foram coletadas 8 amostras para determinação da matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), nutrientes digestíveis totais (NDT), carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF) e valores de pH. A digestibilidade in vitro da matéria seca, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido (DIVFDA) foram determinados a partir de um ensaio realizado em Fermentador Ruminal Ankom® (“Daisy-II Fermenter”), em esquema fatorial 2 x 2, com 2 tempos de fermentação (30 e 90 dias) e dois tamanhos de partículas. As médias dos dados observados de cada tratamento foram submetidas à análise de variância e comparadas através do teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Não houve interação ($P > 0,05$) entre os teores de MS, MO, PB, FDN, FDA, HEM, MM, NDT, CT e CNF, exceto para o teor de EE e pH ($P < 0,05$). Verificou-se que o teor de EE aumentou 42% quando a silagem permaneceu armazenada durante 60 dias com tamanhos de partículas de 50 mm. Houve interação ($P < 0,05$) aos 90 dias de fermentação em relação aos dois tamanhos de partículas, quando os valores do pH foram de 4,19 para 20 mm e 4,15 para 50 mm ($P < 0,05$). A DIVFDA aumentou 38,11% quando a silagem permaneceu armazenada durante 90 dias com tamanhos de partículas de 50 mm ($P < 0,05$). Concluiu-se que a picagem do material poderá ser feita de acordo com a disponibilidade do tipo de ensiladeira. Quanto à digestibilidade, se recomenda a abertura dos silos com 60 dias de fermentação para que o pH atinja o parâmetros recomendados.

Palavras-chave: Abacaxicultura, Alimento alternativo, Ananás comosus L. Merrill, Volumoso, Nutrição animal.



1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro país com maior produção mundial de abacaxi, com 1.637.126 toneladas, ficando atrás de Filipinas e Costa Rica; sendo destaque na produção brasileira os estados do Pará, Paraíba e Minas Gerais (CONAB, 2020; FAO, 2022). Portanto, a produção de abacaxi é de grande interesse econômico, sendo cultivado em várias regiões do país (SOUZA; COUTINHO; TORRES, 2010).

O aumento da produtividade e a melhoria da qualidade da fruta possibilita a produção de mais frutas por hectare, conseqüentemente uma maior produção de restos culturais. O estado de Minas Gerais se destaca como terceiro maior produtor de abacaxi do país, onde em 2019, a produção alcançou 179,3 mil toneladas em 6000 ha de área plantada (SEAPA, 2020), desta cerca de 95% da produção está localizada na região do Triângulo Mineiro (IBGE, 2017).

Outro destaque é o plantio das principais variedades para indústria e mesa, respectivamente, o abacaxi *Smooth Cayenne* (Havaiano) e o abacaxi Pérola (IBGE, 2017). A produção é realizada, predominantemente, por pequenos agricultores, em áreas menores que cinco hectares, em média, sem irrigação, com poucas práticas de manejo e destinadas, em grande parte, à variedade Pérola (SOUZA et al., 2007; RODRIGUES et al., 2010).

Isto se deve ao cultivar produzido, o abacaxi Pérola que, pelas características de sua planta proporciona maior densidade de plantio. Assim sendo, estas regiões produzem grande sobra de restos culturais. Neste contexto, o fruticultor tem buscado novas formas de aproveitamento destes restos, com a finalidade de minimizar os impactos ambientais e prevenir doenças na lavoura.

Os restos culturais da planta de abacaxi são uma fonte de forragem de uso limitado nos locais onde é cultivado, entretanto, apresenta potencial para o aumento da produção animal (MARIN et al., 2002). A alimentação é o custo que mais onera a produção pecuária. Deste modo, a utilização de alimentos alternativos é cada vez mais empregada no cenário atual. O aumento da produtividade exige maior utilização de insumos alimentícios para cobrir os períodos críticos do ciclo anual de produção de forragens e melhor expressão do potencial genético dos bovinos. A utilização de silagem de restos culturais de abacaxi perola torna-se, portanto, uma alternativa viável visando a redução dos custos da alimentação assim como uma forma de minimizar a contaminação ambiental, visto que é grande a quantidade de resíduos vegetais produzidos (SANTOS et al., 2010).

