

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

**AVALIAÇÃO BROMATOLÓGICA E PRODUÇÃO DE
GASES DE PRODUTOS FERMENTADOS À BASE DE
TUBÉRCULOS, VINHAÇA E SORO DE LEITE**

Katiuscia Cristina das Neves Mota

Belo Horizonte
Escola de Veterinária - UFMG
2016

Katiuscia Cristina das Neves Mota

Avaliação bromatológica e produção de gases de produtos fermentados à base de tubérculos, vinhaça e soro de leite

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para Obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Área: Nutrição e Alimentação Animal

Orientador: Walter Motta Ferreira

Belo Horizonte
Escola de Veterinária - UFMG
2016

M917a Mota, Kátusia Cristina das Neves, 1980-
Avaliação bromatológica e produção de gases de produtos fermentados à base de
tubérculos, vinhaça e soro de leite / Kátusia Cristina das Neves Mota. – 2016.
74 p. : il.

Orientador: Walter Motta Ferreira
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária
Inclui bibliografia

1. Coelho – Alimentação e rações – Teses. 2. Nutrição animal – Teses. 3. Fermentação –
Teses. 4. Alimentos – Análise – Teses. 5. Análise multivariada – Teses. I. Ferreira, Walter
Motta. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 636.932 208 5

DISSERTAÇÃO defendida e aprovada em 25/01/2016 pela Comissão Examinadora
composta pelos seguintes membros:



Prof. Dr. Walter Motta Ferreira
(Orientador)



Prof. Dra. Vanusa Patrícia de Araújo Ferreira



Prof. Dr. Leonardo Boscoli Lara

“Nascer, morrer, renascer ainda, progredir sempre, tal é a lei”.

Allan Kardec

À minha irmã, Pollyana Giordana Neves Mota (In Memoriam), que sempre será meu maior incentivo.
Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me dar a vida, por estar sempre me proporcionando oportunidades de evoluir espiritualmente;

À meus pais, Iolivan Mota de Oliveira e Maria Cruzelina das Neves, obrigada por serem meus pais, pelos ensinamentos, por estarem sempre presentes, principalmente nas horas mais difíceis. Amo vocês incondicionalmente;

Ao Prof. Dr. Walter Motta Ferreira, por sua dedicação e amizade, me incentivando e acreditando em meu potencial, sendo exemplo como ser humano e profissional;

Aos homens da minha vida, Bruno Lopes Ferreira Neves e Lucas Matheus Silva Neves, pelo amor, carinho e por me ajudarem sendo bons meninos. Amo vocês.

À minha tia Marilda Solange Ferreira, linda, inteligente, minha segunda mãe, obrigada pelas broncas enquanto era criança. rsrs...graças à você, que me dava conselhos para nunca deixar de estudar, hoje estou aqui. Amo você;

À UFMG e ao Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária pela possibilidade de realização deste mestrado;

À professora Silvana Lúcia dos Santos Medeiros, pelas orientações e por acreditar em mim.

Ao Prof. Leonardo Boscoli, ah!.. o que dizer dessa pessoa que talvez não soubesse mas foi uma das pessoas que me mostrou através de palavras e atitudes que eu era capaz e que eu só teria que acreditar mais em mim, á você, Léo, meus sinceros agradecimentos;

À Prof^a. Vanusa Patrícia de Araújo Ferreira, pela colaboração e enriquecimento deste trabalho;

Ao meu amigo de equipe, Felipe Norberto Alves Ferreira, pela paciência na hora de passar os seus conhecimentos, pelas palavras de conforto nas horas mais difíceis e pela ajuda na elaboração deste trabalho que foi de imensa valia. MUITÍSSIMO obrigada;

Ao Luigi, essencial na execução das análises estatísticas deste trabalho;

Aos amigos de equipe, Leonardo Francisco, Clarice Speridião, Ludmila Barbi, Martolino Júnior, Naiara Taís, e Diogo Inácio, pela amizade, que foi de imensurável valia nessa etapa, obrigada pelo companheirismo e pelas palavras de conforto nas horas difíceis;

Aos funcionários Toninho, Fabiana, Douglas, Nilson e Roberto pela amizade e pelos conhecimentos repassados;

À Fapemig pela concessão da bolsa;

Ao CNPq e CAPES pelo recurso para realização deste experimento.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
1. Cunicultura	11
2. Vinhaça e soro de leite na alimentação animal.....	12
2.1 Vinhaça.....	12
2.2 Soro de leite.....	13
3. Utilização de mandioca e batata na alimentação animal	15
3.1 Mandioca	15
3.2 Batata-doce	17
4. Leveduras vivas obtidas através da fermentação de subprodutos da agroindústria (soro-de-leite e vinhaça) e sua utilização na alimentação animal	18
5. Fisiologia digestiva dos coelhos	21
6. Técnica <i>in vitro</i> de produção de gases.....	22
7. OBJETIVOS.....	23
7.1 Objetivo Geral	23
7.2 Objetivos Específicos	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
CAPÍTULO II - DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE ALIMENTOS FERMENTADOS A BASE DE TUBÉRCULOS, VINHAÇA E SORO DE LEITE PARA ALIMENTAÇÃO DE COELHOS	38
RESUMO	38
1. INTRODUÇÃO.....	41
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	42
2.1 Localização.....	42
2.2 Animais.....	42
2.3 Confeção dos tratamentos.....	43
2.4 Delineamento Experimental	44
2.5 Análises laboratoriais	45
2.6 Técnica <i>in vitro</i> Semiautomática de Produção de Gases.....	45
2.7 Cálculos e modelos estatísticos	47
3. RESULTADOS	48
3.1 Avaliação bromatológica dos tratamentos.....	48
3.2 Teste de hipóteses para falta de ajustamento.....	50
3.3 Perfis ajustados	52
3.4 Análise multivariada das características bromatológicas, químicas e cinética de fermentação	53
3.4.1 Análise de componentes principais (ACP) e Cluster.....	55
3.4.1.1 Análise de Componentes Principais (ACP).....	55
3.4.1.2 Análise de Cluster.....	57
4. DISCUSSÃO.....	60
4.1 Efeito dos produtos.....	60
4.2 Efeito dos grupos (Clusters)	62
5. CONCLUSÃO.....	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
ANEXOS	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição percentual dos tratamentos.	43
Tabela 2. Distribuição das unidades experimentais.....	44
Tabela 3. Análise bromatológica da mandioca, batata-doce e dos tratamentos de mandioca com vinhaça (MCV), mandioca com vinhaça e iogurte (MCVI), mandioca com soro de leite (MCS), mandioca com soro de leite e iogurte (MCSI), batata-doce com vinhaça (BCV), batata-doce com vinhaça e iogurte (BCVI), batata-doce com soro de leite (BCS) e batata-doce com soro de leite e iogurte (BCSI), submetidos a três tempos de fermentação (0,9 e 18 dias).....	49
Tabela 4. Teste de hipóteses para avaliação de identidade de modelos.	51
Tabela 5. Estimativa dos parâmetros associados a cada tratamento pelo modelo completo (ϕ^1 , ϕ_2 e ϕ_3) e os parâmetros derivados dos mesmos (f_{24} , F_{inflex} e k_{max}).	54
Tabela 6. Relação de contribuição individual e cumulativa dos componentes principais (CP).	56
Tabela 7. Coeficientes dos componentes principais.	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Perfil de fermentação ajustado dos tratamentos.....	52
Figura 2. Perfil de fermentação ajustado dos tratamentos apresentados separadamente..	52
Figura 3. Similaridade entre os tratamentos gerada através das características dos componentes principais.....	58
Figura 4. Dendrograma de similaridade para o valor nutricional dos tratamentos	59

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1. Cinética de fermentação no ceco.	47
Equação 2. Taxa de produção máxima de gás.....	48
Equação 3. Teste F para falta de ajustamento.	48

LISTA DE ABREVIATURAS

⁰C: Graus célsius;

μm: Micrômetro;

Ca: Cálcio;

cm: Centímetro;

EB: Energia bruta;

EE: Extrato etéreo;

FAO: Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura;

FDA: Fibra em detergente ácido;

FDN: Fibra em detergente neutro;

g: Grama;

h: Hora;

HEM: Hemiceluloses;

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estadística;

Kcal: Quilocaloria;

Kg: Quilograma;

l: Litros;

m³: Metro cúbico;

mg: Miligrama;

ml: mililitro;

mm: Milímetro;

MM: Matéria mineral;

MO: Matéria orgânica;

MN: Matéria natural;

MS: Matéria seca;

P: Fósforo;

PB: Proteína bruta;

pH : Potencial hidrogeniônico;

PVC: Cloreto de vinila ou policloreto de vinill;

t: Tempo;

UFMG: Universidade Federal de Minas Gerais.

