

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DA SILAGEM DE RAMA DE CULTIVARES DE MANDIOCA COM OU SEM PRÉ-SECAGEM¹

A. C. FLUCK^{2*}, R. R. PARZIANELLO³, E. M. MAEDA²; F. A. PIRAN FILHO²; O. A. D. COSTA⁴, M. SIMIONATTO³

¹Recebido em 17/02/2017. Aprovado em 16/08/2017.

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

³Zootecnistas.

⁴Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil.

*Autor correspondente: anacarolinafluck@yahoo.com.br

RESUMO: O objetivo foi avaliar a qualidade de conservação e nutricional da silagem de rama de mandioca das cultivares Pão e IAC 7650 e a influência da pré-secagem. Os tratamentos avaliados foram: SPSD - silagem de rama de mandioca cv. Pão; SPD - silagem de rama de mandioca cv. Pão desidratada; SISD - silagem de rama de mandioca cv. IAC 7650 e SID - silagem de rama de mandioca cv. IAC 7650 desidratada. O delineamento foi inteiramente casualizado, com ou sem desidratação e quatro repetições. Na avaliação da conservação da silagem foi avaliado o pH e capacidade tampão, e na determinação da qualidade nutricional foram estimados os teores de matéria seca, matéria orgânica, matéria mineral, proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN). Ambas as cultivares apresentaram características para a utilização da rama como silagem após a secagem prévia. Na avaliação da rama de mandioca, os maiores teores de matéria parcialmente seca (MPS) e matéria seca total (MST) foram encontrados para a cultivar IAC 7650, após o tempo de secagem, e não foi observada diferença significativa ($P < 0,05$) entre os teores fibrosos. Em relação à qualidade da silagem, a capacidade tampão (CT) foi influenciada ($P < 0,05$) pelo processo de desidratação, já o pH variou de 3,93 a 4,43. Os valores superiores de MST foram encontrados para a silagem após a secagem. O teor de PB foi superior para as silagens da cultivar Pão, e não apresentou influência significativa ($P < 0,05$) da secagem prévia. Já a FDN foi menor na SPSD e não houve diferença significativa ($P < 0,05$) para os teores de FDA. O processo de desidratação da rama de mandioca é eficiente para o controle da capacidade tampão para as duas cultivares e apresenta pH adequado. Mesmo com a desidratação, o valor nutricional se manteve satisfatório, com teores proteicos superiores para a cultivar Pão.

Palavras-chave: ensilagem, *Manihot esculenta*, pré-secado, qualidade nutricional.

CHEMICAL CHARACTERIZATION OF BRANCH SILAGE OF CASSAVA CULTIVARS WITH OR WITHOUT PRE-DRYING

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the storage and nutritional quality of ensiled branch of cassava cultivars Pão and IAC 7650 and the influence of pre-drying. The following treatments were evaluated: SPSD, ensiling of branch of cassava cv. Pão; SPD, ensiling of pre-dried branch of cassava cv. Pão; SISD, ensiling of branch of cassava cv. IAC 7650; SID, ensiling of pre-dried branch of cassava cv. IAC 7650. A completely randomized design with or without pre-drying and four replicates was used. The pH and buffering capacity were determined for the evaluation of silage storage, and dry matter, organic matter, mineral matter, crude protein (CP), acid detergent fiber (ADF) and neutral detergent fiber (NDF) content for the assessment of nutritional quality. Both cultivars exhibited characteristics for the use of branch as silage after pre-drying. The highest content of partial and total dry matter was observed for the IAC 7650 cultivar after the period of drying and no significant difference ($P > 0,05$) was found in fibrous content. Regarding silage quality, the buffering capacity was influenced ($P < 0,05$) by the dehydration process, while pH

ranged from 3.93 to 4.43. Highest values of total dry matter content were found for silage after drying process. Crude protein content was higher in silage of the Pão cultivar and pre-drying exerted no significant influence ($P>0.05$). A lower NDF content was observed in SPSD, while there was no significant difference in ADF content ($P>0.05$). Dehydration of the branch of cassava is efficient in controlling the buffering capacity of the two cultivars and the pH obtained is adequate. The nutritional value continued satisfactory even after dehydration, with a higher protein content in the Pão cultivar.

Keywords: ensiling, *Manihot esculenta*, pre-dried, nutritional quality.