Neste contexto, os restos culturais de abacaxi poderiam servir como alimento na forma de silagem, inclusive contribuindo para baixar o custo da ração para vacas leiteiras. O processo da ensilagem segue o mesmo procedimento para a planta de milho, podendo ser utilizados silos trincheiras ou de superfície. A silagem tem sido utilizada de forma empírica, sendo necessários estudos com a finalidade de possibilitar seu uso racional como volumoso, para que seu aproveitamento pelo animal seja mais eficiente, o que depende basicamente do conhecimento da composição bromatológica e da



digestibilidade de seus nutrientes. Assim, o presente estudo teve por objetivo avaliar o valor nutricional e digestibilidade *in vitro* da silagem de restos culturais de abacaxi pérola em diferentes tamanhos de partículas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido nos Laboratório de Nutrição Animal e na Unidade Animal de Estudos Digestivos e Metabólicos e no setor de Bovinocultura de Leite da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, Universidade Estadual de São Paulo (FCAV/ UNESP), durante o período de julho de 2012 a julho de 2013.

Os restos culturais de abacaxi pérola foram picados em picadeira móvel de forragens com acionamento hidráulico de precisão para altura de corte (JF92 Z10), dotada de 10 facas para cortes conforme a regulagem. O material foi ensilado em silos artificiais constituídos de sacos plásticos duplos com 50 cm x 80 cm de tamanho e peso em torno de 30 kg, sendo preparados 32 silos artificiais, 16 com tamanhos de partículas de 20 mm e 16 com tamanhos de partículas de 50 mm; com tempos de abertura programados para cada 30 dias.

Os silos artificiais foram mantidos em ambiente fechado, livre de umidade, cobertos com lona escura, etiquetados com dados como dias de fermentação, tamanhos de partículas e datas de aberturas; sendo colocados em ordem de retirada para a coleta de amostras evitando assim a incidência de luz nos outros silos. A cada 30 dias, 4 silos com tamanhos de partículas de 20 mm e outros 4 com partículas de 50 mm foram abertos até completar 120 dias. Foram retiradas amostras de cerca de 500g da parte central do silo, devidamente embaladas em saco plástico, identificadas e congeladas para posterior análise bromatológica.

A cada período de coleta foi retirada cerca de 50 g de amostra fresca de cada tratamento, que foram encaminhadas ao laboratório da Universidade Estadual de Minas Gerais, Campus de Frutal, para a determinação do pH, de acordo com metodologia descrita por Silva e Queiroz (2009).

Ao final do período dos 120 dias, as amostras de silagem de restos culturais de abacaxi Pérola foram descongeladas, sendo utilizados 300 g para análise bromatológica. As amostras foram pré-secadas em estufa com ventilação forçada de ar a 55°C por 72 horas e moídas em moinho tipo Willey em peneiras com malhas de 1 mm, armazenadas e identificadas em potes plásticos. Em seguida, foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, Universidade Estadual de São Paulo (FCAV/ UNESP para a realização das análises bromatológicas, sendo determinados os teores de matéria seca, matéria mineral, proteína bruta, extrato etéreo segundo AOAC (1990), fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido segundo Van Soest et al. (1991) e hemicelulose por diferença entre os teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido.



Os valores de carboidratos totais foram determinados segundo metodologia descrita por Sniffen et al. (1992), em que: $CHOT = 100 - (PB + EE + CINZAS)$ e os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados de acordo Mertens (1997), onde $CNF = 100 - (FDN + PB + EE + CINZAS)$. Os nutrientes digestíveis totais foram obtidos pela fórmula $NDT = 87,84 - (0,7 \times FDA)$, onde FDA é fibra em detergente ácido (RODRIGUES, 2010).

Para as análises bromatológicas foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4×2 , com 4 tempos de fermentação (30, 60, 90 e 120 dias de fermentação) e 2 tamanhos de partículas (20 e 50 mm) com 4 repetições.

Para obtenção do inóculo de líquido ruminal foi utilizado um bovino macho castrado, sem padrão racial definido, canulado no rúmen, com aproximadamente 500 kg, como animal doador de conteúdo ruminal. Durante o período de adaptação o animal foi mantido em confinamento recebendo diariamente 15 kg de silagem de restos culturais de abacaxi pérola, 2 kg de concentrado, divididos em duas refeições, além de água à vontade. Após o período de adaptação de 15 dias, antes da primeira refeição da manhã, o conteúdo ruminal foi coletado, filtrado em tecido de algodão, sendo o líquido ruminal transportado em garrafas térmicas contendo água previamente aquecida a 39°C , até o local de incubação.

