

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE SILAGEM DE RESTOS
CULTURAIS DE ABACAXI PÉROLA

Maria Luiza de Souza e Silva
Zootecnista

2014

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE SILAGEM DE RESTOS
CULTURAIS DE ABACAXI PÉROLA**

Maria Luiza de Souza e Silva

Orientador: Prof. Dr. Mauro Dal Secco de Oliveira

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp,
Campus de Jaboticabal, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Mestre em Zootecnia**

2014

Silva, Maria Luiza de Souza e
S586a Avaliação nutricional de silagem de restos culturais de abacaxi
 pérola / Maria Luiza de Souza e Silva. -- Jaboticabal, 2014
 xiv, 36 p. : il. ; 28 cm

 Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
 Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014
 Orientador: Mauro Dal Secco de Oliveira
 Banca examinadora: Atushi Sugohara, Luis Carlos Roma Junior
 Bibliografia

 1. Alimento alternativo. 2. *Ananás comosus L. Merrill*. 3. Volumoso.
 4. Nutrição animal. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências
 Agrárias e Veterinárias.

 CDU 636.085.52:636.2

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE SILAGEM DE RESTOS CULTURAIS DE ABACAXI PEROLA

AUTORA: MARIA LUIZA DE SOUZA E SILVA

ORIENTADOR: Prof. Dr. MAURO DAL SECCO DE OLIVEIRA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA , pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. MAURO DAL SECCO DE OLIVEIRA
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. ATUSHI SUGOHARA
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. LUIZ CARLOS ROMA JÚNIOR
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios / Ribeirão Preto/SP

Data da realização: 26 de junho de 2014.

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Maria Luiza de Souza e Silva, nascida em 13 de Janeiro de 1960 em Frutal, MG, filha de Samuel de Souza e Silva e Eugênia de Souza e Silva. Graduiu-se em Zootecnia pela Faculdade de Zootecnia de Uberaba em Julho de 1982. Especializou-se em Controle de Qualidade da Indústria de Alimentos pela FAZU, em Uberaba, em fevereiro de 2007. Em março de 2012 iniciou o Curso de Mestrado na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP/Jaboticabal na área de Bovinocultura de Leite sob a orientação do Prof. Mauro Dal Secco de Oliveira. Em 26 de Junho de 2014 submeteu-se à defesa de sua dissertação para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Sempre jovem

(Bob Dylan)

*Que Deus os abençoe e guarde sempre
Que todos os seus desejos se tornem realidade
Que você sempre faça para os outros
E deixe que outros façam por você
Que você construa uma escada para as estrelas
E suba cada degrau
Que você fique jovem para sempre
Eternamente jovem, eternamente jovem
Que você fique jovem para sempre*

*Que você cresça para ser justo
Que você cresça para ser verdadeiro
Que você sempre saiba a verdade
E veja as luzes ao seu redor
Que você seja sempre corajoso
Fique em pé e seja forte
Que você fique jovem para sempre
Eternamente jovem, eternamente jovem
Que você fique jovem para sempre*

*Que suas mãos estejam sempre ocupadas
Que seus pés sejam sempre rápidos
Que você tenha uma base sólida
Quando os ventos das mudanças retornarem
Que o seu coração seja sempre feliz
Que sua canção seja sempre cantada
Que você fique jovem para sempre
Eternamente jovem, eternamente jovem*

A Vovó Cici, que revelou aos netos, o que vem a ser “coragem”;

Aos amados pais, Samuel e Eugênia, exemplos de dignidade, dedicação e amor;

Aos rebentos Fernanda, Davina, Augusto César e aquele que cresceu em meu coração, Adolfo, porque o trabalho é instrutor do aprimoramento!

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, Pai Maior, pelas oportunidades colocadas em minha vida, me fortalecendo a fé e a razão;

Aos amados pais Samuel e Eugênia, sustentáculos de uma família impar e aos irmãos Ana Beatriz, José Neto e Ana Maria, referências em minha vida; não por acaso, estamos unidos nesta existência, somos parte da mesma família para sempre;

Aos filhos, “pedaços de mim”, Fernanda, Davina e Augusto César, ao filho do coração Adolfo, aos netos Arthur e João Vitor, bálsamos de minha vida. Minha gratidão aos genros Adauto e Gustavo e à nora Marina por amarem meus filhos;

Aos cunhados, Milson e Eliane e aos sobrinhos queridos: Germano, Rafael, Gabriel, Samuel Neto, Bruno, Luiza, Mariana, Miguel, Matheus, Flávia, Thiagus e Manuela pelo incentivo e carinho;

Ao Marcos Cesar Fernandes minha reverência a seu amor tão delicado. Obrigada pelo carinho, afeto e incentivo;

À Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Campus de Frutal pelo apoio;

À Universidade Estadual de São Paulo (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal pela oportunidade de realização do Mestrado.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia;

Ao orientador Prof. Dr. Mauro Dal Secco de Oliveira pela confiança, incentivo, paciência, compreensão e amizade, muito obrigada por tudo;

Aos professores Dr. Luis Carlos Roma e Dr. Atushi Sugohara pelas sugestões na banca de defesa;

Ao Prof. Dr. José Carlos Barboza pela boa vontade com que sempre me atendeu, me auxiliando na análise estatística;

Aos Professores Dr^a Jane Maria Bertocco Ezequiel e Dr. Atushi Sugohara pelas sugestões e participações nas bancas do projeto e qualificação;

À Prof^a Dr^a Jane Maria Bertocco Ezequiel, que cedeu o animal para o experimento de digestibilidade e por permitir a utilização de equipamentos e instalações pertencentes aos Laboratórios sob sua responsabilidade, fundamentais para execução deste trabalho;

Às colegas Vanessa, Viviane Borba, Viviane Endo e Mariana Sforcini pela generosidade com que me acolheram ao grupo; pela ajuda nos experimentos, nas análises de laboratório, pela amizade e fraternidade. Foi um aprendizado primoroso;

Ao pessoal do Setor de Bovinocultura de Leite: Denis Vieira, Luiz Gazeta Neto (Gazeta), Jair Jorge Duarte (Biro-Biro), Waldemir Ozéias Rodrigues (Marron) e Welington Antonio Leticio (Debones);

Aos amigos, Jhansley, Daniela, Vera, Osânia, Samira o meu agradecimento maior pelos trabalhos desenvolvidos em conjunto, pelo incentivo, pela companhia nas viagens cansativas, pelas conversas amigas. Vocês foram primordiais nesta etapa de minha vida, obrigada por tudo;

Aos primos Antonio Ivo e Graciela, Cristina e Ana Paula por permitir usar o barracão de sua propriedade para os experimentos.

Ao pai de meus filhos, Odivani Leonel de Souza pela presteza e boa vontade a todos os procedimentos necessários aos experimentos.

Ao Sr. João Batista da Silva, Nilson, Myke, Bruno, Gustavo, e à Nilva pelo pão de queijo com café sempre que havia trabalho a fazer.

Aos proprietários do Sítio Felicidade, Ismar e Cléia, pelo apoio e incentivo no início dos estudos com a silagem de restos culturais de abacaxi.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para que esse trabalho fosse realizado.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE FIGURAS	xiii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
1. INTRODUÇÃO	16
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	18
2.1 Culturas do abacaxi	18
2.2 Silagem na alimentação de ruminantes	20
2.3 Obtenção e comercialização dos restos culturais de abacaxi pérola para ensilagem	22
2.4 Composição bromatológica e tamanhos de partículas	25
2.5 Digestibilidade <i>in vitro</i>	27
3. MATERIAIS E MÉTODOS	29
3.1 Local.....	29
3.2 Tratamentos.....	29
3.3 Análise brotomalógica	31
3.3.1 Delineamento Experimental	32
3.4 Digestibilidade <i>in vitro</i>	32
3.4.1 Adaptação e coleta de conteúdo ruminal	32
3.4.2 Técnica de digestão <i>in vitro</i>	33
3.4.3 Delineamento experimental.....	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1 Composição bromatológica	36
4.2 Digestibilidade <i>in vitro</i>	40
5. CONCLUSÕES	42
REFERÊNCIAS.....	43



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 0883/14 do trabalho de pesquisa intitulado **"Silagem de restos culturais de abacaxi perola na alimentação de vacas leiteiras"**, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Mauro Dal Secco de Oliveira está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 03 de fevereiro de 2014.