INTRODUÇÃO

A produção alimentícia, em larga escala, apresenta cada vez mais dificuldades, principalmente quanto ao descarte de coprodutos gerados durante o processo industrial. Pela complexidade no escoamento, o reaproveitamento de matérias-primas descartadas é cada vez mais aconselhado, tais como a produção de biodiesel e o emprego de resíduos na nutrição animal. A utilização de coprodutos na nutrição de animais poderá auxiliar drasticamente na minimização dos impactos ambientais causados pelo errôneo descarte, principalmente tratando-se da contaminação de rios e solos (PEREIRA *et al.*, 2009).

Entre os alimentos mais tradicionais cultivados no Brasil, a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) aparece como alternativa viável para o aproveitamento do resíduo da sua produção, podendo ser aproveitada como um todo, principalmente as raízes, que estão presentes na alimentação e, mais recentemente, na produção de etanol. Apresenta boa adaptabilidade ao cultivo, é rústica, possuindo alta qualidade nutricional (RANGEL *et al.*, 2008). Porém, dados quanto ao seu potencial nutritivo na alimentação animal ainda são escassos.

A parte aérea da mandioca, também denominada de rama, é prontamente descartada na colheita ou na produção (NUNES IRMÃO *et al.*, 2008), sendo deixada para incorporação ao solo na forma de adubação orgânica. Atribui-se a rama alto valor nutritivo e ótima versatilidade, podendo ser ministrada na nutrição de ruminantes na forma *in natura*, feno ou silagem.

Conforme JANSSEN (2009), o método de conservação da forragem mais satisfatório é a ensilagem, preservando a conservação da matéria orgânica de origem vegetal através de fermentação anaeróbica, tendendo a ter o mínimo de perdas nutricionais. No processo, um alto teor de umidade da forrageira a ser ensilada pode acarretar em perdas na conservação do material, principalmente

pelo escoamento de nutrientes junto aos efluentes, além de possível contaminação do solo.

MODESTO *et al.* (2008) indicaram que a parte aérea da mandioca possui alto teor de umidade, tendo encontrado valores próximos a 26% de MS. Em vista disso, a técnica de pré-secagem torna-se um manejo de conservação a ser empregado. PEREIRA e REIS (2001) indicam que esta técnica irá proporcionar condições ideais para o crescimento de bactérias lácticas, permitindo o correto armazenamento e conservação, evitando o escoamento de nutrientes provenientes do excesso de umidade.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de conservação e nutricional de silagem de rama de mandioca das cultivares Pão e IAC 7650 e a influência da técnica de pré-secagem.

MATERIAL E MÉTODOS

A implantação das cultivares de mandioca foi realizada na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos em setembro de 2014. O solo caracteriza-se como Nitossolo vermelho distroférico de textura argilosa (BHERING e SANTOS, 2008). O clima Cfa subtropical úmido, mesotérmico sem estação de seca definida, com médias de temperatura mais quente de 22°C (ALVARES *et al.*, 2013).

A parte aérea das plantas foi obtida a partir do seu descarte através da colheita das raízes, em abril de 2015. Foram utilizados materiais oriundos das cultivares de mandioca Pão e IAC 7650. Os tratamentos avaliados foram: SPSD - silagem de rama de mandioca cv. Pão sem desidratação; SISD - silagem de rama de mandioca cv. IAC 7650 sem desidratar; SPD - silagem de rama de mandioca cv. Pão desidratada e SID - silagem de rama de mandioca cv. IAC 7650 desidratada.

As ramas foram cortadas a 30 cm do solo, sendo que os tratamentos sem desidratação (SPSD e SISD) foram imediatamente picados e o material

ensilado. Já os tratamentos SPD e SID, passaram por desidratação ao sol até atingirem aproximadamente 30% de matéria seca, picados e compactados em microsilos. Para o processo, foi usado um triturador forrageiro estacionário tipo navalha.

Na confecção da silagem, foram utilizados microsilos com de válvula de Bunsen, com densidade de 680 kg/m³ e conservação feita por 60 dias. O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2, com duas variedades de mandioca, com e sem desidratação e quatro repetições.

Após a abertura dos microsilos, foram coletadas amostras para a determinação do pH, através da metodologia descrita por SILVA e QUEIROZ (2002), com o auxílio de pHmetro digital. A capacidade tampão (CT) foi determinada pela técnica descrita por PLAYNE e McDONALD (1966), pesando 15 g do material fresco, triturando em liquidificador com 250 mL de água destilada. Para a titulação com pH 3,0 foi utilizado HCl 0,1N e, após, titulação para pH 6,0 com NaOH 0,1N e foi expressa em meq de NaOH requerido para elevar o pH de 100 g de MS de 4,0 para 6,0.