CAPÍTULO I

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. Cunicultura

A cunicultura, criação comercial do coelho (*Oryctolagus cuniculus*) visa à obtenção de carne, pele, couro e pelo além de vários coprodutos e subprodutos como o soro, cérebro, cauda e patas etc. Hernández & Dalle Zotte (2010) elucidam que a carne desses animais é de ótima qualidade, apresentando na carcaça níveis de 20% de proteína bruta (PB) e 8% de gordura, além de baixos teores de colesterol (55mg/100g), o que representa uma excelente opção de consumo de proteína animal.

Na Europa a cunicultura tem destaque industrial, sendo alto o consumo da carne de coelho principalmente na França, Espanha e Itália. Dados recentes apontam a China como maior produtor mundial de carne de coelho (727.000 toneladas), seguida da Itália (262.500 toneladas) e percebe-se que a produção da carne de coelho nestes países vem aumentando (5,1 e 2,5%) respectivamente, se comparado de 2010 a 2013 (FAO, 2013). O Brasil aparece como o quinto produtor de carne de coelho da América do Sul, estando à frente do Equador e Bolívia (FAO, 2011). Segundo o Censo Agropecuário do IBGE (2011) a população total de coelhos no país era de 233.607 animais. O Rio Grande do Sul é o maior produtor nacional de coelhos (40,30% do efetivo total), mas os municípios com maiores efetivos encontravam-se em Araricá (Rio Grande do Sul), Mogi das Cruzes (São Paulo) e Paula Freitas (Paraná). A produção de Carne de coelho no Brasil em 2013 atingiu o equivalente a 1.500 toneladas (FAO, 2013).

Na atualidade, a maior parte das criações no Brasil é de pequena ou média dimensão, mas, com grandes perspectivas de crescimento embora se reconheça que a cultura culinária brasileira ainda não insere profusamente a carne de coelho no cardápio cotidiano.

Nos últimos anos, houve um aumento na produção de carne de coelho, resultando no avanço relacionado as necessidades nutritivas destes animais, de forma a fornecer uma alimentação adequada que atenda todas as exigências nutritivas e expresse ao máximo o potencial produtivo dos mesmos (LA O, 2007).

O custo de produção de animais criados em sistemas intensivos, dando destaque para alimentação, pode representar mais de 70% do custo total da produção, como é o caso dos coelhos para carne. Mediante tal fato, avaliar bem os alimentos tradicionais e alternativos se torna um fator de extrema importância para a economia da exploração cunícola (FERNÁNDEZ-CARMONA et al.,1998).

Herrera (2003), cita que a indústria agrícola produz uma grande quantidade de subprodutos e resíduos os quais apresentam um grande potencial nutricional como alimentos para animais, especialmente coelhos que são transformadores potenciais desses produtos em proteína animal de alto valor. Cheeke (1987), enfatizou que pesquisas relacionadas com o conteúdo nutricional e digestibilidade dos alimentos, forrageiras tropicais e subprodutos agroindustriais, serão necessárias para desenvolver eficientes sistemas de alimentação para coelhos nos trópicos.

2. Vinhaça e soro de leite na alimentação animal

2.1 Vinhaça

A vinhaça ou vinhoto é o principal subproduto da agroindústria canavieira por ser um efluente altamente poluidor e apresentar-se em grande volume, dificultando seu transporte e eliminação. No geral a vinhaça é rica em matéria orgânica e nutrientes minerais como o potássio (K), o cálcio (Ca) e o enxofre (S), e possui potencial hidrogeniônico (pH) variando entre 3,7 e 5,0 (LUDOVICE, 1996). Contribuindo, Coelho (2010), trabalhando com vinhaça in natura encontraram valores bromatológicos da mesma de 4,02% de MS; 26,24% de PB; 5,11 Mcal / kg; 6,11% de MM; 17,73% de EE; 63,62% de FDN; 20,98% de FDA; 0,22 % de Ca e 0,72% de P, salientando que os níveis nutricionais da vinhaça têm alta variabilidade, pois depende de vários fatores dentro do processo de obtenção da mesma.

Segundo Cortez et al. (1992), a produção de vinhaça varia em função dos diferentes processos empregados na fabricação do álcool, e de maneira geral, cada litro de álcool produzido em uma destilaria gera entre 10 e 15 litros de vinhaça. Com o aumento da produção de resíduos, torna-se preocupante o fator impacto ambiental, uma vez que a taxa de geração destes resíduos é muito maior que a sua taxa de degradação, tornando urgente a necessidade de reduzir ou reutilizar estes resíduos, a fim de preservar os recursos naturais e evitar a degradação ambiental (STRAUS e MENEZES, 1993).

Por se tratar de um método barato e de melhor eficiência, a eliminação desses resíduos por fertirrigação é a mais usual, porém, nem sempre é rigidamente controlada. Conforme Szmrecsányi (1994), o uso da vinhaça na prática da fertirrigação apesar de antiga e bem disseminada, não pode ser excessiva ou indiscriminada uma vez que seu potencial poluidor compromete o meio ambiente, desde as características físicas e químicas do solo até as águas subterrâneas a partir da sua percolação.

Além do uso da vinhaça como fertilizante, outras opções foram preconizadas, como as sugeridas por Camhi (1979), que aponta a utilização da vinhaça seca por evaporação, assim como sua fermentação aeróbia por microrganismos para a produção de proteínas unicelulares e sua fermentação anaeróbia utilizando bactérias metanogênicas para a produção de metano (biogás). O mesmo autor concorda que as alternativas tecnológicas para um destino ambientalmente correto da vinhaça foram principalmente para fertilizante, fermentação anaeróbica (metano) e produção de levedura. Neste sentido, Abreu (2006), elucida que a criação de parcerias entre a indústria e a agricultura, pode implicar em redução do impacto ambiental, resultando em uma melhor eficiência empresarial, além de aumento de competitividade em um mercado globalizado.

Arrigoni et al. (1993), observam melhora na conversão alimentar e ganho de peso diário de bovinos confinados que receberam vinhaça em substituição a água. Correa et al. (2013), avaliando a taxa de degradação de silagem de milho submetidas a inclusão de vinhaça, observaram diminuição da fração solúvel e da degradabilidade efetiva da matéria seca (MS) quando comparada com o tratamento controle, ao mesmo tempo que a degradação da proteína bruta foi favorecida nos tratamentos com vinhaça.

Segundo Coelho (2010) e Oliveira et al. (2013), a utilização da vinhaça em fenos de dietas comerciais para coelhos, não encontraram diferença significativa sobre o desempenho destes animais em fase de crescimento. Contribuindo, Maertens et al. (1994), incluindo 4% de vinhaça em dietas para coelhos, observaram que o desempenho destes animais se manteve.

Naranjo et al. (2015), utilizando ensilagem de Maralfalfa com diferentes níveis de inclusão de vinhaça *in natura*, observaram melhora no valor nutricional de ensilagens de baixa qualidade e um aumento considerável da fração solúvel de 3,68 para 14,62% se comparado ao tratamento controle.

2.2 Soro de leite

O Brasil é um dos maiores produtores de leite bovino do mundo, ocupando a quinta posição e com produção global em torno de 5%, dando destaque para as regiões Sudeste, Sul e Nordeste (NADAI et al., 2013). Este setor é bastante diversificado entre as atividades agroindustriais, devido à grande variedade de produtos derivados do leite produzidos pelas indústrias de laticínios, como por exemplo, o leite pasteurizado, desnatado, condensado, queijos, manteiga, cremes de leite, doce de leite, iogurtes, entre outros (JERÔNIMO & SOUSA 2012).

Toda e qualquer atividade industrial gera resíduos e subprodutos de quantidade e qualidades variadas, com extenso potencial poluidor, reuso e reaproveitamento. A produção de queijos anual no Brasil, por exemplo, foi de aproximadamente 40.000 mil toneladas entre os anos de 2009 e 2012 (FAO, 2012). O principal resíduo da produção de queijo é o soro, cujo potencial poluidor é imenso.

Soro é o resíduo obtido à partir da fabricação de queijos, mais especificamente da coagulação do leite utilizado para fabricação de queijo (BRASIL, 2005). Esse subproduto é composto por cerca de 55% dos nutrientes do leite, sendo considerado importante, tendo em vista a sua composição nutricional e produção em grande escala (LEITE et al., 2012). Carvalho (2012), pesquisando a composição do soro de queijo, verificou que o mesmo é constituído basicamente de 93-94% de água, 4,5-5,0% de lactose, 0,8-1,0% de proteínas, 0,3-0,5% de gorduras e 0,6-1,0% de minerais (cálcio, sódio, magnésio, potássio e fósforo), outros minerais em quantidades reduzidas e vitaminas.