Jaboticabal, 03 de fevereiro de 2014.

Prof.ª Dr.ª Paola Castro Moraes
Coordenadora - CEUA

LISTA DE TABELAS

	Pagina
Tabela 1. Valores médios, em porcentagem, para matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM); matéria mineral (MM), pH, fibra bruta (FB), nutrientes digestíveis totais (NDT), carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF); em silagem de restos culturais de abacaxi pérola.....	36
Tabela 2. Desdobramento da interação entre tempos de fermentação e tamanhos de partículas para o extrato etéreo da silagem de restos culturais de abacaxi pérola.....	38
Tabela 3. Desdobramento da interação entre tempo de fermentação e tamanho de partícula para o pH, da silagem de restos culturais de abacaxi pérola.....	39
Tabela 4. Valores médios, em porcentagem, da digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS), fibra em detergente neutro (DIVFDN) e da fibra em detergente ácido (DIVFDA) das silagens de restos culturais de abacaxi pérola.....	40
Tabela 5. Desdobramento da interação entre tempo de fermentação e tamanhos de partículas para a digestibilidade <i>in vitro</i> da fibra em detergente ácido (DIVFDA), em porcentagem das diferentes silagens de restos culturais de abacaxi pérola.....	41

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Produção de abacaxi no Brasil, em toneladas, frutos/hectare e porcentagem de participação das regiões, no ano de 2013.....	19
Figura 2. Sistema de plantio em linha dupla de abacaxi pérola; cultura recém-plantada com cerca de 6 meses (A); Cultura com 10 meses de plantio (B); Restos culturais prontos para o corte (C).....	23
Figura 3. Abacaxi pérola em ponto de colheita (A); Formação de mudas (filhote) sob a fruta (B).....	24
Figura 4. Picadeira móvel com regulagem de corte (A); picagem de restos culturais de abacaxi para a ensilagem (B); aspecto dos restos culturais de abacaxi após a picagem (C)	30
Figura 5. Ensilagem de restos culturais de abacaxi (A); silo artificial de sacos plásticos (B, C).....	30
Figura 6. Corte de parte superior do silo (A); Aspecto de partículas de restos culturais de abacaxi (B); Amostras embaladas e identificadas para posterior análises (C).....	31
Figura 7. Coleta de inóculo (A); Jarro pronto para incubar Daisy II (B); Amostras em incubadora (C).....	33

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE SILAGEM DE RESTOS CULTURAIS DE ABACAXI PÉROLA

RESUMO – A fruticultura produz resíduos tanto na industrialização da fruta como na venda in natura. O 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 presente trabalho avaliou o valor nutricional da silagem de restos culturais de abacaxi pérola. O experimento foi conduzido no setor de Bovinocultura de Leite da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Campus de Jaboticabal, São Paulo. 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

SILAGE NUTRITIONAL EVALUATION OF PÉROLA PINEAPPLE CROP RESIDUE

ABSTRACT - Fruit farming produces waste both from the sale to the consumer and from the industrialization of fruit. The Pérola pineapple, produced for sale in natura, generates large amounts of crop residue that have potential for use in ruminant feed as silage. This study evaluated the nutritional value of the crop residue silage of the Pérola pineapple. The experiment was conducted at the Dairy Cattle Department of the Agricultural and Veterinary Sciences College, UNESP, Jaboticabal Campus, São Paulo. A completely randomized 2 x 4 factorial design with two particle sizes (20 and 50 mm) and 4 fermentation periods (30, 60, 90 and 120 days after ensiling) with 4 replications was used. For each fermentation period, 8 samples were collected and analyzed for dry matter (DM), mineral matter (MM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), hemicellulose (HEM), total digestible nutrients (TDN), total carbohydrates (TC), non-fiber carbohydrates (NFC) and pH values. The in vitro digestibility dry matter (IVDDM), neutral detergent fiber (IVDADF) and acid detergent fiber (IVDADF) were determined by a Rumen Fermenter Ankom® trial ("Daisy Fermenter-II"), in a 2 x 2 factorial scheme with 2 periods of fermentation (30 and 90 days) and two particle sizes. The averages of the observed data from each treatment were subjected to analysis of variance and compared by means of the Tukey test at 5% probability. There was no interaction ($P>0,05$) between DM, OM, CP, NDF, ADF, HEM, MM, TDN, TC and NFC, except for the content of EE and pH ($P<0,05$). That the content of EE increased by 42% when the silage remained stored for 60 days with particle sizes of 50 mm was observed. There was interaction ($P<0,05$) after 90 days of fermentation for the two sizes of particles when pH values were 4,19 for 20 mm and 4,15 for 50 mm ($P<0,05$). The IVDADF increased 38,11% when the silage remained stored 90 days with particle sizes of 50 mm ($P<0,05$). Chipping of the material can be done according to the type of shredder available. As for digestibility, the silo opening is recommended after 60 days of fermentation for the pH to reach the recommended parameters.

Keywords: pineapple culture, alternative food, *Ananas comosus* L. Merrill, roughage, animal nutrition

1. INTRODUÇÃO

A agricultura é um dos principais pilares da economia do país, com uma grande diversidade na produção de frutas. O Brasil é o maior produtor de abacaxi da América Latina ocupando o terceiro lugar na produção mundial (SOUZA; COUTINHO; TORRES, 2010). Portanto a produção de abacaxi tem grande interesse econômico, sendo cultivado em várias regiões do país.

Para o aumento da produtividade o fruticultor tem adotado tecnologias avançadas com o intuito de melhorar a qualidade das frutas, possibilitando melhores preços ao consumidor e seguindo ainda novas formas de aproveitamento dos restos culturais, com a finalidade de minimizar os impactos ambientais e ainda prevenir doenças na lavoura.

A industrialização da fruticultura tropical propicia grandes sobras de subprodutos que, *in natura* ou beneficiados, poderão contribuir com uma parcela expressiva na alimentação de ruminantes, porém as pesquisas e as informações na utilização dessas fontes alternativas para alimentação animal ainda são limitadas (CUNHA et. al., 2009). O resíduo pós-colheita de abacaxi tem potencial para utilização na alimentação de ruminantes, estes resíduos produzidos são: o resíduo da industrialização e o resíduo cultural.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, as regiões Nordeste e Sudeste respondem por 40,7% e 31,1% da produção nacional, respectivamente. Essas regiões apresentam uma grande produção de resíduos provenientes da industrialização da fruta, assim como as frutas produzidas para venda *in natura*, geram grande quantidade de restos culturais; ambos podem ser utilizados na alimentação de ruminantes na forma de silagem. Os restos produzidos pela cultura do abacaxi podem ainda ser incorporados ao solo para o plantio da próxima cultura.

A alimentação é o custo que mais onera a produção pecuária e por isso o uso de alimentos alternativos se torna cada vez mais empregado 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.

Da planta do abacaxi pode-se obter o farelo, que é palatável e altamente digestível, rico em carboidrato, pobre em proteína e apresenta teor elevado de fibra bruta são úteis como fonte de energia para ruminantes (MARIN et. al., 2002).

O resíduo da indústria é composto pela prensagem de subprodutos como cascas, talos, coroas e cilindro e o resíduo cultural é composto por folhas, caules e raízes. O resíduo pós-colheita da planta de abacaxi é uma fonte de forragem que possui uso limitado, entretanto, apresenta potencial para o aumento da produção animal nos locais onde são cultivados (MARIN et al., 2002). A limitação em sua utilização se deve ao desconhecimento sobre a técnica para a conservação desta forragem.

Desta forma, torna-se necessário que sejam desenvolvidos estudos com a finalidade de possibilitar o uso racional da silagem de restos culturais de abacaxi 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.