Foram realizadas as análises químicas das amostras do pré-ensilado e da silagem. Para isso, foram retiradas subamostras de cada silo e colocadas em estufa de ar forçado a 55°C por 72 horas para a determinação da matéria parcialmente seca. Posteriormente, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey com peneira de crivo de 1 mm. Os teores de proteína bruta (PB), matéria orgânica (MO) e matéria mineral (MM) foram feitos conforme a AOAC (1995). A fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram analisadas pelo do método adaptado de GOERING e VAN SOEST (1970).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento Mixed do pacote estatístico SAS (SAS Inst., Inc., Cary, NC) e, em caso de diferença significativa entre as médias, foram comparadas a nível de 5% de significância pelo teste DMS de Fisher.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores teores de matéria parcialmente seca (MPS) e matéria seca total (MST) foram encontrados para a cultivar IAC 7650, após o tempo de secagem (Tabela 1). Pode ser observado que a desidratação influenciou diretamente no conteúdo de MPS e MST, valores aproximados ao indicado por RAYMOND *et al.* (1986), que sugere MST próxima a 35% para uma silagem de qualidade e manutenção de pH adequado. O teor de MO foram superiores na cultivar Pão, com ou sem desidratação. Esta mesma cultivar apresentou os maiores teores de PB, independente do tempo de secagem da biomassa. MOURA e COSTA (2001) sugeriram que diferentes cultivares de mandioca apresentaram teores nutricionais distintos em sua composição química.

Apesar de valores elevados, os teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido (FDN e FDA) não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$) entre as cultivares e secagem, variando de 61,09% a 63,60% e 44,61 a 45,85, respectivamente. SOUZA *et al.* (2011) na avaliação da qualidade nutricional da rama de mandioca em diferentes cultivares, observaram valores médios semelhantes, com variação entre cultivares de 63,33% a 66,92% para FND e 42,51 a 45% para FDA.

MOURA e COSTA (2001) sugeriram que diferentes cultivares de mandioca apresentaram teores

Tabela 1. Teores de matéria parcialmente seca (MPS), matéria seca total (MST), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), de biomassa pré-ensilada de rama de mandioca com ou sem desidratação

Cultivar	Desidratação	¹ MPS	¹ MST	² MO	² MM	² PB	² FDN	² FDA
Pão	não	24,15 c	23,84 d	93,30 ab	6,70 bc	15,98 a	61,55	45,24
IAC 7650	não	21,42 d	27,09 c	93,11 b	6,88 b	14,43 b	63,12	45,21
Pão	sim	30,67 b	31,64 b	93,57 a	6,43 c	15,62 a	61,09	45,85
IAC 7650	sim	32,08 a	33,03 a	92,53 c	7,46 a	14,40 b	63,60	44,61
	CV	1,36	1,34	1,43	0,04	1,22	0,84	0,66
	R ²	0,95	0,96	0,95	0,95	0,85	0,58	0,55

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($P<0,05$).

¹Valores expressos em porcentagem da massa verde.

²Valores expressos em porcentagem da matéria seca.

nutricionais distintos na composição química. ALBUQUERQUE e CARDOSO (1980) citaram que o aumento do estágio vegetativo das plantas tem influência direta na produção de folhas, as quais vão caindo com o avanço da idade das plantas, o que pode ter influenciado no teor de nitrogênio em sua parte aérea. Conforme SOUZA *et al.* (2011), a rama apresenta os maiores teores proteicos da mandioca, indicando valores que variam de 14 a 19% de PB. Já GUEDES *et al.* (2007) descreveram variações entre 13,8 a 19,2% de PB, conforme observado no presente estudo.

Os valores pH encontrados variaram de 3,9 a 4,4 (Tabela 2), sendo semelhantes aos resultados descritos por AZEVEDO *et al.* (2006) e TIESENHAUSEN (1987), embora inferior ao observado por Faustino *et al.* (2003), que relatou valores superiores a pH 5,0. Os valores encontrados são satisfatórios para a conservação da forrageira, uma vez que valores de pH de 3,6 a 4,5 são considerados ideais (NUSSIO *et al.*, 2001; OSTLING e LINDGREN, 1993), e, juntamente com o ambiente anaeróbico, responsável pela estabilização dos teores nutricionais da planta.