No Brasil a produção anual de queijos tem-se mantido em cerca de 42.300 mil toneladas/ano segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Queijos (FAO, 2013), o que corresponde aproximadamente à 380.700 mil toneladas de soro de leite (SERPA, 2005). Já Magalhães et al. (2010), relatam que a produção anual de soro está estimada em 160 milhões de toneladas, com crescimento anual de 1 a 2%.

No entanto, a produção de bebidas lácteas oriundas do soro, apesar de ser considerada a principal alternativa para aproveitamento deste subproduto, corresponde a somente 15% do soro produzido, Sendo que a incorporação deste resíduo às águas residuais das indústrias é a prática mais comum e a principal fonte poluidora gerada, considerando a alta quantidade de substâncias orgânicas presente no soro de leite, atribuindo um alto valor de DBO (30.000 a 50.000 mg/L) às estações de tratamento de efluentes (SERPA, 2005).

Tendo consciência do potencial poluidor que o soro de leite representa para o ambiente, muitos estudos vêm sendo desenvolvidos com o intuito de minimizar os impactos ambientais negativos provenientes deste subproduto. Com os avanços das pesquisas científicas, pode-se averiguar que o soro possui qualidades nutricionais importantes, sendo estes, utilizados atualmente para alimentação animal, principalmente na alimentação de suínos, sendo desta forma, reincorporado na cadeia produtiva láctea na forma de outros produtos (BARANA et al., 2012).

Em um estudo sobre a importância do soro de queijo, Martins et al. (2008) desenvolveram uma pesquisa avaliando o uso do soro de queijo em dietas de suínos em crescimento, utilizando

dietas com níveis de substituição de 0%; 10%; 20% ou 30% da MS das rações à base de milho e farelo de soja com 15% de proteína bruta, por MS de soro de queijo fornecida na forma líquida. Os mesmos verificaram que os suínos alimentados com soro de queijo não apresentaram diferenças ($P < 0,05$) em desempenho e características de carcaça.

Fernandes e Miranda (2013), avaliaram a influência da adição do soro de leite sobre o desempenho de suínos nas três semanas iniciais da fase creche e a ocorrência de diarreia. Verificou-se maior severidade de diarreia nos leitões que receberam o tratamento controle em comparação aos tratamentos com 10 e 20% de inclusão de soro na ração, sendo considerada crítica a ocorrência de diarreia nesta fase.

Em uma pesquisa desenvolvida por Lima et al. (2012), utilizando bezerros mestiços (Holandês x Zebu) com 5 ± 3 dias de idade que receberam dietas contendo 100% leite integral, 50% de leite integral + 50% de soro de queijo e 30% de colostro + 70% de soro de queijo, até 60 dias de idade, verificou-se que não houve diferença no consumo de matéria seca, encontrando diferença significativa para o ganho de peso destes animais na segunda e na quarta semana, sendo economicamente viável a utilização de soro de queijo associado ao colostro na alimentação de bezerros.

Leite et al. (2015), avaliando o efeito da substituição do leite de cabra (100%) por soro de queijo (50% Leite Bovino e 50% Soro de Queijo) e leite bovino (100%) sobre o desempenho e custos de produção de cabritos machos na fase de cria, constataram que o uso do leite bovino associado ao soro de queijo não apresentou vantagem produtiva e econômica em cabritos desaleitados aos 60 dias de idade.

Uma boa alternativa para a utilização tanto da vinhaça quanto do soro de leite é a fermentação dos mesmos em conjunto com tubérculos, por exemplo, mandioca e batata. Conhecendo-se a importância da fermentação anaeróbia no enriquecimento nutricional de alimentos, tal procedimento agregará um aumento no valor nutricional destes produtos.

3. Utilização de mandioca e batata na alimentação animal

3.1 Mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz), planta tipicamente brasileira, é explorada nas mais diferenciadas condições de clima e de solos. O Brasil é um dos maiores produtores de mandioca no mundo (FAO, 2013), além de se destacar também como o mais relevante em produtividade e industrialização do amido de mandioca. A planta de mandioca se adapta facilmente nos mais variados ambientes (HOWELER, 2002), e mesmo em regiões com

restrições hídricas consideráveis, solos ácidos e baixa fertilidade, além de flexibilidade quanto às épocas de plantio e colheita, apresenta produção satisfatória (VALDIVIÉ et al., 2011).

Estudos comprovam que a mandioca possui excelentes qualidades e alta aceitabilidade pelos animais. As raízes e a folhagem da mandioca podem ser usadas na alimentação animal, sendo fornecidos os subprodutos do processo de industrialização e a silagem de mandioca (mandioca integral triturada e ensilada) (ALMEIDA & FERREIRA FILHO, 2005).

Os valores da composição química da raiz podem variar de acordo como nível tecnológico da indústria, qualidade da mão-de-obra, metodologia de análise, proporção de casca e polpa, assim como as variedades da planta. A análise bromatológica da raiz da mandioca indica que ela possui 87,5% de MS, 3,3% de proteína bruta (PB), 3,0% de matéria mineral (MM), 0,7% de extrato etéreo (EE), 19,1% de fibra em detergente neutro (FDN) e 9,7% de fibra em detergente ácido (FDA) (VALADARES FILHO et al., 2002). Não obstante, Bicudo et al. (2011), analisando a digestibilidade da raiz da mandioca com casca de duas formas: fresca e desidratada respectivamente, encontraram valores para aves de 1200 e 3100 kcal / kg de EM; suínos de 1300 e 3300 kcal / kg de EM e 1360 e 3420 kcal / kg de ED; e coelhos de 1345 e 3310 kcal /kg de ED. Segundo o mesmo autor, a percentagem de amido na raiz com casca fresca e desidratada apresentou 28,5 e 66 a 70%, respectivamente.

A ensilagem de coprodutos agroindustriais e culturas alternativas estão ganhando cada vez mais espaço em substituição às culturas tradicionais como milho e soja. As raízes, ricas em amido, são incluídas à silagem para elevação do teor energético destas, podendo melhorar o seu valor nutritivo e o padrão fermentativo das silagens, pelo seu maior conteúdo de matéria seca e carboidratos solúveis. Sendo analogamente comparável às silagens de milho e sorgo, nas quais se preconiza alta participação de grãos como estratégia para elevação dos teores de energia (SILVA et al., 2010).

Da produção total de mandioca no mundo, 52% são destinados diretamente ao consumo humano, 28% ao consumo animal e 20% para processos industriais (VALDIVIÉ et al., 2011).

Vários produtos foram testados e aprovados para utilização na alimentação de bovinos como, raspa de mandioca, silagens de raiz e parte aérea, coprodutos, entre outros (CARVALHO et al., 2006; RAMALHO et al., 2006; VELOSO et al., 2008; MODESTO et al., 2009).

A inclusão da mandioca, tanto das raízes quanto da parte aérea na alimentação de suínos em substituição aos tradicionais ingredientes da ração foram estudadas e aprovadas nas dietas destes animais (CARVALHO et al., 2006).

A avicultura, grande dependente do fornecimento de milho, busca, através de pesquisas, alimentos alternativos como a mandioca (CRUZ et al., 2006; SAKAMOTO et al., 2006; TROMPIZ et al., 2007; CÉZAR, 2008; RODRIGUES & BEZERRA, 2008), com grande sucesso.

Em menor escala ocorre o fornecimento a coelhos (MACHADO, 2006; MICHELAN et al., 2006; MICHELAN et al., 2007; FARIA, et al., 2008), peixes (RAMOS et al., 2006), cabras e ovinos (GOMES et al., 2005; VOLTOLINI et al., 2008 a,b; FARIA et al., 2011) e equinos (MORETINI et al., 2004).

3.2 Batata-doce

Além da mandioca, a batata-doce (*Ipomoea batatas L.*) é um dos principais alimentos plantados para a subsistência no mundo. São cultivados para produzir o suficiente para alimentar as famílias dos agricultores. É uma planta nativa da América do Sul, amplamente aceita e apreciada e cultivada pelos indígenas antes do descobrimento do Brasil. Possui alta variabilidade genética, permitindo seleções genéticas para obtenção de materiais mais resistentes a pragas e doenças, melhorando a qualidade nutricional, com maior teor de MS, com maior produção de ramas para nutrição animal e para maior rendimento agroindustrial. Países como a China e Vietnã, as ramas e sua associação com raízes, são empregadas na alimentação de suínos, sendo na forma fresca ou na forma de silagem. (MONTEIRO et al., 2007).