A escassez destas informações na literatura torna adequada a realização de experimentos científicos, pois, a silagem de restos culturais de abacaxi ainda é utilizada de forma empírica. O presente estudo teve por objetivo avaliar o valor nutricional da silagem de restos culturais de abacaxi pérola para a alimentação de bovinos de leite.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Culturas do abacaxi

Tailândia, Brasil e Filipinas são os maiores produtores mundiais de abacaxi. O Brasil é o maior produtor da América Latina (SOUZA; COUTINHO; TORRES, 2010). Possui a maior diversidade genética da planta, sua disseminação se deu através de intercâmbio entre as tribos indígenas em tempos remotos para toda a América tropical e subtropical (CRESTANI et al., 2010).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2013, o Brasil colheu 1.556.807 toneladas de abacaxi em 58.008 hectares, alcançando rendimento médio de 26.838 toneladas por hectare.

Entre os estados, os maiores produtores são: Pará com 319.399, Paraíba com 283.729 e Minas Gerais com 239.565 mil frutos, sendo que, estes estados apresentam maior rendimento por hectare, acima da média nacional, com 29.795, 29.838 e 30.340 mil frutos por hectare, respectivamente. Provavelmente, o maior rendimento apresentado por estas regiões se deve ao cultivar produzido. Souza e Reinhardt (2001) afirmam que altas densidades de plantio favorecem a obtenção de elevada produtividade e que, baixas densidades, geralmente permitem a produção de frutos maiores. A densidade de plantio pode variar de acordo com a cultivar, destino da produção, nível de mecanização, uso da irrigação e outros fatores.

As regiões Nordeste e Sudeste respondem pela maior parte da produção nacional com 37,4% e 32,1% respectivamente. A região Norte, 23,7% e as demais regiões Centro Oeste e Sul apresentaram menor percentual de participação na produção com 6,5% e 0,2%; as regiões que obtiveram maior rendimento por hectare foram Sudeste com 28.715 frutos/hectare, Nordeste com 27.135 e Norte com 26.004. (Figura 1).

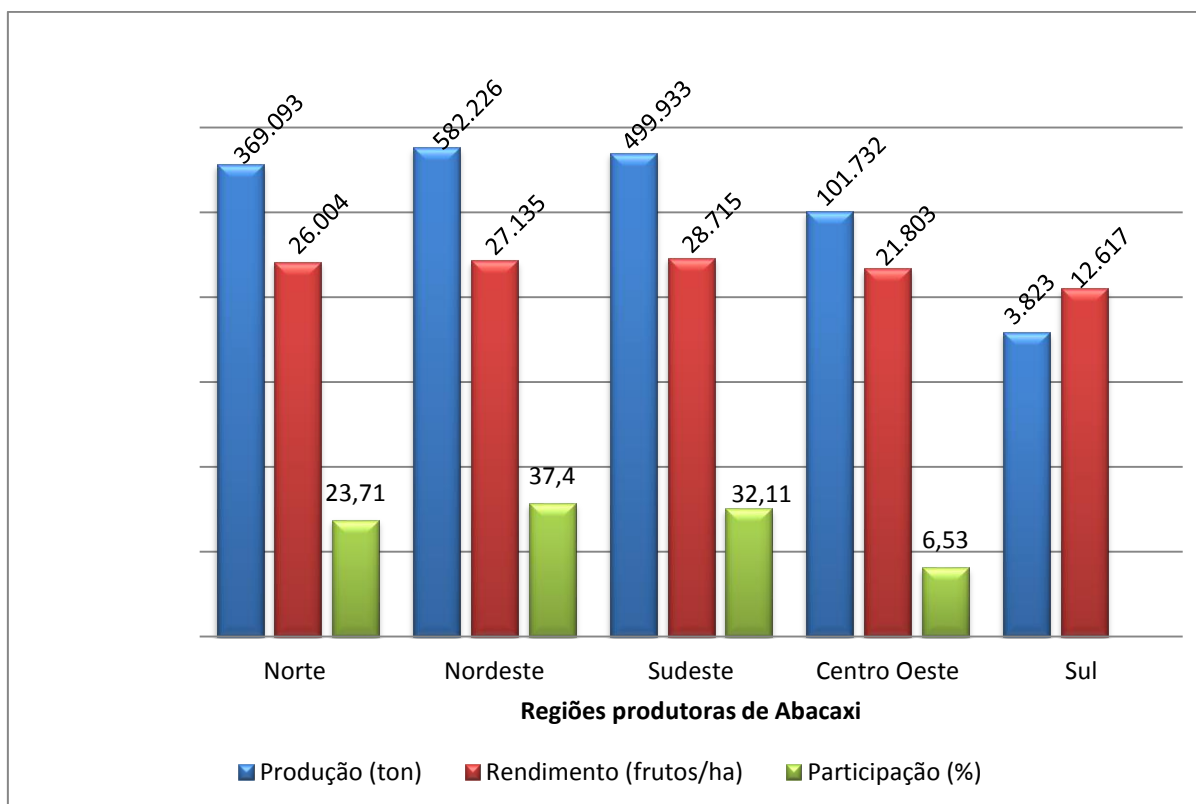


Figura 1. Produção de abacaxi no Brasil, em toneladas, frutos/hectare e porcentagem de participação das regiões, no ano de 2013.

As cultivares mais conhecidas no país são Perolera, *Smooth Cayenne* e Pérola. O *Smooth Cayenne* é considerado de padrão internacional, apresenta planta robusta, de porte semiereto e folhas praticamente sem espinhos; pelas características da fruta, maior peso e acidez elevada, sendo mais empregado na industrialização. O Abacaxi pérola (*Ananas comosus* L. Merrill) caracteriza-se por apresentar plantas eretas, folhas longas providas de espinhos, pedúnculos longos, numerosos filhotes e poucos rebentões; é o mais plantado no Brasil, tem polpa branca e pouco ácida, mais succulenta e saborosa, adequado ao consumo *in natura* (CRESTANI et al., 2010).

De acordo com Carvalho (1992), a industrialização do abacaxi produz em média 48% de resíduo em relação ao seu peso inicial. Fagundes e Fagundes (2010) utilizaram dados de 1985 que relatam a produção de 15,4 toneladas de soqueira seca de resto cultural de Abacaxi havaiano, *Smooth cayenne*. Quanto aos restos culturais, a observação prática mostra que a lavoura de abacaxi pérola produz maior volume de massa verde do que o abacaxi havaiano, sendo por essa razão,

mais utilizado na produção de silagem. Determinando-se o peso de uma planta de abacaxi, em torno de 2,375 Kg, pode-se fazer uma estimativa de produção de massa verde dos restos culturais do abacaxi pérola em torno de 71 toneladas/hectare, se considerada a media de 30.000 plantas de abacaxi/hectare.

Da colheita do abacaxi resultam dois tipos de subprodutos: os resíduos do processo de industrialização da fruta e os restos culturais, ambos com potencial para alimentação de ruminantes (CUNHA et al., 2009).

A redução do impacto ambiental na eliminação dos resíduos culturais e industriais é um aspecto importante no processo de aproveitamento dos mesmos. O resíduo industrial, depois de gerado, necessita de destinação adequada, pois não pode ser acumulado indefinidamente no local em que foi produzido (PELIZER; PONTIERI; MORAIS, 2007).

Souza e Reinhardt (2001) preconizam que os restos culturais do abacaxi devem ser eliminados fazendo-se a incorporação ao solo, para melhoria das condições físicas e biológicas do mesmo. Porém, também se tem recomendado a destruição através da queima dos mesmos, como forma de evitar a proliferação da cochonilha branca para o próximo plantio, o que não se enquadra dentro do manejo ambientalmente correto. A queima de restos culturais tem sido combatida como forma de amenizar a poluição ambiental.

Assim sendo, outras formas de eliminação dos restos culturais do abacaxi podem ser adotadas, como sua utilização na alimentação animal, o que tem sido feito, porém de forma empírica.

2.2 Silagem na alimentação de ruminantes

Um dos componentes principais da dieta de ruminantes é o volumoso, de composição química e valores nutricionais variáveis, dependendo de diversos fatores como tipo, espécie e variedade da planta forrageira, tipos de processamento e armazenamento, além de clima, maturidade, entre outros.