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), da fibra em detergente neutro (DIVFDN), e da fibra em detergente ácido (DIVFDA) foram determinadas a partir de um ensaio realizado em Fermentador Ruminal Ankom[®] (“Daisy-II Fermenter”). A incubação foi feita utilizando-se amostras de silagem de restos culturais de abacaxi pérola com 2 tempos de fermentação, 30 e 90 dias em dois tamanhos de partículas, 20 e 50 mm.

Foram pesados 0,500 gramas das amostras em cada saquinho de digestão F57[®], posteriormente selados e colocados nos jarros de digestão (até 25 saquinhos por jarro), contendo solução previamente preparada. Em cada jarro foram adicionados 1600 mL de uma solução tampão previamente aquecida (39°C), constituída pela mistura de duas soluções A e B, na relação 5:1, respectivamente. A solução A foi constituída por: 10 g L^{-1} de KH_2PO_4 ; $0,5 \text{ g L}^{-1}$ de $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; $0,5 \text{ g L}^{-1}$ de NaCl ; $0,1 \text{ g L}^{-1}$ de CaCl_2 e $0,5 \text{ g L}^{-1}$ de uréia-grau reativo. A solução B foi constituída por: 15 g L^{-1} de Na_2CO_3 e $1,0 \text{ g L}^{-1}$ de $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$. Em seguida foi adicionado o inóculo de líquido ruminal em cada jarro (400 mL por jarro). As amostras foram incubadas por 48 horas, sendo após esse período, realizado um segundo estágio com adição de 8 g de pepsina e 40 mL de HCl 6N em cada jarro, mantendo-se o sistema aquecido por mais 24 horas, sendo a temperatura controlada e conferida constantemente por termômetros digitais.

Após o período de incubação das amostras, os saquinhos foram lavados em água corrente e levados a estufa a 65°C por 72 horas, para determinação do teor de MS das amostras em estufa a 105°C . Para a DIVFDN e DIVFDA, os saquinhos foram secos em estufa a 65°C , pesados e posteriormente



levados ao Analisador de Fibras Ankom®, para a determinação dos teores de FDN e de FDA de forma sequencial.

Para os cálculos das porcentagens da DIVMS, DIVFDN e da DIVFDA, utilizou-se a seguinte fórmula: $DIV, \% = (W3 - W1) \times 100/W2$, onde: W1 = peso da tara do saco filtro; W2 = peso da amostra; W3 = peso final do saco filtro, depois de 24 h de digestão com pepsina + ácido clorídrico.

Para a digestibilidade *in vitro* foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2, sendo 2 tempos de fermentação (30 e 90 dias de fermentação) com 2 tamanhos de partículas (20 e 50 mm) com 5 repetições. As médias dos dados foram submetidas à análise de variância e comparadas através do teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o AgroEstat, v.1.1.0.701, (BARBOSA e MALDONADO Jr., 2014). O modelo matemático utilizado para a composição bromatológica e para a digestibilidade *in vitro* foi: $Y_{ijk} = m + TF_i + TP_k + (TF TP)_{ik} + e_{ijk}$, onde: **m** = média geral; **TF_i** = efeito o i-ésimo tempo de fermentação; **TP_k** = efeito do k-ésimo tamanho de partícula; **(TF TP)_{ik}** = efeito da interação entre o i-ésimo tempo de fermentação e o k-ésimo tamanho de partícula; **e_{ijk}** = erro experimental.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 está expressa a composição bromatológica da silagem de restos culturais de Abacaxi pérola com 4 tempos de fermentação e 2 tamanhos de partículas.

Nota-se que não houve interação ($P > 0,05$) entre os teores de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose, matéria mineral, nutrientes digestíveis totais, carboidratos totais e carboidratos não fibrosos, exceto para os teores de extrato etéreo ($P < 0,05$) e pH ($P < 0,05$), em relação ao tempo de fermentação e tamanho de partículas.