O Brasil é o 19º produtor mundial de batata-doce, com cerca de 505.350 toneladas (FAO, 2013), sendo Minas Gerais o líder nacional em produção e produtividade, tendo colhido 1.129.500 toneladas em 2007 (AGRIANUAL, 2008).

Segundo a Associação dos Bataticultores de Minas Gerais (ABRAMIG, 2008), as perdas nos processos de lavagem e seleção podem chegar a 20% da produção. Neste contexto, verifica-se que há grande disponibilidade de batata para ser destinada a alimentação animal.

Fontes, et al. (2012), avaliando a composição centesimal dos nutrientes da batata in natura calculados na base seca, encontraram níveis de proteína de 5,82%, seguida das cinzas 3,48%, fibra bruta 2,77% e umidade de 69,25%.

Para Massaroto (2008), uma alternativa de utilização da batata-doce na alimentação animal é na forma de silagem, que reduz a mão-de-obra ou reduz o custo para o produtor. O processo de ensilagem diminui o nível de inibidor de tripsina, além de aumentar o tempo de armazenamento, podendo chegar a cinco meses em condições de anaerobiose.

No estudo realizado por Zuohua et al. (2004), verificaram que a silagem de batata doce (raízes e rama) possui maiores teores de MS e PB que o produto fornecido fresco para a alimentação de suínos, podendo ser fornecido até 60% na composição sem afetar a palatabilidade.

Tavares (2009), trabalhando com a adição de raspa de batata na ensilagem de capim-elefante para bovinos leiteiros, verificou que houve melhora na ingestão de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e fósforo, porém, apresentou redução no consumo de FDA.

4. Leveduras vivas obtidas através da fermentação de subprodutos da agroindústria (soro-de-leite e vinhaça) e sua utilização na alimentação animal

Segundo Haenlein (2007), a utilização de estômagos de bode pelos nômades para estocagem de leite proveniente da ordenha, conjuntamente com o favorecimento do clima árido e seco da região da Eurásia, proporcionou a proliferação de bactérias, modificando a estrutura do alimento, tornando-o mais atrativo e sendo um método de conservação do leite.

Para melhorar a digestibilidade dos nutrientes, muitos pesquisadores têm utilizado probióticos e enzimas na alimentação animal. Apata (2008) e Mountzouris et al. (2010) relatam que probióticos fornecidos na dieta elevaram os valores de energia metabolizável da ração e melhoraram a digestibilidade da gordura e proteína para frangos de corte.

Os *Lactobacillus* estão entre os gêneros de bactérias mais utilizadas na produção de probióticos. As espécies animais para as quais existem produtos comerciais disponíveis são aves, suínos, bovinos, ovinos, equinos, cães e gatos (BUTOLO, 2001).

A utilização de bactérias benéficas como os lactobacilos contribuem para uma melhor absorção de nutrientes pelas células intestinais, por meio de um ambiente intestinal equilibrado e um sistema imunológico saudável (BAUER et al., 2006).

Os mecanismos de ação dos probióticos consistem principalmente na competição por nutrientes, locais de adesão, produção de metabólitos antimicrobianos, alterações nas condições ambientais e modulação da resposta imune do hospedeiro (SAAD et al., 2013; SINGH et al., 2013).

Existe uma gama de pesquisas realizadas com a finalidade de uso das leveduras como fonte proteica nas dietas dos animais, porém, atualmente, é grande o número de pesquisas utilizando estas leveduras em níveis menores de inclusão nos alimentos dos animais e como fonte de enzimas, glucanos, mananos, ácidos nucléicos e minerais (HEIRICH et al., 2006; PEZZATO et al., 2006; WATANABE, 2006).

As *Saccharomyces cerevisiae* são fungos unicelulares anaeróbios facultativos, o que significa que podem sobreviver e crescer, com ou sem oxigênio. Converte oxigênio e açúcar em dióxido de carbono e biomassa celular (AMORIM & LOPES, 2009).

Segundo Pezzato et al. (2006), a levedura íntegra apresenta 33,65% de proteína bruta e 4170 kcal EB/kg. Hisano (2005) apresentou o perfil de aminoácidos (% da proteína) da levedura íntegra como sendo: lisina = 8,85%, leucina = 8,66%, valina = 7,83%, ácido aspártico = 13,04% e ácido glutâmico = 13,34%.

As leveduras secas ativas consistem de células vivas que foram desidratadas para interromper o metabolismo, mas que restabelecem a atividade fermentativa após a sua reidratação. Segundo Cofalec (2009), as formulações apresentam teores de umidade inferiores a 8%, sendo desta forma, classificadas em levedura seca ativa (*Active Dry Yeast*) e levedura instantânea (*Instant Yeast*).

Várias pesquisas foram realizadas utilizando bactérias e/ou fungos provindos da fermentação láctica ou alcoólica de subprodutos das indústrias para alimentação de animais, visando o melhoramento dos índices zootécnicos destes. Os *Lactobacillus* competem com as bactérias patogênicas se aderindo ao epitélio intestinal (SINGH et al., 2013). Contrariamente, as leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) em sua forma ativa (vivas) não aderem ao epitélio intestinal, multiplicando-se pouco e transitando com o bolo alimentar, diminuindo a pressão exercida pelos micro-organismos patogênicos (COSTA, 2004).

Em pesquisa realizada por Cross (2002), demonstrou que a adição de *Lactobacillus* sp. na dieta de suínos reduziu a incidência de *Escherichia coli* e os *Lactobacillus fermentum* produziram bacteriocinas, acarretando redução da fixação de enterobactérias e atuando também como bactericidas. Neste mesmo sentido, Ross et al. (2010), empregaram probiótico via oral para suínos aos 35 dias de idade e observaram que aos 50 dias de idade ocorreu diminuição ($P \leq 0,05$) no número de enterobactérias em animais que receberam probióticos em comparação ao controle.

Leitões desafiados oralmente com *Escherichia coli* e submetidos à inclusão de *Lactobacillus plantarum* apresentaram redução na incidência de diarreia aos 39 dias de idade e aumento da diversidade microbiana intestinal destes animais (PIEPER et al., 2010).

Olnood et al., (2015) avaliaram o efeito da adição de *Lactobacillus* na dieta de frangos de corte da raça Cobb desafiados com *Salmonella* sp. Foram elaborados 3 tratamentos sendo, controle sem aditivo, controle contendo antimicrobiano (bacitracina de zinco 50mg/kg) e um tratamento com probiótico. Os autores verificaram que o probiótico reduziu o número de

Clostridium perfringens S. no intestino destes animais, apresentando maior resistência à colonização de *S. Sofia*.

Franco et al., (2005), trabalhou também com frango de corte, porém, com a associação de leveduras vivas e mortas de *Saccharomyces cerevisiae* e antibiótico na dieta desses animais. Esta pesquisa constou de 4 níveis de inclusão de levedura (0; 0,15; 0,45 e 60%) com e sem antibiótico. Obteve-se uma queda no consumo e ganho de peso (GP) desses animais aos 21 dias de idade e aos 42 dias também foi observado essa queda, porém somente nos tratamentos com níveis de 0,45 e 60%. Os autores concluem que as leveduras podem substituir os antibióticos testados na ração de frangos de corte.

Ainda avaliando as leveduras, Fernandes et al., (2013), trabalhou com levedura de cerveja e minerais orgânicos e avaliou seu efeito sobre o desempenho, morfometria intestinal e resposta imune humoral de frangos de corte desafiados com vacina de coccidiose. Os autores não encontraram efeito significativo sobre o desempenho e a produção de anticorpos

Wang et al., (2015) avaliou a inclusão de probiótico do gênero *Lactobacillus* na dieta de frangos de corte Cobb de 1 a 42 dias de idade em alternativa ao uso de probiótico. Essa pesquisa teve por objetivo avaliar o efeito da resposta imune sobre o desempenho destes animais. Foram utilizados 3 tratamentos, sendo: controle, controle com antibiótico e controle com o probiótico adicionado a água potável. O tratamento com *Lactobacillus* melhorou a resposta imune e manteve o desempenho semelhante ao tratamento com antibiótico, sendo o probiótico em questão uma boa alternativa em substituição ao antibiótico.