JOBIM *et al.* (2007) observaram que, para silagens pré-secadas, o pH foi mais elevado, devido a baixa concentração de ácidos orgânicos. Nesse estudo, o efeito desta técnica demonstrou leve elevação de pH durante o processo de conservação.

A capacidade tampão (CT) foi influenciada ($P < 0,05$) pelo processo de desidratação (Tabela 2), corroborando com BERTO e MÜHLBACH (1997), que avaliaram silagem de aveia preta (*Avena strigosa*), concluíram que emurchecimento causa redução na CT. A técnica de pré-secagem demonstra-se eficiente neste aspecto, pois elevada CT irá prejudicar na eficiência de diminuição do pH, comprometendo a

conservação e possível perdas durante o processo (JOBIM *et al.*, 2007).

Os valores superiores de MST foram encontrados para a silagem após a secagem, seguido por teores mais elevados de MM (Tabela 3). Por apresentar teor de MST acima de 30% após a desidratação, a silagem tende a ser melhor quanto a conservação, pois teores abaixo tendem a ter perda de nutrientes ou pouca fermentação (GRIFFITHS e BURNS, 2004), estabilizando o pH em valores mais elevados por diminuir a atividade das bactérias do gênero *Clostridium* (WOOLFORD, 1984).

SANTOS *et al.* (2001) descrevem que pouco se conhece sobre o seu potencial como forragem conservada. Todavia, AZEVEDO *et al.* (2006) relataram que a cultivar da mandioca utilizada, como também a sua fração, irão ter impacto direto sobre o valor nutricional da silagem. Em outro estudo, MODESTO *et al.* (2006) concluíram que a silagem de rama de mandioca, quando incluída na dieta de bovinos de leite a pasto, proporciona aumento no consumo de matéria orgânica total, porém, a viabilidade econômica deve ser vista na região, assim como sua aplicabilidade.

Os teores de MS, MO e MM foram superiores após o processo de desidratação das cultivares e se assemelham com os valores encontrados por FERREIRA *et al.* (2007), na avaliação de coprodutos da mandioca, com médias de 25,07% de MS; 6,73% de MM e 93,24% de MO.

CARVALHO *et al.* (1983) citaram que é possível encontrar teores proteicos em torno de 32% na rama de mandioca, enquanto forrageiras tropicais consideradas nobres na produção animal atingem em média 16 a 18% de PB. Apesar disso, os valores encontrados foram inferiores, variando de 14,7% a 16,03%, fato que pode ser explicado pelos altos teores de FDN e FDA observados. A PB foi superior para SPSD e SPD, não apresentando influência significativa ($P < 0,05$) da secagem prévia. De contraponto, os resultados proteicos para todos os tratamentos foram inferiores aos encontrados em outros estudos, que apontaram teores de 19% a 24% de PB (MODESTO *et al.*, 2002; FAUSTINO *et al.*, 2003, FERREIRA *et al.*, 2007).

Já a FDN foi menor SPSD e não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para os teores de FDA, embora os valores encontrados no presente estudo tenham sido superiores aos valores de FDN e FDA encontrados por MODESTO *et al.* (2002), com valores médios de 47% de FDN e 35% de FDA, mas próximos ao descrito por TOMICH *et al.* (2008) que indicou teores médios de FDN de 58% e 46% para FDA.

Tabela 2. Valores de pH, capacidade tampão (CT) da silagem de rama de mandioca com ou sem desidratação

	¹ Silagem de rama de mandioca				CV	R ²
	SPSD	SPD	SISD	SID		
pH	4,27 a	3,93 b	4,07 a	4,43 a	5,02	0,64
² CT	49,60 a	34,91 b	51,43 a	33,65 b	6,80	0,91

¹SPSD: Silagem de rama de mandioca sem desidratação da cv. Pão; SPD: Silagem de rama de mandioca com desidratação prévia da cv. Pão; SISD: Silagem de rama de mandioca sem desidratação da cv. IAC7650; Silagem de rama de mandioca com desidratação prévia da cultivar IAC7650.

Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

²Valores expressos em Meq de NaOH/100 g de MS.