Tabela 1 - Valores médios na Matéria Seca (MS), em porcentagem, de Matéria Orgânica (MO), Extrato Etéreo (EE), Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA), Hemicelulose (HEMI), Matéria Mineral (MM), Nutrientes Digestíveis Totais (NDT), Carboidratos Totais (CT), Carboidratos não Fibrosos (CNF) e pH, de silagem de restos culturais de abacaxi pérola. Frutal-MG. 2012/2013.

	Tratamentos				Teste		Tratamentos		Teste		F para interação	
	Tempos de fermentação, dias (T)				F	DMS	Tamanho de partícula, mm (TP)		F	DMS		
	30	60	90	120			20	50			TxTP	CV
MS	18,91 ^a	18,16 ^a	18,40 ^a	19,28 ^a	1,89 ^{NS}	1,43	18,8 ^a	18,58 ^a	0,36 ^{NS}	0,76	2,69 ^{NS}	5,57
MO	94,69 ^a	94,93 ^a	94,93 ^a	95,12 ^a	0,34 ^{NS}	1,37	94,60 ^a	95,20 ^a	2,97 ^{NS}	0,72	0,32 ^{NS}	1,04
EE	1,94 ^a	2,33 ^a	2,25 ^a	2,06 ^a	1,96 ^{NS}	0,50	2,10 ^a	2,19 ^a	0,30 ^{NS}	0,26	4,16 [*]	17,04
PB	5,27 ^a	5,43 ^a	5,51 ^a	5,40 ^a	0,73 ^{NS}	0,46	5,53 ^a	5,28 ^b	4,30 [*]	0,24	0,82 ^{NS}	6,23
FDN	52,46 ^a	53,49 ^a	49,91 ^a	54,39 ^a	2,20 ^{NS}	5,09	52,96 ^a	52,95 ^a	0,37 ^{NS}	2,69	1,45 ^{NS}	7,02
FDA	20,02 ^a	31,48 ^a	30,40 ^a	31,77 ^a	2,90 ^{NS}	2,85	30,81 ^a	30,52 ^a	0,16 ^{NS}	1,51	1,03 ^{NS}	6,75
HEMI	23,44 ^a	22,01 ^a	19,50 ^a	22,62 ^a	1,29 ^{NS}	5,83	22,14 ^a	21,65 ^a	0,11 ^{NS}	3,08	0,59 ^{NS}	19,29
MM	5,37 ^a	5,06 ^a	5,07 ^a	4,88 ^a	0,34 ^{NS}	1,37	5,40 ^a	4,79 ^a	2,97 ^{NS}	0,72	0,32 ^{NS}	19,48
pH	3,81 ^b	3,87 ^b	4,17 ^a	3,87 ^b	17,66 ^{**}	0,14	3,94 ^a	3,92 ^a	0,31 ^{NS}	0,08	3,39 [*]	2,75
NDT ⁺	67,53 ^a	65,80 ^a	66,55 ^a	65,60 ^a	2,89 ^{NS}	1,99	66,27 ^a	66,47 ^a	0,16 ^{NS}	1,06	1,03 ^{NS}	2,18
CHOT ⁺⁺	87,42 ^a	87,17 ^a	87,16 ^a	87,65 ^a	0,34 ^{NS}	1,57	86,96 ^a	87,74 ^a	3,70 ^{NS}	0,83	0,72 ^{NS}	1,30
CNE ⁺⁺⁺	34,95 ^a	33,68 ^a	37,25 ^a	33,26 ^a	2,06 ^{NS}	4,87	34,00 ^a	35,56 ^a	1,55 ^{NS}	2,58	1,84 ^{NS}	10,16

Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). NS, *, **: não significativo; significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste Tukey, respectivamente.

CV (%) = Coeficiente de variação. DMS (%) = Diferença mínima significativa.

⁺ Médias calculadas segundo RODRIGUES, 2010, onde $NDT = 87,84 - (0,7 \times FDA)$, em % na MS

⁺⁺ Médias calculadas segundo McDOWELL et al. (1974), onde $CHOT = 100 - (PB + EE + MM)$, em % na MS

⁺⁺⁺ Médias calculadas segundo Mertens (1997), onde $CNF = 100 - (PB + EE + CINZAS)$, em % na MS

Pinto et al. (2005), Fagundes e Fagundes (2010), encontraram resultados semelhantes na composição bromatológica do que denominaram de feno de abacaxi, que é composto por plantas trituradas com máquina forrageira e exposta ao sol por 3 dias. A média de 5,95% de proteína bruta, não diferiu muito dos resultados encontrados nos 4 tempos de fermentação, 2,54% de extrato etéreo, resultado 30 % maior do que o encontrado aos 30 dias de tempo de fermentação no presente experimento.