Meurer et al. (2008) desenvolveram uma pesquisa com larvas de tilápia do Nilo durante a inversão sexual e a influência da inclusão da levedura *S. cerevisiae* em suas dietas (ausência da suplementação do probiótico ou; contendo 10⁵ células vivas de *Saccharomyces cerevisiae*/kg). Não foi observado diferença no desempenho produtivo, sobrevivência, efetividade da inversão sexual e índice hepatossomático entre os tratamentos. Contudo, houve colonização do trato gastrointestinal das larvas que receberam a ração contendo o probiótico. Seguindo a mesma linha, Wache et al. (2006) avaliaram o potencial da *Saccharomyces cerevisiae* numa concentração de 10⁶ UFC/g de alimento, para pós-larvas de truta arco íris por 30 dias. Verificaram que os efeitos benéficos se mostraram dependentes das condições ambientais e aparentemente houve maturidade precoce do sistema digestório nos peixes cujas dietas continham a *S. cerevisiae*.

Hisano et al. (2007) realizaram uma pesquisa com alevinos de tilápia do Nilo, suplementando as dietas desses animais com levedura integral, autolisada ou parede celular. Os

autores relataram que os produtos testados melhoraram o desempenho produtivo, destacando a dieta com níveis de levedura autolisada entre 1,30 e 1,59% que apresentaram melhor desempenho.

Em trabalho realizado com alevinos de tilápia do Nilo durante 44 semanas, Medri et al. (2000) não encontraram efeitos prejudiciais no desempenho produtivo desses animais quando da inclusão máxima de 30,0% de levedura na ração.

Silva (2010), avaliou os efeitos da inclusão de extrato de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) cultivada em cana-de-açúcar, acidificante comercial e a combinação destes, em dieta para gatos adultos. A pesquisa constituiu em 4 tratamentos, sendo estes, controle e controle com inclusão de 0,6 % de acidificante, 1,5% de extrato de levedura e, 0,6% de acidificante e 1,5% de extrato de levedura. Não houve diferença para CDAMS, CDAPB, CDAMM, CDAE, ED, EM, escore fecal, volume e densidade urinária, BH, BN, uréia e creatinina. As Dietas contendo os aditivos isolados tiveram consumo reduzido, quando comparadas com as demais dietas. O pH urinário apresentou diferença, sendo maior no tratamento com o extrato da levedura.

Em pesquisa realizada para avaliar os CDA da levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) autolisada e íntegra, de duas diferentes fontes (levedura de cerveja e cana-de-açúcar) e propondo níveis de inclusão das leveduras de cana-de-açúcar em dietas extrusadas para cães adultos, Martins (2009) verificou que a levedura de cerveja teve maior CDA do que as leveduras de cana-de-açúcar autolisada e íntegra.

5. Fisiologia digestiva dos coelhos

O coelho (*Oryctolagus cuniculus*) é uma espécie herbívora não-ruminante de ceco funcional, que possuem em seu trato digestório uma população microbiana simbiótica, capaz de realizar a digestão de carboidratos estruturais, a síntese de aminoácidos essenciais e de vitaminas do complexo B, permitindo com isso, o uso de rações de baixo valor nutricional a base de alimentos fibrosos na dieta destes animais (DE BLAS, 1989).

A maior parte destes animais praticam a cecotrofia durante as primeiras 6 a 9 horas de luz, Falcão e Cunha (2000), quando em condições ambientais constantes, com 12 horas de iluminação em 24 horas e com alimentação a vontade. Ferreira, et al. (2008), relatam a importância da fermentação cecal (16 a 18% da digestão do animal), sendo essencial para o suprimento adequado dos nutrientes. Com a produção dos ácidos graxos voláteis produzidos

pelas bactérias cecais durante a fermentação, obtém-se uma ótima forma de fornecimento dos nutrientes necessários a estes animais.

Coelhos alimentados com dietas fibrosas e que reduzem o seu consumo são propícios a apresentarem distúrbios digestivos, causando alterações na atividade fermentativa do ceco e apresentando uma queda na taxa de passagem do bolo alimentar, carreando em diarreia, Gidenne (1994), acometendo principalmente animais jovens.

Pesquisas feitas com animais apontam o emprego da levedura *Saccharomyces cerevisiae* como probiótico e como suplemento vitamínico para ruminantes (FIEMS et al., 1993 e NEWBOLD, 1995), suínos (LANDELL FILHO et al., 1994; Mendes, 1998; Moreira et al., 1998; CHAGOVÁN, 2003), coelhos (MARIONNET & LEBAS, 1990; ESPÍNDOLA et al., 1995) e frangos (BUTOLO, 1997).

Sobretudo, verificamos a importância da formulação de dietas para estes animais, em que o principal objetivo é fornecer todos os nutrientes exigidos pelos animais ao menor custo e na tentativa de minimizar o impacto econômico e ambiental (FERREIRA et al., 2007). É imprescindível o conhecimento sobre tudo a composição e o valor nutritivo dos ingredientes utilizados nas rações e principalmente dos subprodutos agroindustriais (MAERTENS et al., 2002).

6. Técnica *in vitro* de produção de gases

Um crescente interesse na técnica *in vitro* de produção de gases vem ocorrendo desde a década de noventa através do estudo da cinética de fermentações do rúmen, que tem por finalidade, medir a produção de gases (BLUMMEL et al., 1997).

Jayme et al. (2009), cita que as avaliações da qualidade dos alimentos ofertados aos animais utilizando ensaios *in vivo* são os métodos mais precisos, mas nota-se grande interesse pela utilização de métodos *in vitro*, a exemplo da técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases, com o objetivo de avaliar alimentos para ruminantes, por serem mais rápidos, requer menor custo e possibilitam avaliar um grande número de amostras, além de apresentar alta correlação com os resultados *in vivo*. Logo após, a técnica *in vitro* de produção de gases foi desenvolvida para caracterizar ingredientes alimentares também em animais de estômago simples (WILLIAMS et al., 1997).

Em coelhos a produção de gás *in vitro* foi utilizada, a fim de estudar as características fermentativas de alimentos e dietas para estes animais (STANCO et al., 2010). Os mesmos autores verificaram que alguns parâmetros de produção de gás *in vitro* (PGIV) como a

digestibilidade da matéria orgânica, a metade do tempo de incubação e o potencial de gás produzido, foram bem correlacionados a digestibilidade *in vivo* da matéria orgânica.

Bovera et al. (2006), avaliaram o conteúdo cecal (CC) e as fezes de coelho como uma fonte alternativa de inóculo para avaliar as mudanças nas fermentações cecais de alimentos traves da técnica *in vitro* de produção de gases. Os autores encontraram resultados estatisticamente significativos usando equações de regressão que admitiu a estimativa satisfatória dos parâmetros de fermentação mais importantes do inóculo cecal a partir de fezes.

Constatando que coelhos alimentados com dietas convencionais, as mesmas permanecem no estômago de 3-6 horas, no intestino delgado de 1-2 horas e no ceco-cólon de 3-12 horas, isto não considerando a cecotrofia, mas ao considera-la, esta acaba por variar de 18-30 horas GIDENNE (1996). Verificou-se com isso, a possibilidade de redução do tempo de incubação do material avaliado através do método semiautomático de produção de gases atualmente de 96 horas para 24 horas, considerando que o permanecimento deste material no trato gastrointestinal não ultrapassa as 18 horas.

7. Objetivos

7.1 Objetivo Geral

Avaliar o potencial do uso de tubérculos (mandioca e batata) associados a resíduos da agroindústria (vinhaça e soro de leite), a partir da aplicação da tecnologia de fermentação, na alimentação de coelhos em crescimento.

7.2 Objetivos Específicos

Detalhadamente, os objetivos específicos do referente experimento visaram os seguintes aspectos:

- x Desenvolver produtos fermentados de tubérculos (mandioca e batata doce) a partir da inclusão do resíduo (vinhaça e soro de leite) com ou sem a adição de iogurte natural;
- x Realizar análises bromatológicas dos produtos obtidos e avaliar o perfil de fermentação a partir da técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases adaptada para 24 horas de incubação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2008. 520 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA. Desperdício. *Revista Batata Show*, v. 1, n. 10, p. 42, nov. 2004.

ABREU, E. F. Artigo - Novo paradigma na gestão ambiental: produzir sem degradar. 2006. Disponível em: <www.seduc.mt.gov.br/conteudo.php?sid.> Acessado em: 23/05/2015.

ALMEIDA, J.; FERREIRA FILHO, J.R. Mandioca: uma boa alternativa para Alimentação Animal. *Bahia Agrícola*, v.7, n.1, p.50-56, 2005.

AMORIM, H. V.; LOPES, M. L. Tecnologia sobre processamento de leveduras vivas, inativas e seus derivados: conceitos básicos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE USO DA LEVEDURA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2009, Campinas. *Anais...*, Campinas: CBNA, 2009, p. 5-20.