Existe uma ampla variedade de plantas forrageiras que podem ser ensiladas; na escolha da planta para ensilar deve-se levar em consideração, entre outros fatores, o rendimento por hectare, o valor nutritivo, a adaptação da planta ao solo e clima da região, possibilidade de mecanização. O milho, o sorgo, o milheto e a cana-

de-açúcar são as forrageiras mais utilizadas, sendo o milho a melhor opção pelo seu alto valor nutritivo, maior digestibilidade, rendimento de massa verde e boa aceitação pelos animais. Sua utilização se dá pelo fato de sua composição atender os requisitos para a produção de uma boa silagem como teor de matéria seca entre 30% a 35%, mínimo de 3% de carboidratos solúveis na matéria original, baixo poder tampão e por proporcionar uma boa fermentação microbiana (DEMNICIS, 2009).

Mesmo a cultura do milho sendo bastante utilizada, ainda se aplicam conceitos errôneos nos tratos da cultura que influenciam no processo de ensilagem, terminando por produzir material final sem a qualidade esperada. Como a silagem de milho apresenta alto custo de produção, em épocas de escassez, a obtenção de alimentos alternativos tendo em vista a redução de custos torna-se uma necessidade do sistema de produção intensivo.

O uso de alimentos alternativos é uma saída para o produtor que deseja manter ou aumentar sua produção. Pires, Sousa e Dutra (2006) afirmaram que os resíduos e subprodutos são geralmente alimentos de baixo valor nutritivo, com baixo teor de proteína, minerais e grande quantidade de fibra, porém, a redução dos custos e a disponibilidade em período de escassez de plantas forrageiras são fortes argumentos na escolha da utilização dos resíduos como volumosos.

A utilização de subprodutos da agroindústria na alimentação de ruminantes é uma alternativa viável desde que se observe a viabilidade econômica de sua utilização, a disponibilidade ao longo do ano e o seu valor nutricional. O resíduo industrial precisa ser descartado sem prejuízo ao meio ambiente; passando por tratamentos adequados até estarem enquadrados nos padrões estabelecidos pela legislação ambiental.

As lavouras de frutas também originam volumes elevados de restos culturais e seu aproveitamento na alimentação de ruminantes tem sido bastante utilizado pelo produtor rural. Para que seja empregada na alimentação animal além das características nutricionais dos restos culturais, torna-se necessário a observação de fatores como a proximidade entre a localização dos rebanhos e das culturas, o custo de preparo e transporte dos mesmos. Levando-se em consideração o fato de os restos culturais do abacaxi precisa ser eliminado para o plantio de uma próxima

cultura, o mesmo poderá ser utilizado entre as áreas próximas da produção da fruta na alimentação de ruminantes.

2.3 Obtenção e comercialização dos restos culturais de abacaxi pérola para ensilagem

As plantas que ficam no campo após a colheita dos frutos e das mudas, são caracterizadas como restos da cultura do abacaxi. Marin et al. (2002), afirma que este resto cultural quando dessecado recebe o nome de feno de abacaxi e quando moído recebe o nome de farinha de abacaxi, porém estas são denominações baseadas na experiência, sem critérios científicos.

O uso de silagens de restos culturais é uma alternativa viável ao produtor de leite para a redução dos custos da alimentação assim como uma forma de minimizar a contaminação ambiental com a grande quantidade de resíduos vegetais produzidos (SANTOS et al., 2010).

Como o fruto é a parte comercializável da planta do abacaxi, as folhas, caules e raízes são os restos da planta pós-colheita. Após a colheita do fruto, há uma grande quantidade de resto cultural, com potencial para aumentar a produção animal que, muitas vezes, por falta de informações, acaba sendo inutilizado e desperdiçado (LALLO et al., 2003). 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.

Da industrialização se produz o fruto em calda ou enlatado, o suco simples e concentrado, suco da casca tendo como subprodutos as cascas, talos, coroas e cilindros, considerados rejeitos. A prensagem desses rejeitos resulta em suco e torta, que ainda são fornecidos para os animais de forma empírica (VASCONCELOS et al., 2002).

A silagem de resíduos industriais de abacaxi pode ser considerada um alimento volumoso de considerável teor proteico, sua composição em proteína bruta seria similar à silagem de milho (6,50 a 7,05%). Porém, esse teor varia em função do material coletado e do período de utilização (PRADO et al., 2003).

As formas de conservação de forragens mais utilizadas são a silagem e a fenação. O uso de silagem de restos culturais de abacaxi é uma forma de

aproveitamento “soqueira” da lavoura. Esse aproveitamento dos restos culturais ocorre indiferente de haver a sistematização da integração agricultura-pecuária, pois que, o abacaxicultor terceiriza o corte dos restos culturais, economizando despesas como mão de obra e combustível, pois não faz a incorporação de parte desse material ao solo, para prevenir a contaminação da cochonilha branca.

O plantio do abacaxi pérola só não ocorre nos meses secos, devido às temperaturas baixas, a colheita se dá de 15 a 24 meses depois do plantio. Com ajuda da irrigação, a fruta é colhida durante todo o ano, com picos de produção entre os meses de outubro e janeiro.

O plantio é feito predominantemente em sistemas de filas duplas, com espaçamento de 1,00 x 0,40 x 0,40 m, como mostra a Figura 2, o que facilita a entrada da ensiladeira para picagem do material.

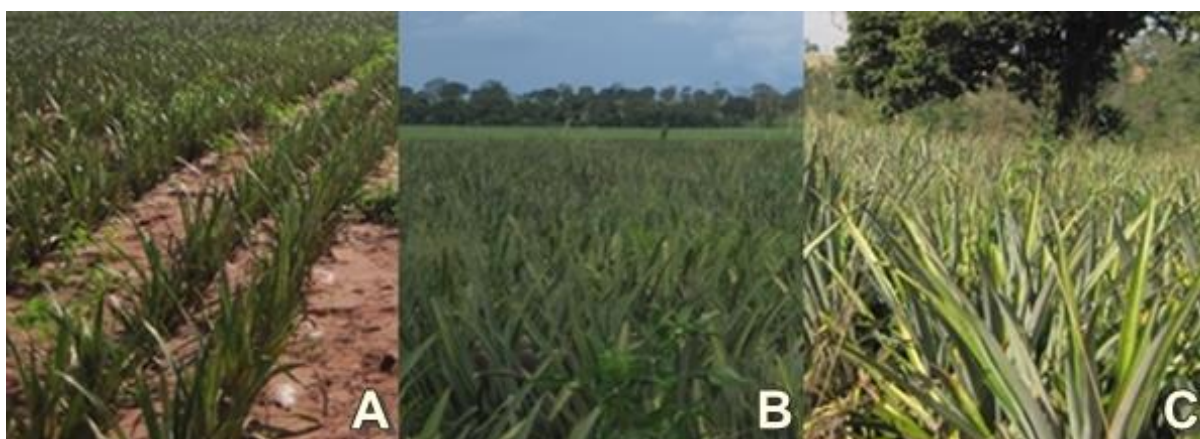


Figura 2. Sistema de plantio em linha dupla de abacaxi pérola; cultura recém-plantada com cerca de 6 meses (A); Cultura com 10 meses de plantio (B); Restos culturais prontos para o corte (C)

A colheita dos frutos é feita de forma seletiva, de acordo com o mercado de destino; são colhidos com a casca verde, parcialmente verde ou totalmente amarelo; sendo identificadas e escolhidas as plantas mais vigorosas para serem colhidas em uma primeira etapa, com posterior seleção e colheita das mudas. As mudas normalmente utilizadas são as do tipo filhote (brotam por baixo da fruta) ou rebentão (brotam por baixo da planta). Nesta primeira etapa, após a colheita dos frutos, as mudas chamadas “filhotes”, devem permanecer nas plantas até que atinjam tamanho de 25 a 50 cm e peso entre 150 a 500 gramas (Figura 3).



Figura 3. Abacaxi pérola em ponto de colheita (A); Formação de mudas (filhote) sob a fruta (B).

Depois desse período de crescimento, denominado ceva, as mudas são colhidas e devem ser curadas. A cura é feita deixando-se as mudas tomarem sol de 7 a 15 dias ficando sobre as próprias plantas ou espalhadas em camadas finas sobre o solo, com a base voltada para cima; depois de curadas, estas mudas são selecionadas (SANTOS; SILVA, 2000). Após os processos de maturação e cura das mudas, a lavoura é deixada em repouso, sem nenhum tipo de manejo para que as plantas iniciem um processo de perda de umidade, pois não irá produzir fruto novamente. O corte e ensilagem dos restos culturais do abacaxi são feitos em torno de 60 a 90 dias após a colheita da fruta.