A acidez é fator importante na conservação de silagem, pois atua inibindo ou controlando o desenvolvimento de microrganismos prejudiciais, como as bactérias do gênero *Clostridium*. O valor de pH indica se a fermentação foi satisfatória, sendo sua determinação utilizada na avaliação da qualidade de silagem (PEREIRA et al., 2007).

Comparando-se os teores de fibra em detergente neutro e de fibra em detergente ácido, médias de 52,69% e 29,16%, respectivamente, com os teores encontrados para silagem de milho por Zanine (2007), médias de 66,11% e 32,96%, respectivamente, a silagem de restos culturais de abacaxi pérola apresentou um decréscimo de 13% no teor de fibra em detergente ácido.

Muller (1978), citado por Fagundes (2010), afirma que os teores de nutrientes digestíveis totais de gramíneas e leguminosas tropicais apresentam valores em torno de 55%, enquanto teores encontrados neste experimento ficaram, em média, em torno de 66%, o que representa um acréscimo de 20%.



O desdobramento da interação entre tempo de fermentação e tamanhos de partículas para os teores de extrato etéreo (Tabela 2) mostrou que os teores médios de extrato etéreo foram maiores quando a silagem permaneceu mais tempo em fermentação, sendo a maior diferença de 1,91 e 2,44% de extrato etéreo ($P < 0,01$). Esta diferença corresponde a um aumento de 27,74% do tempo de 90 em relação a 60 dias de fermentação com tamanho de partícula de 20 mm.

Tabela 2. Desdobramento da interação entre tempos de fermentação e tamanho de partículas para o extrato etéreo da silagem de restos culturais de abacaxi pérola.

TP (mm)	T (dias)				Teste F	DMS (5%)
	30	60	90	120		
20	1,95aA	1,91aB	2,44aA	2,12aA	1,74 ^{NS}	0,71
50	1,93bA	2,75aA	2,06abA	2,01bA	4,32*	
Teste F	0,01 ^{NS}	10,52**	2,15 ^{NS}	0,19 ^{NS}		
DMS (5%)	0,53					

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas (maiúscula) e nas linhas (minúscula), diferem entre si, pelo teste Tukey. NS = não significativo; *($P < 0,05$); **($P < 0,01$); DMS = diferença mínima significativa; T = Tempo de fermentação; TP = Tamanhos de partículas.

Do ponto de vista do teor de extrato etéreo é interessante que o período de fermentação seja de 90 dias, isto quando os restos culturais de abacaxi forem ensilados com tamanhos de partículas de 20 mm. Se a picagem for feita permitindo tamanhos de partículas de 50 mm, torna-se interessante manter o silo fechado até o período de fermentação de 60, visto que, o aumento do teor de extrato etéreo dos 30 aos 60 dias de fermentação foi de 42%. Considerando-se os valores de extrato etéreo aos 30 dias de fermentação, independentemente do tamanho de partículas, caso haja necessidade de abertura do silo, a silagem terá menores teores de extrato etéreo.

Por meio do desdobramento da interação entre tempos de fermentação e tamanho de partículas para pH, verificou-se que não houve diferença ($P > 0,05$) aos 90 dias de fermentação em relação aos tamanhos de partículas de 20 e 50 mm. O pH apresentou valores de 8,04% e 6,68% maiores em relação aos valores de 30 e 60 dias de fermentação, voltando ao mesmo patamar com 120 dias de fermentação (Tabela 3).

Possenti et al. (2005) estudando os parâmetros bromatológicos e fermentativos de silagens de milho e girassol, observaram que não se obtém um pH estável nas silagens, o que se deve à deficiência de carboidratos solúveis ou devido à umidade excessiva do material, o que se pode notar na silagem de restos culturais de abacaxi, devido ao teor elevado de umidade. O valor de pH apropriado para promover uma eficiente conservação da forragem ensilada depende do conteúdo de umidade da silagem (CUNHA et al., 2009).

Tomich et al. (2004), relataram que valores de pH entre 3,8 e 4,2 são considerados adequados às silagens bem conservadas, pois nessa faixa se tem a restrição das enzimas proteolíticas da planta e de enterobactérias e clostrídeos.