APATA, D. F. Growth performance, nutrient digestibility and immune response of broiler chicks fed diets supplemented with a culture of *Lactobacillus bulgaricus*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 88, n. 7, p. 1253-1258, 2008.

ARRIGONI, M. B.; SILVEIRA, A. C.; FURLAN, L. R. *et al.* Avaliação da vinhaça líquida em substituição à água na terminação de bovinos em confinamento. 1. Desempenho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 28, n. 11, p. 1333-1340, 1993.

BARANA, A. C.; LIMA, R. C.; BOTELHO, V. B.; SIMÕES, D. R. Desenvolvimento de uma bebida láctea fermentada feita com soro ácido de queijo quark. *Revista Verde*, v. 7, n. 5, p. 13-21, 2012.

BAUER, E.; WILLIAMS, B. A.; SMIDT, H.; VERSTEGEN, M. W. A.; MOSENTHIN, R. Influence of the gastrointestinal microbiota on development of the immune system in young animals. *Current Issues Intestinal Microbiology*, v. 7, n. 2, p. 35–51, 2006.

BLUMMEL, M.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. In vitro gas production: a technique revisited. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v. 77, n.1, p. 24-34, 1997.

BOVERA, F.; D'URSO, S.; MEO, C. D. *et al.* Comparison of rabbit caecal content and rabbit hard faeces as source of inoculum for the in vitro gas production technique. *Journal of Animal Science*, v. 19, n. 11, p. 1649-1657, 2006.

BUTOLO, J. E. Uso da levedura desidratada na alimentação de aves. In: SIMPOSIO SOBRE TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DA LEVEDURA DESIDRATDA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 1997, Campinas. *Anais...*, Campinas: CBNA, 1997. p.51-83.

BUTOLO, E. A. F. Leveduras vivas e termolizadas na alimentação animal. SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES ALTERNATIVOS NA ALIMENTAÇÃO, 2001, Campinas. *Anais...*, Campinas: CBNA, 2001. p. 191-198.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa no 16, de 23 de agosto de 2005. Regulamento técnico de identidade e qualidade de bebida láctea. *Diário Oficial da União*, Brasília, 24 de agosto de 2005.

CAMHI, J. D. Tratamento do vinhoto, subproduto da destilação de álcool. *Brasil Açucareiro*, v. 94, n. 1, p.18-23, 1979.

CARVALHO, L. E.; NOGUEIRA JUNIOR, F. G.; FEITOSA, J. J. V.; CARNEIRO, K. B. Desempenho de suínos na fase de terminação alimentados com dietas contendo diferentes níveis de raspa integral de mandioca e formas de arraçãoamento na fase inicial. In: ZOOTEC, 16, 2006, Recife. *Anais...*, Recife: ABZ, 2006. (CD-ROM).

CARVALHO, K. D. *Utilização de soro de leite doce na fabricação de sorvete de massa*. 2012. 195 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável e Qualidade de Vida) - Centro Universitário, Faculdades Associadas de Ensino, SP.

CÉZAR, R. L. Efeito da substituição do milho pela casca de mandioca desidratada em rações de frangos do tipo caipira. In: ZOOTEC, 18, 2008, João Pessoa. *Anais...*, João Pessoa: ABZ, 2008. (CD-ROM).

CHAGOVÁN, C. V. La levadura *saccharomyces cerevisiae* disminuye infecciones en cerdos. México: Universidade de Toluca, 2003. (Comunicado, 299).

CHEEKE, P.R. *Rabbit feeding and nutrition*, Orlando: Academic Press, 1987. 376 p.

COELHO, C. C. G. M. *Utilização digestiva de dietas semi-simplificadas com fenos enriquecidos com vinhaça para coelhos em crescimento*. 2010. 66f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

COFALEC - General characteristics of dry baker's yeast. In: **COFALEC ± Confederation of E.U. Yeast Products**. Apostila 23 p., 2009.

CORTEZ, L.; MAGALHÃES, P.; HAPPI, J. Principais subprodutos da agroindústria canavieira e sua valorização. *Revista Brasileira de Energia*, v. 2, n. 2, 1992.

CORREA, M.E.R.; NOGUERA R.; POSADA S.L. Cinética de degradación ruminal del ensilaje de maíz con diferentes niveles de inclusión de vinaza. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, v. 18, n. 2, p. 42-51, 2013.

COSTA, L. F. Leveduras na nutrição animal. *Revista Eletrônica Nutritime*, v.1, n. 1, p.1-6, 2004.

CROSS, M. L.; MORTENSEN, R. R.; KUDSK, J.; GILL, H. S. Dietary intake of *Lactobacillus rhamnosus* HN001 enhances production of both Th1 and Th2 cytokines in antigen-primed mice. *Medical Microbiology and Immunology*, v. 191, n. 1, p. 49-53, 2002.

CRUZ, F. G. G.; PEREIRA FILHO, M.; CHAVES, F. A. L. Efeito da substituição do milho pela farinha da apra de mandioca em rações para poedeiras comerciais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 6, p. 2303-2308, 2006.

DE BLAS, C. *Alimentación del conejo*. Madrid: Ed. Mundi-Prensa, 1989. 175p.

ESPÍNDOLA, G.B.; FUENTES, M. F. F.; GUERREIRO, M. E. F. Avaliação da energia digestível em dietas para coelhos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, 1995, Brasília. *Anais...*, Brasília: SBZ, 1995. p.396-398.

FALCÃO-E-CUNHA, L. Fisiologia Digestiva do coelho: aspectos mais relevantes. In: JORNADAS INTERNACIONAIS DE CUNICULTURA, Vila Real. 2000, p.49-69.

PRODUCTION: crops: cassava. 2014. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/download/Q/QP/E>>. Acessado em: 08 de janeiro de 2016.

PRODUCTION: crops: sweet potatoes. 2013c. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/download/Q/QP/E>>. Acessado em: 07 de março de 2016.

PRODUCTION: livestock primary: rabbit meal. 2011. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/download/Q/QP/E>>. Acessado em: 08 de dezembro de 2016.

PRODUCTION: livestock primary: rabbit meal. 2013b. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/download/Q/QP/E>>. Acessado em: 07 de março de 2016.

PRODUCTION: livestock processed: cheese whole cow milk. 2013a. disponível em: <<http://faostat3.fao.org/download/Q/QP/E>>. Acessado em: 03 de março de 2016.

PRODUCTION: livestock processed: cheese whole cow milk. 2012. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/download/Q/QP/E>>. Acessado em: 07 de março de 2016.

FARIA, H. G.; FERREIRA, W. M.; SCAPINELLO, C.; OLIVEIRA, C. E. A. Efeito da utilização de dietas simplificadas, à base de forragem, sobre a digestibilidade e o desempenho de coelhos Nova Zelândia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.10, p.1797-1801, 2008.

FARIA, P. B.; SILVA, J. N.; RODRIGUES, A. Q. *et al.* Processamento da casca de mandioca na alimentação de ovinos: desempenho, características de carcaça, morfologia ruminal e eficiência econômica. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.12, p.2929-2937, 2011.

FERNANDES, A.; MIRANDA, A. P. Desempenho e ocorrência de diarreia em leitões alimentados com soro de leite. *Archivos de Zootecnia*. v. 62, n. 240, p. 589-594, 2013.

FERNANDES, J. I. M.; BORTOLUZZI, C.; KOSMANN, R. C. *et al.* Suplementação dietética de levedura de cerveja e de minerais orgânicos sobre o desempenho e resposta imune em frangos de corte desafiados com a vacina de coccidiose. *Ciência Rural*, v. 43, n. 8, p. 1496-1502, 2013.

FERNÁNDEZ-CARMONA, J.; BERNAT, F.; CERVERA, C.; PASCUAL, J. J. High lucerne diets for growing rabbits. *World Rabbit Science*, v. 6, n.2, p. 237-240, 1998.

FERREIRA, W. M.; SAAD, F. M. O. B.; PEREIRA, R. A. N. *Fundamentos da nutrição de coelhos*, 2008. Disponível em <<http://www.coelhoecia.com.br/Zootecnia/Trabalhos.htm>> acessado em: 20 de dez. 2013.

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

FIEMS, L. O.; COTTYN, B. G.; DUSSERT, L.; VANACKER, J. M. Effect of a viable yeast culture on digestibility and rumen fermentation in sheep fed different types of diets. *Reproduction and Nutrition Development*, v. 33, p. 43-49, 1993.