A silagem de restos culturais de abacaxi consiste em se fazer a picagem com ensiladeira e a compactação em silos tipo trincheira ou de superfície. Os restos culturais da lavoura serão revendidos ao produtor de leite através de um intermediário que se encarrega do corte, assim como de sua colocação na propriedade rural. Poucos se utilizam da integração agricultura-pecuária, ou seja, poucos agropecuaristas fazem o plantio da lavoura de abacaxi para o aproveitamento dos restos culturais, pois a lavoura ocupa área relativamente grande o que inviabiliza seu plantio para o pequeno produtor de leite.

Como a safra vai de outubro a janeiro e o final do período de espera de crescimento da muda coincide com o final das chuvas, quando o solo permite que a

ensiladeira possa entrar na lavoura e proceder a picagem do resto cultural. Normalmente a comercialização do material picado se dá de março/abril até quase no final da seca; muitos produtores enchem o silo duas vezes, antes do início da seca, programando a abertura para, em média, 30 dias depois e no final da seca, de acordo com a necessidade.

2.4 Composição bromatológica e tamanhos de partículas

O conhecimento da composição química e dos valores nutricionais é importante para o uso racional dos componentes da dieta de animais. No Brasil, os métodos químicos tradicionais para avaliação de silagens foram sistematizados por Silva e Queiroz (2002), as informações sobre a composição dessas dietas, associadas às avaliações estatísticas podem fornecer subsídios importantes que poderão auxiliar na predição do desempenho animal.

Marin et al. (2002) citam experimento realizado em 1966 com vacas da raça Holandesa com produção média de 13,61 kg, em que o feno de abacaxi adicionado ao farelo de abacaxi aumentou a gordura do leite de 3,2 para 4,3%, já os animais alimentados com dieta baixa em volumoso (só farelo de abacaxi), apresentaram mudança na composição dos ácidos graxos na gordura do leite.

A análise bromatológica do feno de restos culturais de abacaxi (plantas trituradas em máquina forrageira e expostas por três dias ao sol) em experimento realizados por Pinto et al. (2005), encontraram os seguintes valores: 84,12% de matéria seca, 5,95% de proteína bruta, 2,54% de extrato etéreo, 61,06% fibra em detergente neutro, 30,15% de fibra em detergente ácido, 5,05% de matéria mineral, 25,24% de celulose e 2,10% de lignina, além de encontrar uma energia bruta de 4.193 kcal/kg de matéria seca.

Ao observar a época de colheita em relação à composição bromatológica, Carvalho et al. (1991) concluíram que as folhas devem ser utilizadas logo após a colheita dos frutos, para se ter simultaneamente alta massa foliar com teores proteicos elevados e de carboidratos insolúveis (celulose + hemicelulose) baixos. Segundo Van Soest (1994), teores elevados de fibra em detergente ácido das forrageiras estão associados à menor digestibilidade.

A preservação da proteína influencia o volume de concentrados da dieta dos animais (SENGER et al., 2005). Atualmente sabe-se que resíduos de abacaxi apresentam teores proteicos baixos e possuem potencial energético que pode ser aproveitado na alimentação de bovinos, acompanhado de suplementação proteica adequada.

Partículas muito grandes dificultam a compactação, permitindo maior quantidade de oxigênio dentro do silo, resultando em perdas de qualidade da forragem e reduzindo a capacidade de armazenagem. Já o menor tamanho de partículas facilita o processo de ensilagem, permitindo maior densidade de transporte do material colhido, aumentando a eficiência de compactação e permitindo melhor fermentação anaeróbia, preservando ainda o valor nutritivo e minimizando perdas (NEUMANN et al., 2007).

Partículas muito pequenas possuem pouca efetividade física no rúmen, reduzem a taxa de mastigação, ruminação e salivação pelo animal, causando queda do pH ruminal e acidose. O tamanho de partículas maior ou menor, de um mesmo alimento, interfere na estimulação da mastigação, podendo alterar a efetividade de um alimento (SILVA, 2012). Outro efeito é a queda da digestibilidade da silagem devido à alta taxa de passagem pelo rúmen, não havendo tempo suficiente para ataque das bactérias sobre a forragem.

Do ponto de vista nutricional a diminuição do tamanho de partículas pode interferir no aumento da taxa de passagem o que provoca maior consumo voluntário interferindo positivamente no desempenho dos animais. O tamanho de partícula do material a ser ensilado também interfere no consumo. Santos et al. (2010) indicam que a facilidade de compactação do material é dependente do tamanho de partícula e do teor de matéria seca da forragem no momento da ensilagem.

A determinação da Matéria Seca é o ponto de partida da análise de alimentos. É de grande importância, uma vez que a preservação do alimento depende do teor de umidade presente no material; além disso, quando se compara o valor nutritivo de dois ou mais alimentos, é necessário levar em consideração os respectivos teores de matéria seca (SILVA; QUEIROZ, 2009).

A determinação de umidade das forragens frescas e silagens são utilizadas em pesquisas sobre forragicultura, especialmente para estimativas de rendimento e disponibilidade de matéria seca (LACERDA; FREITAS; SILVA, 2009).

Por meio de levantamento da variabilidade da composição bromatológica das silagens de milho no Brasil, verificou-se teores de matéria seca com grandes diferenças de valores, desde extremamente úmidas até silagens muito secas, destas apenas 46,5% apresentaram teor de matéria seca dentro da faixa ideal, entre 30% e 35% (NOVINSKI; SOUZA; SCHIMIDT, [2013]). Já na silagem de restos culturais de abacaxi pérola foram encontrados valores de matéria seca que variaram de 20,89 a 23,71% em intervalos de fermentação de 0 a 150 dias (SILVA et al., 2012).

2.5 Digestibilidade *in vitro*

O coeficiente de digestibilidade de um alimento ou de uma dieta constitui um dos principais parâmetros nutricionais entre aqueles que são determinantes para o processo produtivo de ruminantes. Sob esse aspecto, a avaliação nutricional dos alimentos no que diz respeito à digestibilidade adquire grande importância.

A determinação da qualidade das forrageiras é dada pela separação das diversas frações que a constituem. O conhecimento destas frações permite estimativa do valor nutricional dos alimentos, características importantes no balanceamento de dietas e na avaliação da qualidade da dieta animal.

Tecnicamente, a digestibilidade pode ser descrita como a proporção da fibra ingerida que não é excretada nas fezes (BIANCHINI et.al., 2007). A digestibilidade *in vitro* consiste em deixar amostras de forragem em contato com o conteúdo líquido do rúmen onde se tenta reproduzir as condições predominantes do rúmen (presença de microrganismos, anaerobiose, temperatura de 39 °C, poder tampão e pH 6,9) por 48 horas para sofrer o processo de fermentação. Em uma segunda etapa, por mais 24 horas se acrescenta solução ácida de pepsina com vistas a desdobrar as proteínas.

A técnica da digestão *in vitro* tem sido amplamente utilizada na análise dos alimentos fornecidos aos ruminantes. A digestibilidade é dada pela relação entre a quantidade da fração ingerida do alimento e o que é excretado. Os coeficientes de digestibilidade estabelecidos para a matéria seca ou para cada um dos

componentes da matéria orgânica, tais como proteína bruta, extrato etéreo, extrativo não nitrogenado, fibra em detergente ácido e fibra em detergente neutro, seus valores são expressos em percentagem (SALMAN et al., 2010).

O método de determinação da digestibilidade *in vitro* através do Fermentador Ruminal Daisy II-ANKOM® é um sistema efetivo para determinar a digestibilidade *in vitro* da matéria seca e a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica, pois fornece dados similares aos encontrados pelo sistema mais tradicional, permitindo a determinação de uma grande quantidade de amostras simultaneamente (CICHOSKI et al., 2009).

A determinação da digestibilidade da fibra é importante por ser a fração menos digerível do alimento, componente essencial para estimulação da mastigação e ruminação. A fibra fornece os carboidratos usados como fonte de energia pelos microrganismos do rúmen e tem sido usada para caracterizar alimentos e para estabelecer limites máximos de ingredientes nas rações (VAN SOEST, 1994).