Tabela 3. Desdobramento da interação entre tempo de fermentação e tamanhos de partículas para o pH, da silagem de restos culturais de abacaxi pérola.

TP (mm)	T (dias)				Teste F	DMS (5%)
	30	60	90	120		
20	3,73bB	3,88aB	4,19aA	3,96aB	12,35**	0,21
50	3,89bA	3,85aB	4,15aA	3,78bB	8,70**	
Teste F	4,64*	0,18 ^{NS}	0,27 ^{NS}	5,37*		
DMS(5%)	0,15					

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas (maiúscula) e nas linhas (minúscula), diferem entre si, pelo teste Tukey. NS = não significativo; *(P<0,05); **(P<0,01); DMS = diferença mínima significativa; T = Tempo de fermentação; TP = Tamanhos de partículas.

No presente experimento, o pH da silagem de restos culturais de abacaxi variou, nos diferentes tempos de fermentação entre 3,73 e 4,19. A menor média obtida aos 30 dias de fermentação, com tamanho de partícula de 20 mm, se aproxima da faixa ideal de 3,8 relatado por Tomich et al. (2004) e Cunha et al. (2009), porém esse valor não pode ser considerado ideal, recomendando-se a espera por 60 dias para abertura do silo. Valores semelhantes também foram encontrados por Cunha et al. (2009) ao comparar silagens de proporções diferentes de resíduo industrial de abacaxi e maniçoba e Pereira et al. (2007) em avaliação de silagens de milho.

3.1 DIGESTIBILIDADE *IN VITRO*

Não houve interação (P>0,05) entre os tempos de fermentação e tamanho de partículas para os valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e da fibra em detergente neutro (DIVFDN), conforme ilustrado na Tabela 4. As médias da DIVMS estão abaixo dos valores encontrados por Lousada Júnior et al. (2006) em relação ao resíduo industrial de abacaxi, que foi de 61,31%. Esse mesmo resíduo industrial de abacaxi apresenta alto teor de hemicelulose, 40,65%, em contraste com a silagem de restos culturais de abacaxi que apresentou uma variação de 19 a 23% no teor de hemicelulose.

Tabela 4. Valores médios, em porcentagem, da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), fibra em detergente neutro (DIVFDN) e da fibra em detergente ácido (DIVFDA) da silagem de restos culturais de abacaxi pérola.

TRATAMENTOS	DIVMS	DIVFDN	DIVFDA
T (dias)			
30	57,58	32,12	16,72
90	56,00	34,76	20,43
Test F	1,00 ^{NS}	4,68*	27,30**
DMS (5%)	3,33	2,58	1,50
TP (mm)	DIVMS	DIVFDN	DIVFDA
20	57,51	33,40	18,07
50	56,08	33,48	19,09
Test F	0,84 ^{NS}	0,00 ^{NS}	2,09 ^{NS}
DMS (5%)	3,33	2,58	1,50
F para interação	DIVMS	DIVFDN	DIVFDA



T x TP	2,23 ^{NS}	2,41 ^{NS}	11,44 ^{**}
CV, %	6,19	8,16	8,54

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas (maiúscula) e nas linhas (minúscula), diferem entre si, pelo teste Tukey. NS = não significativo; *(P<0,05); **(P<0,01); CV = Coeficiente de variação; DMS = Diferença mínima significativa; T = Tempo de Fermentação; TP = Tamanhos de partículas.

Com relação à DIVFDN e da DIVFDA (Tabela 5) houve interação entre tempo de fermentação e tamanho de partículas da silagem de restos culturais de abacaxi pérola.

Aos 90 dias de fermentação com tamanho de partícula de 50 mm a DIVFDA apresentou um acréscimo de 18,26% em relação ao mesmo período com 20 mm de tamanho de partículas. Em relação ao mesmo tamanho de partículas de 50 mm, com 90 dias de fermentação apresentou um acréscimo de 38,11%, em relação aos 30 dias de fermentação.

Avaliando a inteiração do tamanho de partícula em relação ao tempo, observa-se que dentro dos dias não existe diferença para os tamanhos da partícula, porém, quando verificado o tempo em dias dentro de cada tamanho de partícula, verifica-se um aumento de 6,99% da fibra em detergente ácido (DIVFDA) dos 30 para os 90 dias no tamanho de 20 mm. Para o tamanho de 50 mm, observa-se um aumento de 27,60% da fibra em detergente ácido (DIVFDA) (Tabela 5).