FONTES, L. C. B.; SIVI, T. C.; RAMOS, K. K.; QUEIROZ, F. P. C. Efeito das condições operacionais no processo de desidratação de batata-doce. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*. v. 14, n. 1, p. 1-13, 2012.

FRANCO, S. G.; PEDROSO, A. C.; GRIGOLETTI, C. Efeitos da inclusão de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) associados ou não a antibióticos na alimentação de frangos de corte. *Ciência Animal Brasileira*, v. 6, n. 2, p. 79-85, 2005.

GIDENNE, T. Effets d'une réduction de la teneur en fibres alimentaires sur le transit digestif du lapin. Comparaison et validation de modèles d'ajustement des cinétiques d'excrétion fécale des marqueurs. *Reproduction and Nutrition Development*, v. 34, p. 295–307, 1994.

GIDENNE, T. Nutritional and ontogenic factors affecting rabbit caeco-colic digestive physiology. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 1996, Toulouse. *Proceedings...* Toulouse: World Rabbit Science Association, 1996. p.13-28.

GOMES, R. C.; ÍTAVO, L. C. V.; ÍTAVO, C. C. B. F. *et al.* Digestibilidade aparente de nutrientes e nutrientes digestíveis totais de feno de *Brachiaria dictyoneura* e da silagem de parte aérea de mandioca em ovinos. In: ZOOTEC, 15, 2005, Campo Grande. *Anais...*, Campo Grande: ABZ/UFMS, 2005. (CD-ROM).

HAENLEIN, G. F. W. About the evolution of goat and sheep milk production. *Small Ruminant Research*, n. 68, p. 3-6, 2007.

HEIRINCH, J. N.; KWAK, S. P.; HOWLAND, D. S. *et al.* Disruption of ShcA signaling halts cell proliferation – characterization of ShcC residues that influence signaling pathways using yeast. *Cellular Signalling*, v. 18, n. 1, p. 795-806, 2006.

HERNÁNDEZ, P.; DALLE ZONTE, A. Influence of diet on rabbit meat quality. In: DE BLAS, C.; WISEMAN, J. *Nutrition of the rabbit*. Cambridge: CAB International, 2010. p. 164-178.

HERRERA, A. P. N. *Eficiência produtiva e avaliação nutricional de dietas simplificadas a base de forragens para coelhos em crescimento*. 2003. 104f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

HISANO, H. *Levedura desidratada íntegra, autolisada e componentes da parede celular como pró-nutrientes para a tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus)*. 2005. 90f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

HISANO, H.; NARVAEZ-SOLARTE, W. V.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E. Desempenho produtivo de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com levedura e derivados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v. 42, n. 7, p. 1035-1042, 2007.

HOWELER, R. H. Cassava mineral nutrition and utilization. In HILLOCKS, R.; THRESH, J.; BELLOTTI, A. C. (Eds) *Cassava biology, production and utilization*. Wallingford, Oxon: CABI Publishing, 2002. cap. 4. p. 115-147.

JAYME, D. G.; GONÇALVES, L. C.; MAURÍCIO, R. M. *et al.* Avaliação pela técnica semiautomática de produção de gases das silagens de quatro genótipos de girassol (*Helianthus annuus*) (Rumbosol 91, Victoria 627, Victoria 807 e Mycogen 93338). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 61, n. 6, p.1403-1410, 2009.

JERÔNIMO, C. E.; SOUSA, J. F. Valorização e aproveitamento de subprodutos lácticos: extração de proteínas e hidrogenação catalítica da lactose. *Tecnológica*, Santa Cruz do Sul, v. 16, n. 1, jan. /jun. 2012. Disponível em:<<http://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/2653/2093>>. Acessado em: 27 jul. 2015.

LANDELL FILHO, L. C.; KRONKA, R. N.; LIMA, G. J. M. M.; THOMAZ, M. C. Utilização da levedura de centrifugação da vinhaça (*Saccharomyces cerevisiae*) como fonte protéica, para suínos em crescimento e terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 22, n. 6, p. 960-968, 1994.

LA O, A. L. *Alimentación de conejos (Oryctolagus cuniculus) con follajes, caña de azúcar y semillas de girasol*. 2007. 117f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.

LEITE, H. M. S.; ASSIS, A. P. P.; LIMA, R. N. *et al.* Desempenho e características de carcaça de cabritos super precoces aleitados com soro de queijo associado ao leite bovino até os 60 dias. *Acta Veterinaria Basílica*, v. 9, n. 3, p. 228-233, 2015.

LEITE, M.T.; BARROZO, M. A. S.; RIBEIRO, E. J. Canonical analysis technique as an approach to determine optimal conditions for lactic acid production by *Lactobacillus helveticus* ATCC 15009. *International Journal of Chemical Engineering*, v. 2012, 9p, 2012.

LIMA, R. N.; LIMA, P. O.; AROEIRA, L. J. M. *et al.* Desempenho de bezerros aleitados com soro de queijo em associação ao colostro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 47, n. 8, p. 1174-1180, 2012.

LUDOVICE, M. T. *Estudo do efeito poluente da vinhaça infiltrada em canal condutor de terra sobre o lençol freático*. Campinas, 1996. 117f. Dissertação (Mestrado FEC-UNICAMP). Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000124559>>. Acessado em: 22/07/2015.

MACHADO, L. C.; *Avaliação de dietas simplificadas com base em forragem para coelhas reprodutivas e coelhos em crescimento*. 2006. 60 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Área de concentração Nutrição) – Escola de veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. MG.

MAERTENS, L.; DUCATELLE, R.; DE GROOTE, G. Influence de l'incorporation alimentaire d'une vinasse a taux élevé de parois cellulaires de levure sur les performances du lapin en engraissement. *World Rabbit Science*, v. 2, n. 1, p. 15-19, 1994.

MAERTENS, L.; PEREZ, J. M.; VILAMIDE, M. *et al.* Nutritive value of raw materials for rabbits: EGRAN tables 2002. *World Rabbit Science*, v. 10, n. 4, p. 157-166, 2002.

MAGALHÃES, K.T.; PEREIRA, M.A.; NICOLAU, A. *et al.* Production of fermented cheese whey-based beverage using kefir grains as starter culture: evaluation of morphological and microbial variations. *Bioresource Technology*, v. 101, n. 1, p. 8843-8850, 2010.

MARIONNET, D.; LEBAS, F. Un probiotique: qu'est-ce-que c'est?. *Cuniculture*, Paris, v. 17, n. 96, p. 255-258, 1990.

MARTINS, T. D. D.; PIMENTA FILHO, E. C.; COSTA, R. G.; SOUZA, J. H. M. Soro de queijo líquido na alimentação de suínos em crescimento. *Revista Ciências Agronômica*, v. 39, n. 2, p. 301-307, 2008.

MARTINS, M. SANTOS. *Leveduras de cerveja e cana-de-açúcar (Saccharomyces cerevisiae), autolisada e íntegra, na dieta de cães*. 2009. 93f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, SP.

MASSAROTO, J. A. *Características agronômicas e produção de silagem de clones de batata-doce*. 2008. 85f. Tese (Doutorado em Fitotecnia - Curso de Pós-graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, MG.

MEDRI, V.; PEREIRA, G. V.; LEONHARDT, J. H. Growth of Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* fed With different levels of alcohol yeast. *Revista Brasileira de Biologia*. v. 1, n. 1, p. 113-121, 2000.

MENDES, E. A. *Modo de ação das leveduras vivas em monogástricos*. Rio de Janeiro: CBNA, 1998. 76p. (Boletim técnico).

MEURER, F.; HAYASHI, C.; COSTA, M. M. *et al.* A Levedura como probiótico na reversão sexual de tilápia-do-Nilo. *Revista Brasileira de Saúde Produção Animal*. v. 9, n. 4, p. 804-812, 2008.

MICHELAN, A. C.; SCAPNELLO, C.; FURLAN, A. C. *et al.* Utilização da casca de mandioca desidratada na alimentação de coelhos. *Acta Scientiarum*, v. 28, n. 1, p. 31-37, 2006.

MICHELAN, A. C.; SCAPNELLO, C.; FURLAN, A. C. *et al.* Utilização da raspa integral de mandioca na alimentação de coelhos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1347-1353, 2007.

MODESTO, E. C.; SANTOS, G. T.; DAMASCENO, J.C. *et al.* Inclusão de silagem de rama de mandioca em substituição à pastagem na alimentação de vacas em lactação: produção,

qualidade do leite e da gordura. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte*, v. 61, n. 1, p. 174-181, 2009.