A fibra em detergente neutro é uma medida do conteúdo total de fibra insolúvel do alimento e inclui a celulose, a hemicelulose e lignina sendo o parâmetro mais usado para o balanceamento de rações (OLIVEIRA et al., 2001). Em relação às exigências do animal, rações com alta densidade e baixa concentração de fibra, o será consumo limitado pela demanda energética, já para rações de baixa densidade energética e alto teor de fibra, o consumo será limitado pelo enchimento. Portanto, a fibra representa a fração dos alimentos que mais interfere sobre o consumo de matéria seca, dependendo de sua concentração e digestibilidade. Forragens com níveis menores de fibra em detergente ácido apresentam maior concentração energética.

A silagem de restos culturais de abacaxi apresenta níveis compatíveis de fibra em detergente neutro com silagens de gramíneas tropicais, 54%, descritas por Oliveira et al. (2010), apresentando médias de 52,46, 53,49, 49,91 e 54,39% para 30, 60, 90 e 120 dias de fermentação. Por apresentar níveis de digestibilidade da matéria seca superior a 50%, a silagem de restos culturais de abacaxi pérola torna-se um resíduo com potencialidade para alimentação de vacas leiteiras, nos locais onde houver a disponibilidade do mesmo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local

O experimento foi conduzido no período de julho de 2012 a julho de 2013, Município de Frutal - MG, região noroeste do Estado de Minas Gerais, a 19° 39' 19" S e 47° 57' 27" W, altitude de 795 m. A classificação climática, segundo Kotte et. al., (2006), é do tipo Cwa: clima temperado úmido com inverno seco e verão quente em um clima tropical de altitude, úmido com moderada deficiência hídrica, com temperatura média anual de 23,8°C. A precipitação média anual é de 1538,4 mm, concentradas entre os meses de novembro a abril.

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal–LANA, setor de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, Universidade Estadual de São Paulo (FCAV/ UNESP).

A digestibilidade *in vitro* foi realizada na Unidade Animal de Estudos Digestivos e Metabólicos, setor de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, Universidade Estadual de São Paulo (FCAV/ UNESP).

3.2 Tratamentos

Os restos culturais de abacaxi pérola foram picados com picadeira móvel de forragens com acionamento hidráulico de precisão para altura de corte (JF92 Z10), dotada de 10 facas para cortes com tamanhos que variam de 2 a 22 mm (Figura 4). A lavoura se apresentava limpa, sem grande desenvolvimento de plantas daninhas, o que facilita a entrada da picadeira móvel e não afetou a qualidade da planta picada.



Figura 4. Picadeira móvel com regulagem de corte (A); Picagem de restos culturais de abacaxi para a ensilagem (B); Aspecto dos restos culturais de abacaxi após a picagem (C).

O material foi ensilado em silos artificiais (Figura 5), 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.



Figura 5. Ensilagem de restos culturais de abacaxi (A); Silos artificiais de sacos plásticos duplos (B, C).

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 os 120 dias.

Para a abertura dos silos, foi feito um corte na parte superior do mesmo, sendo descartada a porção que apresentava perda de material na porção superior do silo, assim como também na parte inferior. Foram retiradas amostras de cerca de 500g da parte central do silo, devidamente embaladas em saco plástico, identificadas e congeladas (Figura 6) para posterior análise bromatológica.

A cada período de coleta foi retirada cerca de 50 g de amostra fresca de cada tratamento. Estas amostras 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).



Figura 6. Corte de parte superior do silo (A); Aspecto de partículas de restos culturais de abacaxi no momento da coleta de amostras (B); Amostras embaladas e identificadas para posteriores análises (C).

3.3 Análises bromatológicas

Ao final do período de 120 dias, as amostras de silagem de restos culturais de abacaxi pérola foram descongeladas, sendo que, foram utilizadas 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 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 $NDT = 87,84 - (07 \times FDA)$, onde FDA é fibra em detergente ácido (RODRIGUES, 2010).

3.3.1 Delineamento Experimental

Para as análises bromatológicas foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 4 x 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. 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., 2011). O modelo matemático utilizado 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

3.4 Digestibilidade *in vitro*

3.4.1 Adaptação e coleta de conteúdo ruminal

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 e recebeu diariamente 15 Kg 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 previamente aquecidas a 39°C, até o local de incubação.

3.4.2 Técnica de digestão *in vitro*

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca, da fibra em detergente neutro, e da fibra em detergente ácido 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 (Figura 7).

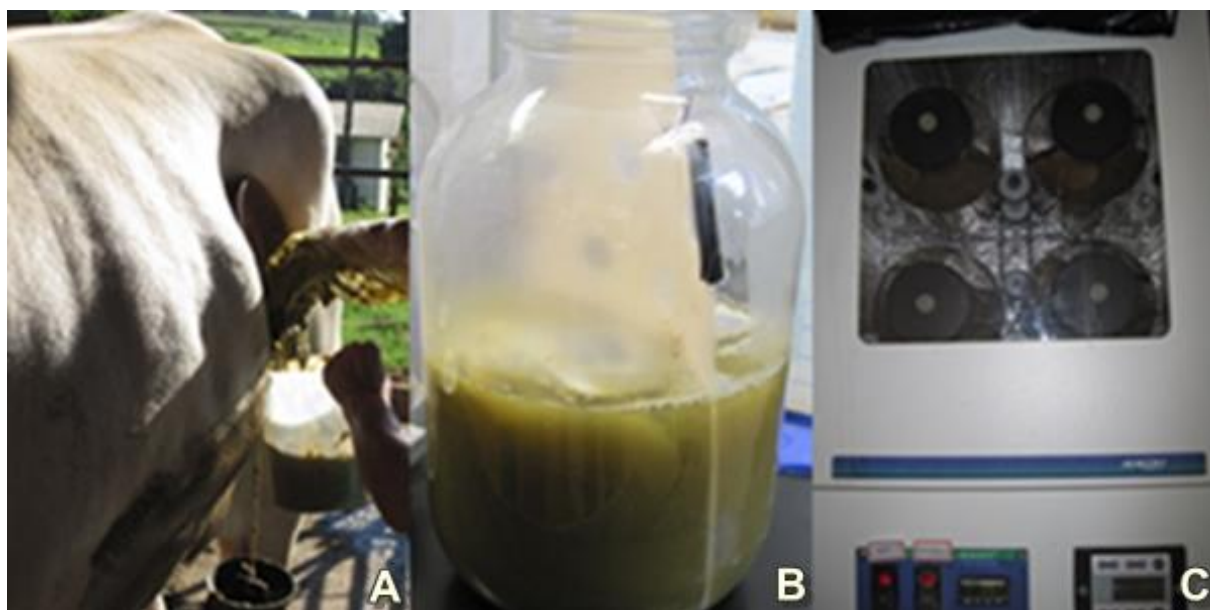


Figura 7. Coleta de inóculo (A); Jarro pronto para incubar Daisy II (B); Amostras em incubadora (C)

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: 10g/L de KH₂PO₄; 0,5 g/L de MgSO₄.7H₂O; 0,5 g/L de NaCl; 0,1 g/L de CaCl₂ e 0,5g/L de uréia-grau reativo. A solução 'B' foi constituída por: 15 g/L de Na₂CO₃ e 1,0g/L de Na₂S.9H₂O. 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, em seguida determinado o teor de MS das amostras em estufa a 105°C. Para a determinação da DIVFDN e da 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 digestibilidade *in vitro* da matéria seca, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\text{DIV, \%} = (W3 - W1) \times 100/W2$$

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;

3.4.3 Delineamento experimental

Para a digestibilidade *in vitro* foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) 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., 2011). O modelo matemático utilizado 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

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Composição bromatológica

Os dados referentes aos valores da composição bromatológica da silagem de restos culturais de Abacaxi pérola com 4 tempos de fermentação e 2 tamanhos de partículas são apresentados na Tabela 1.

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 ($P<0,05$), houve interação em relação à tempo de fermentação e tamanhos de partículas.

Pinto et. al. (2005), encontraram os seguintes resultados da análise bromatológica de feno dos restos culturais de abacaxi, composto por plantas trituradas com máquina forrageira e exposta ao sol por 3 dias: 5,95% de proteína bruta, o que não diferiu muito dos resultados encontrados no presente experimento 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, 2007).