Tabela 3. Teores de matéria parcialmente seca (MPS), matéria seca total (MST), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), da silagem de rama de mandioca com ou sem desidratação

¹ Tratamento	² MPS	² MST	³ MO	³ MM	³ PB	³ FDN	³ FDA
SPSD	22,43 bc	25,74 b	93,1 a	6,9 c	15,50 a	58,05 b	44,42
SISD	24,63 b	28,34 ab	91,9 bc	8,1 ab	14,70 ab	62,59 a	44,63
SPD	31,00 a	32,67 a	91,2 c	8,8 a	16,03 a	59,79 a	44,53
SID	32,06 a	30,38 a	92,7 ab	7,3 bc	14,24 b	60,85 a	44,52
CV	2,43	3,36	1,20	0,34	1,26	1,09	1,48
R ²	0,91	0,91	0,92	0,92	0,95	0,92	0,96

¹Silagem de rama de mandioca sem desidratação cultivar Pão; SPD: Silagem de rama de mandioca com desidratação prévia da cv. Pão; SISD: Silagem de rama de mandioca sem desidratação cultivar IAC7650; Silagem de rama de mandioca com desidratação prévia da cv. IAC7650.

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

²Valores expressos em porcentagem da massa verde.

³Valores expressos em porcentagem da matéria seca.

Em comparação aos resultados descritos por FAUSTINO *et al.* (2003), a relação entre PB, CT e pH avaliados demonstraram ser satisfatórias, uma vez que os teores proteicos encontrados por esses autores foi elevado, prejudicando a diminuição do pH. Assim, uma mesma espécie forrageira ensilada em diferente estágio de desenvolvimento ou cultivar, poderá apresentar características distintas quanto ao processo fermentativo.

CONCLUSÃO

As cultivares apresentam características para a conservação da rama como silagem antes e após secagem prévia. O processo de desidratação da rama de mandioca é eficiente para o controle da capacidade tampão para as duas cultivares, com pH dentro do recomendado. Mesmo com a desidratação, o valor nutricional se manteve satisfatório, com teores proteicos superiores para a cultivar Pão.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. de; CARDOSO, E.M.R. **A mandioca no trópico úmido**. Brasília: Editerra, 1980. 251 p.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G.. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013 <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**.12^a ed. Washington, D.C. 1995.

AZEVEDO, E.B.; NÖRNBERG, J.L.; KESSLER, J.D, BRÜNING, G., de DAVID, D.B.; FALKENBERG, J.; CHIELLE, Z.G. Silagem da parte aérea de cultivares de mandioca. **Ciência Rural**, v.36, n.6, p.1902-1908, 2006. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782006000600037>

BERTO, J.L.; MULBACH, P.R.F. Silagem de aveia preta no estágio vegetativo, submetida à ação de inoculantes e ao emurhecimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.4, p. 651-659. 1997.

BHERING, S.B.; SANTOS, H.G.; MANZATTO, C.V.; BOGNOLA, I; FASOLO; CARVALHO, A.P.; POTTER, O.; AGLIO, M.L.D.; SILVA, J.S.; CHAFFIN, C. E.; CARVALHO JUNIOR, W. **Mapa de solos do estado do Paraná**: legenda atualizada. 1^a.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Floresta: Embrapa Solos, 2008.

CARVALHO, J.L.H. de, PEREIRA, E.A.; COSTA, I.R.S. **Parte aérea da mandioca na alimentação animal II**. O farelo de parte aérea da mandioca na silagem do capim-elefante. Planaltina: Embrapa - CPAC, 1983. (Comunicado Técnico, 30)

FAUSTINO, J.O.; SANTOS, G.T.; MODESTO, E.C.; SILVA, D.C.; JOBIM, C.C.; SAKAGUTI, E.S.; DAMASCENO, J.C.; MARQUES, J.A.; ZAMBOM, M.A. Efeito da ensilagem do terço superior da rama de mandioca triturada ou inteira e dos tempos de armazenamento. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.25, n.2, p.403-410, 2003. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v25i2.2083>

FERREIRA, G.D.G.; OLIVEIRA, R.L.; CARDOSO, E.C.; MAGALHÃES, A.L.R.; BRITO, E.L. Valor nutritivo de co-produtos da mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.4, p.364-374, 2007.

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analysis: apparatus reagents, procedures and some applications**. Washington D. C.: Agriculture Research Service USDA, 1970. (Agriculture Handbook, 379)