Tabela 5. Desdobramento da interação entre tempo de fermentação e tamanhos de partículas para a digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente ácido (DIVFDA), em porcentagem das diferentes silagens de restos culturais de abacaxi pérola.

TP (mm)	T (dias)		Teste F	DMS (5%)
	30	90		
20	17,41bA	18,72aA	1,70 ^{NS}	2,12
50	16,03bA	22,14aA	37,05 ^{**}	
Teste F	1,88 ^{NS}	11,65 ^{**}		
DMS (5%)	1,5			

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas (maiúscula) e nas linhas (minúscula), diferem entre si, pelo teste de Tukey. NS = não significativo; *(P<0,05); **(P<0,01); DMS = diferença mínima significativa; T = Tempo de Fermentação; TP = Tamanho de partículas.

4 CONCLUSÕES

Como o tamanho de partículas e o tempo de fermentação praticamente não influenciaram a composição nutricional da silagem, a picagem do material poderá ser feita de acordo com a disponibilidade do tipo de ensiladeira, em tamanho de partícula com 20 mm ou com 50 mm.

Sobre a digestibilidade da silagem de restos culturais de abacaxi pode ser utilizada a partir dos 30 dias de fermentação, proveniente tanto de partículas maiores ou menores, porém é recomendável que se aguarde os 60 dias de fermentação, para que o pH atinja os limites recomendados.

Como apresenta potencial para a alimentação de vacas leiteiras, havendo disponibilidade de área, o custo para o produtor de leite pode ser minimizado em função da obtenção da silagem de resíduos culturais na própria fazenda. Sugerem-se novas pesquisas com o intuito de verificar o desempenho de vacas leiteiras alimentadas com silagem restos culturais de abacaxi, inclusive com



análise econômica, apontando sua viabilidade em relação ao custo do quilograma de leite produzido e a lucratividade.

A comercialização da silagem de restos culturais de abacaxi pérola fecha o ciclo de produção para o abacaxicultor, minimizando os custos na implantação de nova cultura. Para o lavourista, o corte dos restos culturais do abacaxi pérola se torna uma forma barata de limpeza da área para novos plantios, havendo uma interação entre o abacaxicultor e o produtor de leite.

Essa interação causa impacto na pecuária leiteira localizada nas proximidades de plantações de abacaxi, pois a produção da silagem de restos culturais de abacaxi reduz os custos da alimentação animal, reduzindo ainda os custos do produto ao consumidor. O corte dos restos culturais de abacaxi perola para silagem viabiliza o controle da cochonilha branca e da fusariose, pela menor utilização de defensivos para seu controle, previne a compactação do solo pelo menor número de passadas de máquinas no terreno, evitando ainda a queima dos restos culturais, amenizando a poluição ambiental que essa prática acarreta.

O produtor que queira tratar de seus animais durante todo o ano sempre encontrará material disponível para ensilagem, pois a produção da fruta se dá durante quase todo o ano. E com a determinação da valor nutricional da silagem de restos culturais de abacaxi pérola, torna-se interessante a associação de outro ingrediente, como por exemplo a polpa cítrica, com a finalidade de aumentar o teor de matéria seca e proteína da ração.

Finalizando, a silagem de restos culturais de abacaxi é mais uma alternativa viável de alimentação de ruminantes, por apresentar baixo custo de produção e valor nutricional comparável a outros resíduos utilizados para esse fim.



REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official methods of analysis. 15. ed. Washington, DC, 1990. 1141 p.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JR, W. - AgroEstat. Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agrônomicos: Versão 1.1.0.711: 2014.
- CUNHA, M. G. G.; OLIVEIRA, E. R.; RAMOS, J. L. F.; ALCÂNTARA, M. D. B.; Conservação e utilização do resíduo de abacaxi na alimentação de ovinos no Curimataú Ocidental da Paraíba. Tecnologia & Ciência Agropecuária, João Pessoa, v. 3, n. 3, p. 55-62, set. 2009.
- FAGUNDES, N. S.; FAGUNDES N. S. Restos culturais do abacaxizeiro na alimentação de ruminantes. Revista Eletronica Nutritime, Lavras, v. 7, n. 3, p. 1243-1247, maio/jun. 2010.
- FAO. Faostat: crop and livestock products. Roma: FAO, 2022. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 01 jun. 2022.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa agrícola municipal: levantamento sistemático da produção agrícola. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa agrícola municipal: levantamento sistemático da produção agrícola. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.
- LOUSADA JÚNIOR, J. E.; COSTA, J. M. C. C.; 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 Agrônômica, Fortaleza, v. 37, n. 1, p. 70-76, 2006.
- MARIN, C. M.; SUTTINI, P. A.; SANCHES, J. P. F.; BERGAMASCHINE, A. F. Potencial produtivo e econômico da cultura do abacaxi e o aproveitamento de seus subprodutos na alimentação animal. Ciências Agrárias e da Saúde, Andradina, v. 2, n. 1, p. 79-82, jan.-jun. 2002.
- MCDOWELL, L. R.; CONRAD, J. E.; THOMAS, J. E.; HARRIS, L. E. Latin American Tables of Feed Composition. University of Florida. 1974.
- MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. Journal Dairy Science, v. 80, p. 1463-1481, 1997.
- PEREIRA, E. S.; MIZUBUTI, I. Y.; PINHEIRO, S. M.; VILLARROEL, A. B. S.; CLEMENTINO, R. H.; Avaliação da qualidade nutricional de silagens de milho (*Zea mays*, L); Revista Caatinga. 2007; v.20, n.3, p.08-12.
- PINTO, C. W. C.; SOUSA, W. H.; PIMENTA FILHO, E. C.; CUNHA, M. das G. G.; GONZAGA NETO, S.; Desempenho de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes fontes de volumosos em confinamento. Agropecuária Técnica, Areia, v. 26, n. 2, p. 123-128, 2005.
- POSSENTI, R. A.; JUNIOR, E. F.; BUENO, M. S.; BIANCHINI, D. F. F.; RODRIGUES, C. F. Parâmetros bromatológicos e fermentativos das silagens de milho e girassol. Ciência Rural, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1185-1189, set.-out., 2005.



RODRIGUES, A. A.; MENDONÇA, R. M. N.; SILVA, A. P.; SILVA, S. M.; PEREIRA, W. E. Desenvolvimento vegetativo de abacaxizeiros 'Pérola' e 'Smooth cayenne' no Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de fruticultura*, v. 32, p. 126-134, 2010

RODRIGUES, R. C. Métodos de análises bromatológicas de alimentos: métodos físicos, químicos e bromatológicos. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 177 p. (Documentos, 306). Disponível em: <www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/884390/1/documento306.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2014.

SANTOS, M. V. F.; GÓMEZ CASTRO, A. G.; PEREA, J. M.; GARCÍA, A.; GUIM, A.; PÉREZ HERNÁNDEZ, M. Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais. *Archivos de Zootecnia, Córdoba*, v. 59, p. 25-43, 2010. Revisão bibliográfica.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, C. A. Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2009. 235 p.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B.; A new carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science, Amsterdam*, v. 70, n. 12, p. 3562-3577, 1992.

SOUZA, C.B.; SILVA, B.B.; AZEVEDO, P.V. Crescimento e rendimento do abacaxizeiro nas condições climáticas dos Tabuleiros Costeiros do Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande*, v.11, n.2, p.134-141, 2007.

SOUZA, O. P.; COUTINHO, A. C.; TORRES, J. L. R. Avaliação econômica da produção do abacaxi irrigado cv Smooth cayenne no cerrado, em Uberaba-MG. *Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida, Seropédica*, v. 30, n. 1, jan.-jun., 2010.

TOMICH, T. R.; RODRIGUES, J. A. S.; TOMICH, R. G. P.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim-sudão. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte*, v. 56, n. 2, p. 258-263, 2004.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science, New York*, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

ZANINE, A. M. et al. Características fermentativas e composição químico-bromatológica de silagens de capim-elefante com ou sem *Lactobacillus plantarum* e farelo de trigo isoladamente ou em combinação. *Ciência Animal Brasileira*, [S.l.], v. 8, n. 4, p. 621-628, dez. 2007. ISSN 1809-6891. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/view/2682>>. Acesso em: 14 Abr. 2015. doi:10.5216/cab.v8i4.2682.