Os teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido apresentaram média de 52,69% e 29,16%, respectivamente, diferentes de teores encontrados para silagem de milho por Zanine (2007), que foram de 66,11% e 32,96%. 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 que teores encontrados neste experimento ficaram, em média, em torno de 66%, o que representa um acréscimo de 20%.

Tabela 1. Valores médios, em porcentagem, para Matéria Seca (MS), Matéria Orgânica (MO), Extrato Etéreo (EE), Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA), Hemicelulose (HEM); Matéria Mineral (MM), pH, Fibra Bruta (FB), Nutrientes Digestíveis Totais (NDT), Carboidratos Totais (CT), Carboidratos não Fibrosos (CNF); em silagem de restos culturais de abacaxi pérola.

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

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

NS, *, ** = não significativo; significativo a 5% e significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey, respectivamente.

CV (%) = Coeficiente de variação

DMS (5%) = Diferença mínima significativa

T = Tempo de fermentação

TP = Tamanhos de partículas

O desdobramento da interação entre tempo de fermentação e tamanhos de partículas para os teores de extrato etéreo esta expresso na Tabela 2.

Verifica-se que os teores de extrato 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. 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 entre 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, independente do tamanho de partículas, caso haja necessidade de abertura do silo, a silagem terá menores teores de extrato etéreo.

Tabela 2. Desdobramento da interação entre tempos de fermentação e tamanhos 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 de Tukey.

NS = não significativo .

*($P < 0,05$)

**($P < 0,01$)

DMS = diferença mínima significativa

T = Tempo de fermentação

TP = Tamanhos de partículas

Os valores para o desdobramento da interação entre tempo de fermentação e tamanho de partícula para pH estão apresentados na Tabela 3. Houve interação ($P > 0,05$) aos 90 dias de fermentação em relação aos dois tamanhos de partícula,

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.

Possenti et al. (2005) estudando os parâmetros bromatológicos e fermentativos de silagens de milho e girassol, observou 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, que apresenta alta 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), relatam 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 de Tukey.

NS = não significativo.

*(P<0,05).

** (P<0,01)

DMS = diferença mínima significativa

T = Tempo de fermentação

TP = Tamanhos de partículas

Neste experimento, o pH da silagem de restos culturais de abacaxi variou, nos diferentes tempos de fermentação entre 3,73 e 4,19. Esse valor menor aos 30 dias de fermentação, com tamanho de partícula de 20 mm, se aproxima da faixa ideal de 3,8 e 4,2 relatados 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 mandioca e Pereira et al. (2007) em avaliação de silagens de milho.

4.2 Digestibilidade *in vitro*

Não houve interação ($P>0,05$) entre os tempos de fermentação e tamanhos de partícula para os valores de digestibilidade da matéria seca e digestibilidade da fibra em detergente neutro, conforme ilustrado na Tabela 4. As médias dos valores obtidos para digestibilidade da matéria seca 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

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

A Tabela 5 demonstra o desdobramento da interação entre tempo de fermentação e tamanho de partícula para a digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro na silagem de restos culturais de abacaxi pérola.

Houve interação entre os tempos de fermentação e os tamanhos de partículas para a digestibilidade da fibra em detergente ácido. Aos 90 dias de fermentação com tamanho de partícula de 20 mm a digestibilidade da fibra em detergente ácido apresentou um acréscimo de 18,26% em relação ao mesmo período com 20 mm de tamanho de partícula. Em relação ao mesmo tamanho de partícula de 50 mm, com 90 dias de fermentação apresentou um acréscimo de 38,11%, em relação aos 30 dias de fermentação.

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	17,41aA	18,72bA	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 = Tamanhos de partículas

5. CONCLUSÕES

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

Do ponto de vista da digestibilidade, a 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.

Sugere-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.

REFERÊNCIAS

- ALCALDE, C. R.; MACHADO, R. M.; SANTOS, G. T.; PICOLLI, R.; JOBIM, C. C. Digestibilidade in vitro de alimentos com inóculos de líquido de rúmen ou de fezes de bovinos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 917-921, 2001.
- ANDRADE, D. K. B.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; WANDERLEY, W. L.; SILVA, L. E.; CARVALHO, F. F. R.; ALVES, K. S.; MELO, W. S. Digestibilidade e absorção aparentes em vacas da raça Holandesa alimentadas com palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 5, p. 2088-2097, 2002.
- ANDRADE, P. F. S. **Fruticultura**: análise da conjuntura agropecuária. [Paraná]: SEAB - Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento, DERAL - Departamento de Economia Rural, 2012. Disponível em: <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCUQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.agricultura.pr.gov.br%2Farquivos%2FFile%2Fderal%2FPrognosticos%2Ffruticultura_2012_13.pdf&ei=JgqPU4X9Bo6JkwX1_YHoBQ&usg=AFQjCNH2UCd9fbfHPyuVygcdkbR6L_0LuA&sig2=YSyq5lbvvqmZTbtSYudKXg&bvm=bv.68235269,d.dGl&cad=rja>. Acesso em: 03 jun. 2014.
- 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 Ensaios Agronômicos**: Versão 1.1.0.711: 2014.
- BIANCHINI, W.; RODRIGUES, E.; JORGE, A. M.; ANDRIGHETO, C. Importância da fibra na nutrição de bovinos. **REDVET. Revista electrónica de Veterinária**, Espanha, v. 8, n. 2, p. 1-14, 2007. Disponível em: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020207/020718.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2014.
- CABRAL, J. R. S.; SOUZA, J. da S.; FERREIRA, F. R. Variabilidade genética e melhoramento do abacaxi. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o nordeste brasileiro**. Petrolina; Embrapa Semiárido, 1999. , 9 p. Disponível em: <http://www.cpatsa.embrapa.br/catalogo/livrorg/abacaxi.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2014.
- CAMPOS, W. E.; BORGES, A. L. C. C.; SATURNINO, H. M.; SILVA, R. R.; SOUSA, B. M.; ROGÉRIO, M. C. P.; BORGES, I.; RODRÍGUEZ, N. M. Degradabilidade ruminal da fibra das frações do resíduo industrial de tomate. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, n. 1, p. 189-195, 2007.
- CAMPOS, W. E.; MATTANA, S. H.; COSTA, C. B. A. L.; SILVA, R. R.; MAGALHÃES, C. M.; SOUSA, M. B.; PINHEIRO, R. M. C.; RABELO, S. L. Qualidade da silagem do resíduo industrial de tomate submetida a diversos tratamentos.

Revista Ceres, v. 24, n. 311, p. 93-97, 2007. Disponível em:

<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=305226663010>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

CARVALHO, F. C. Disponibilidade de resíduos agroindustriais e do beneficiamento de produtos agrícolas. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 22, n. 12, p. 32-46, 1992.

CARVALHO, V. D.; PAULA, M. B.; ABREU, C. M. P.; CHAGAS, S. J. R. Efeito da época de colheita da planta na composição química das folhas do abacaxizeiro.

Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 26, n. 10, p. 1655-1661, 1991.

CICHOSKI E., SANTOS G.T., SILVA D.C., CECATO U., SANTOS W.B.R., MARTINS E.N. GASPARINO, E.; . Diferentes tipos de sacos para Análise da forrageiras digestibilidade in vitro. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 58, n. 224, p. 749-752, 2009. Disponível em: <http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0004-05922009000400015&script=sci_arttext>. Acesso em: 03 jun. 2014.

CRESTANI, M.; BARBIERI, R. L.; HAWERROTHI, F. J.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA A. C. Das Américas para o mundo: origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 6, p. 1473-1483, jun. 2010.

CRUZ, S. S.; MORAIS, A. B. F.; RIBEIRO, S. B.; OLIVEIRA, M. G.; COSTA M. S.; FEITOSA, C. T. L. Resíduo de frutas na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, Lavras, v. 10, n. 6, p. 2909, nov./dez. 2013.

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.