- GUEDES, P.L.C.; LEMOS, P.F.B.A.; ALBUQUERQUE, R.P.F.; COSTA, R.F.; CHAGAS, N.G.; CUNHA, A.P.; CAVALCANTI, V.R. Produção de forragem de mandioca para alimentação de bovinos leiteiros no agreste paraibano. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.1, n.2, p.53-59, 2007.
- GRIFFITHS, N. W.; BURNS, H. M. Silage from pastures and forage crops. In: KAISER, A. G.; PILTZ, J. W.; BURNS, H. M.; GRIFFITHS, N. W. **Successful Silage**. 2nd ed. Orange: N.S.W. Dairy Australia & NSW Dept. of Primary Industries, 2004. p. 73-108.
- JANSSEN, H. P. **Adubação nitrogenada para rendimento de milho silagem em sucessão ao azevém pastejado, pré-secado e cobertura em sistemas integrados de produção**. 2009. 91 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.
- JOBIM, C.C., NUSSIO, L.V.; REIS, R.A.; SCHIMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p. 101-119, 2007. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982007001000013>
- MODESTO, E. C. **Silagem de rama de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) para vacas leiteiras em lactação: avaliação nutricional e desempenho produtivo**. 2002. 237 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2002.
- MODESTO, E.C.; DOS SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C.; CECATO, U.; SILVA, D.C.; ZAMBOM, M.A. Inclusão de silagem de mandioca na alimentação de vacas em lactação, mantidas em pasto de *Cynodon*: consumo e digestibilidade. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.28, p.127-135, 2006. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v28i2.637>
- MODESTO, E.C.; SANTOS, G.T.; ZAMBOM, M.A.; DAMASCENO, J.C.; BRANCO, A.F.; VILELA, D. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em vacas gestantes alimentadas com silagem de rama de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.944-950, 2008. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982008000500024>
- MOURA, G.M., COSTA, N.L. Efeito da frequência e altura de poda na produtividade de raízes e parte aérea em mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.8, p.1053-1059, 2001. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2001000800007>
- NUSSIO, L. G.; ZOPOLLATO, M.; MOURA, J. C. Metodologia de avaliação e aditivos. WORKSHOP SOBRE MILHO PARA SILAGEM, 2. 2001, [Piracicaba, SP]. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.1-127.
- NUNES IRMÃO, J.; FIGUEIREDO, M.P.; OLIVEIRA, B.M.; RECH, J.L.; FERREIRA, J.Q.; PEREIRA, L.G.R.. Composição química do feno da parte aérea da mandioca em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.1, p.158-169, 2008.
- PLAYNE, M.J.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal of Food Science and Agriculture**, v.17, n.6, p.264-268, 1966. <https://doi.org/10.1002/jfsa.2740170609>
- PEREIRA, J.R.; REIS, R.A. Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, Maringá, 2001. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001. p.64-86.
- PEREIRA, L.G.R.; AZEVEDO, J.A.G.; PINA, D.S.; BRANDÃO, L.G.N.; ARAÚJO, G.G.L.; VOLTOLINI, T.V. **Aproveitamento dos coprodutos da agroindústria processadora de suco e polpa de frutas para alimentação de ruminantes**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2009 30p. (Documento, 220)
- OSTLING, C.E.; LINDGREN, S.E. Inhibition of enterobacteria and *Listeria* growth by lactic, acetic and formic acids. **Journal of Applied Bacteriology**, v.75, n.1, p.18-24, 1993. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1993.tb03402.x>
- RANGEL, A.H.N.; LEONEL, F.P.; BRAGA, A.P.; PINHEIRO, M.J.P.; LIMA JÚNIOR, D.M. Utilização da mandioca na nutrição de ruminantes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.3, n.2, p. 1-12, 2008.
- RAYMOND, F.; REDMAN, P.; WALTHAM, R. **Forage conservation and feeding**. London: Farming press, 1986. 240p.
- SANTOS, G.T.; ÍTAVO, L.C.V.; MODESTO, E.C.; JOBIM, C.C.; DAMASCENO, J.C. Silagens alternativas de resíduos agroindustriais. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá, PR. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001. p.262-285.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SOUZA, A.S.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; MOTA, A.D.S.; PALMA, M.N.N.; FRANCO, M.O.; DUTRA, E.S.; SANTOS, C.C.R.; AGUIAR, A.C.R.; OLIVEIRA, C.R.; ROCHA, W.J.B. Valor nutricional de frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.2, p.441-455, 2011.
- TIESENHAUSEN, M. E. V. VON. O feno e a silagem da rama de mandioca na alimentação de ruminantes. **Informe Agropecuário**, v.13, n.145, p.42-47, 1987.
- TOMICH, T.R.; LISITA, F.O.; MORAIS, M.G.; TOMICH, R.G.P.; FERREIRA, P.D.S.; GONÇALVES, L.C. Valor nutritivo das silagens confeccionadas com diferentes frações da parte aérea de duas variedades de mandioca. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.3, p.198 - 201, 2008. Supl.
- WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984. 350p.