DEMINICIS, B. B.; VIEIRA, H. D.; JARDIM, J. G.; ARAÚJO, S. A. C.; CHAMBELA NETO, A.; OLIVEIRA, V. C.; LIMA, E. S. Silagem de milho - Características agrônômicas e considerações. **REDVET. Revista electrónica de Veterinaria**, Espanha, vol. 10, Nº 2, 2009. Disponível em: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020209/020902.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2014.

DRONAWAT, N. S.; STANLEY, R. W.; COBB, E.; MORITA, K. E. Effect of feeding limited roughage and a comparison between loose and pelleted pineapple hay on milk production, milk constituents, and fatty acid composition of milk fat. **Journal Dairy Science**, New York, v. 49, n. 1, p. 28-31, 1966.

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.

FERREIRA, A. C. H.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M.; CAMPOS, W. E.; BORGES, I.; Avaliação nutricional do subproduto da agroindústria de abacaxi como

aditivo de silagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 2, p. 223-229, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento sistemático da produção agrícola**: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro, 2014. v. 27, p. 1-84. (Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, n.3) Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201403.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201403.pdf)

KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. Word map of the Köppen-Geiger climate classification update. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 15, n. 3, p. 259-263, 2006.

LACERDA, M. J. R.; FREITAS, K. R.; SILVA J. W. Determinação da matéria seca de forrageiras pelos métodos de microondas e convencional. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 3, p. 185-190, may/jun. 2009.

LALLO, F. H.; PRADO, I. N.; NASCIMENTO, W. G.; ZEOULA, L. M.; MOREIRA, F. B.; WADA, F. Y. Níveis de substituição da silagem de milho pela silagem de resíduos industriais de abacaxi sobre a degradabilidade ruminal em bovinos de corte. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 3, p. 719-726, 2003.

LAVEZZO, O. E. N. M. Utilização de resíduos culturais e de beneficiamento na alimentação de bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 6., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995, p.7-16.

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 Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 1, p. 70-76, 2006.

MANZANO, R. P.; FUKUSHIMA, R. S.; GOMES, J. D. F.; GARIPPO, G. Digestibilidade do bagaço de cana-de-açúcar tratado com reagentes químicos e pressão de vapor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 4, p. 1196-1204. ago. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982000000400034&script=sci_arttext>. Acesso em: 17 mar. 2014.

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.

NEUMANN, M.; MÜHLBACH, P. R. F.; NÖRNBERG, J. L.; OST, P. R.; LUSTOSA, S. B. C. Efeito do tamanho de partícula e da altura de corte de plantas de milho na dinâmica do processo fermentativo da silagem e no período de desensilagem; **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 5, p. 1603-1613, 2007. Suplemento.

NOVINSKI, C. O.; SOUZA, C. M.; SCHMIDT, P. **Caracterização bromatológica das silagens de milho no Brasil**. Curitiba: Centro de Pesquisa em Forragicultura, [2013?]. Acesso em: 15 jun. 2012.

NUNES, H.; ZANINE, A. M.; MACHADO, T. M. M.; CARVALHO, F. C. Alimentos alternativos na dieta dos ovinos: uma revisão. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, Maracaibo, v. 15, n. 4, p. 147-158, 2007.

OLIVEIRA, A. S.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. de C.; CECON, P. R.; OLIVEIRA, G. A. de; SILVA, R. M. N. da; COSTA, M. A. L.; Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite em vacas alimentadas com quatro níveis de compostos nitrogenados não-protéicos; **Revista Brasileira de Zootecnia**; 2001, vol.30, n.4, pp. 1358-1366. ISSN 1806-9290.

OLIVEIRA, G. A. **Cinética de trânsito e de degradação da fibra de silagens do resíduo da cultura do abacaxi em bovinos**. 2011. 39 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2011.

PELIZER, L. H.; PONTIERI, M. H.; MORAES, I. O. Utilização de resíduos agro-industriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. **Journal of Technology Management & Innovation**, Santiago, v. 2, n. 1, p. 118-127, 2007.

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.

PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; DUTRA, G. S.; Resíduos e subprodutos da agroindústria na alimentação de ruminantes no nordeste: tratamentos e utilização; In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 10., 2006, Petrolina. **Anais...** [Petrolina: Embrapa Semiárido], 2006.

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.

PRADO, I. N.; LALLO, F. H.; ZEOULA, L. M.; CALDAS NETO, S. F.; NASCIMENTO, W. G., MARQUES, J. A. Níveis de substituição da silagem de milho pela silagem de resíduo industrial de abacaxi sobre o desempenho de bovinos confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 3, p. 737-744, 2003.

PY, C.; LACOEUILHE, J. J.; TEISSON, C. **L'ananas: as culture, sés produits**. Paris: GP Maisonneuve & Larousse, 1984. 562 p.

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.

RODRIGUEZ, N. M.; SOUSA, L. F.; CASTRO, K. J. Utilização de subprodutos da agroindústria na alimentação de ruminantes, experiência brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 19., 2009, [Águas de Lindóia]. **Palestras...** [Brasília, DF]: ABZ, 2009. Disponível em: <<http://www.abz.org.br/publicacoes-tecnicas/anais-zootec/palestras/22272-Utilizao-Subprodutos-Agroindstria-Alimentao-Ruminantes-Experiencia-Brasileira.html>>. Acesso em: 03 jun. 2014.

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

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.

SANTOS, W. V.; SILVA, J. R. **A cultura do abacaxi**. [S.l.]: EMATER, set. 2000. Disponível em: <<http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/LivrariaVirtual/a%20cultura%20do%20abacaxi.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2014.

SENGER, C. C. D.; MÜHLBACH, P. R. F.; SÁNCHEZ, L. M. B.; NETTO, D. P.; LIMA, L. D. Composição química e digestibilidade 'in vitro' de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1393-1399, nov.-dez., 2005.

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

SILVA, M. L. S.; FARIAS, V. L. S.; PAULA, D. P.; MATA, J. M. Características bromatológicas de silagem do restolho do abacaxi pérola em diferentes épocas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 22., 2012, Cuiabá. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2012.

SILVA, M. R. H.; NEUMANN, M. Fibra efetiva e fibra fisicamente efetiva: conceitos e importância na Nutrição de ruminantes. **FAZU em Revista**, Uberaba, n. 9, p. 69-84, 2012.

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, L. F. S.; REINHARDT, D. H. **Fruteiras**: abacaxizeiro. Cruz das Almas: EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura, 2001.

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.

TEIXEIRA, D. A. A.; PERIM, R. C.; COSTA, K. A. P.; FERNANDES, P. B.; EPIFÂNIO, P. S.; CARVALHO, W. G. Valores de pH, acidez titulável e nitrogênio amoniacal da silagem de capim-piatã ensilada com diferentes níveis de farelos energéticos. In: CONGRESSO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO DO CÂMPUS RIO VERDE DO IFGOIANO, 1., 2012, Rio Verde. **Resumos...** Rio Verde: Instituto Federal Goiano, 2012.

TEIXEIRA, F. A.; PIRES, A. V.; NUNES, P. V. Bagaço de cana-de-açúcar na alimentação de bovinos; REDVET. **REDVET. Revista eletrônica de Veterinária**, Espanha, v. 8, n. 6, p. 1-9, jun. 2007. Disponível em: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060607/060708.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2014.

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. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Cornell: Cornell University Press, 1994. 476 p.

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.

VASCONCELOS, V. R., LEITE, E. R., PINHEIRO, M. C., PIMENTEL, J. C. M., NEIVA, J. N. M.; *Utilização de subprodutos da indústria frutífera na alimentação de caprinos e ovinos* - Sobral, CE : Embrapa Caprinos, 2002. 36p. il. 21 cm, (Embrapa Caprinos. Documentos, 42); Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/529870>; Acesso em: 03 jun. 2014.

VIEIRA, A. A.; BRAZ, J. M. Bagaço de cevada na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, Lavras, v. 6, n. 3, p. 973-979, maio/jun. 2009.

IMPLICAÇÕES

A comercialização da silagem de restos culturais de abacaxi perola 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 perola 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 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.

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.

Havendo necessidade, a abertura do silo poderá ser feita a partir dos 30 dias de fermentação, com os tamanhos de partículas maiores ou menores, de acordo com a disponibilidade de equipamento.

O produtor de leite 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.

Com o conhecimento da composição bromatológica 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.