MONTEIRO, A. B.; MASSAROTO, J. A.; GASPARINO, C. F. *et al.* Silagens de cultivares e clones de batata-doce para a alimentação animal visando sustentabilidade da produção agrícola familiar. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 2, n. 2, p. 978-981, 2007.

MOREIRA, I.; ANDREOTTI, F.L.; FURLAN, A.C. *et al.* Níveis crescentes de levedura de recuperação (*Saccharomyces* spp.), seca pelo método "spray-dray", na alimentação de leitões. *Revista Brasileira Agrociência*, v. 55, n. 3, p. 13-19, 1998.

MORETINI, A. C.; LIMA, J. A. F.; FIALHO, E. T. *et al.* Avaliação nutricional de alguns alimentos para eqüinos por meio de ensaios metabólicos. *Ciência e Agrotecnologia, lavras*, v. 28, n. 3, p. 621-626, 2004.

MOUNTZOURIS, K. C.; TSITRSIKOS, P.; PALAMIDI, I. *et al.* Effects of probiotic inclusion levels in broiler nutrition on growth performance, nutrient digestibility, plasma immunoglobulins, and cecal microflora composition. *Poultry Science*, v. 89, n. 1, p. 58-67, 2010.

NADAI, B. L.; COLPO, H.; ASSUNÇÃO, G. M. *et al.* Potencialidade de valorização do resíduo da cadeia do leite do oeste do paraná na produção de biomassa microbiana. In: III ENCONTRO PARANAENSE DE ENGENHARIA E CIÊNCIA, Toledo-PR, 2013. Disponível em: <<http://www.unioeste.br/eq/iiiiepec/artigos/Trab04-Nadai%20et%20al.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2015.

NARANJO, S. A.V.; NOGUERA, R. R.; ROSALES, R. B. Cinética de la degradabilidad in vitro de ensilajes de Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) con diferentes niveles de inclusión y concentración de vinaza de caña (*Saccharum officinarum*). *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, v. 10, n. 2, p. 82-94, 2015.

NEWBOLD, C. J. Dietary yeast as an aid to manipulating the rumen. *Feed Mix*, v.3, n. 2, p. 10-12, 1995.

OLIVEIRA, M. C.; SILVA, D. M.; CARVALHO, C. A. F. R. *et al.* Effect of including liquid vinasse in the diet of rabbits on growth performance. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 42, n. 4, p. 259-263, 2013.

OLNOOD, C. G., BESKI, S. S. M., CHOCT, M.; IJI, P. A. Use of *Lactobacillus johnsonii* in broilers challenged with *Salmonella* sofia. *Animal Nutrition Journal*. v. 1, n. 3, p. 203–212, 2015.

PEZZATO, L.E.; MENEZES, A.; BARROS, M. M. *et al.* Levedura em dietas para alevinos de tilápia do Nilo. *Veterinária e Zootecnia*, v. 13, n. 1, p. 84-94, 2006.

PIEPER, R.; JANCZYK, P.; URUBSCHUROV, V. Effect of *Lactobacillus plantarum* on intestinal microbial community composition and response to enterotoxigenic *Escherichia coli* challenge in weaning piglets. *Livestock Science*, v. 133, p. 98-100, 2010.

PRODUÇÃO DA PECUÁRIA MUNICIPAL. 2011, Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

RAMALHO, R. P.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C. *et al.* Substituição do milho pela raspa de mandioca em dietas para vacas holandesas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 3, p. 1221-1227, 2006.

RAMOS A. M. P.; LUDKE, M. C. M. M.; BARBOSA, J. M. *et al.* Coeficiente de digestibilidade aparente de nutrientes e determinação da energia digestível em subprodutos da mandioca para tilápia do nilo. In: ZOOTEC, 26, 2006, Recife. *Anais...*, Recife: ABZ/UFPE, 2006. (CD-ROM).

RODRIGUES, K. F.; BEZERRA, A. V.; SILVA, G. F. *et al.* Utilização do resíduo da fabricação da fécula de mandioca na alimentação de frangos do tipo caipira – label rouge1. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Lavras. *Anais...*, Lavras: SBZ, 2008. (CD-ROM).

ROSS, G. R.; GUSILS, C.; OLISZEWSKI, R. *et al.* Effects of probiotic administration in swine. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, v. 109, n. 6, p. 545-549, 2010.

SAAD, N.; DELATTRE, C.; URDACI, M., *et al.* An overview of the last advances in probiotic and prebiotic field. *LWT – Food Science and Technology*, v. 50, n. 1, p. 1-16, 2013.

SAKAMOTO, M. I.; MURAKAMI, A. E.; SOUZA, L. M. G. *et al.* Valor energético de alguns alimentos alternativos para codornas japonesas Energy value of some alternative feedstuffs for Japanese quails. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 3, p. 818-821, 2006.

SERPA, E. *Concentração de proteínas de soro de queijo por evaporação a vácuo e ultra filtração*. 2005. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Regional Integrada, Erechim, RS.

SILVA, C. F. P. G.; PEDREIRA, M. S.; FIGUEIREDO, M. P. *et al.* Qualidade fermentativa e caracterização químico-bromatológica de silagens da parte aérea e raízes de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*). *Animal Sciences*, v. 32, n. 4, p. 401-408, 2010.

SILVA, R. C. *Adição de acidificante e extrato de levedura em rações para gatos adultos*. 2010. 84f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SINGH, A.; HACINI-RACHINEL, F.; GOSONI, M. L. *et al.* Immune-modulatory effect of probiotic *Bifidobacterium lactis* NCC2818 in individuals suffering from seasonal allergic rhinitis to grass pollen: an exploratory, randomized, placebo-controlled clinical trial. *European Journal of Clinical Nutrition*, n. 67, p. 161- 167, 2013.

STANCO, G.; DI MEO, C.; CALABRÓ, S.; NIZZA, A. Prediction of nutritive value of diets for rabbits using an in vitro gas production technique. *World Rabbit Science*, v. 11, n. 4, p. 199-210, 2003.

STRAUS, E. L.; MENEZES L. V. T. Minimização de resíduos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 17, 1993, Cidade Universitária. *Anais...*, Cidade Universitária: ABES, 1993. p. 212 - 225.

SZMRECSÁNYI, T. Tecnologia e degradação ambiental: o caso da agroindústria canavieira no Estado de São Paulo. *Informações Econômicas*, v. 24, n. 10, p. 73-81, outubro 1994.

TAVARES, V. B. *Silagens de capim-elefante aditivadas com raspa de batata diversa na alimentação de bovinos leiteiros*. 2009. 115f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

TROMPIZ, J.; GÓMEZ, A.; RINCÓN, H. S. *et al.* Efecto de raciones con harina de follaje de yuca sobre el comportamiento productivo en pollos de engorde. *Revista Científica*, v. 17, n. 2, p. 143-149, 2007.

VALADARES FILHO, S. C.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPPELLE, E. R. *Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos*. Viçosa: UFV, 2002.

BICUDO, S. J.; NAVARRO, M. I. V.; CURCELLI, F. A raiz de mandioca. In: VALDIVIÉ, M. I. N.; BICUDO, S. J. (Eds). *Alimentação de animais monogástricos: mandioca e outros alimentos não-convencionais*. Botucatu: FEPAF, 2011. p. 1-18.

VELOSO C. M.; VALADARES-FILHO S. C.; SILVA J. C. P. M. *et al.* Desempenho de novilhas nelore alimentadas com feno da parte aérea da mandioca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Lavras. *Anais...*, Lavras: SBZ, 2008. CD-ROM.

VOLTOLINI T. V.; MOREIRA, J.N.; SANTOS, R.D. *et al.* Características de carcaça de caprinos alimentados com rações contendo inclusões parciais e total de raspa de mandioca. In: ZOOTEC, 18, 2008, João Pessoa. *Anais...*, João Pessoa: ABZ/UFPB, 2008a. (CD-ROM).

VOLTOLINI T. V. MOREIRA, J. N.; SANTOS, R. D. *et al.* Inclusão parcial e total de raspa de mandioca na porção energética de rações para caprinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Lavras. *Anais...*, Lavras: SBZ, 2008b. (CD-ROM).

WACHÉ, Y.; AUFFRAY, F.; GATESOUBE, F.J. *et al.* Cross effect of the strain of dietary *Saccharomyces cerevisiae* and rearing conditions on the onset of intestinal microbiota and digestive enzymes in rainbow trout *Onchorynchus mykiss*, fry. *Aquaculture*, n. 258, p. 470-478, 2006.

WANG, L.; LIU, C.; CHEN, M.; YA, T. *et al.* A novel *Lactobacillus plantarum* strain P-8 activates beneficial immune response of broiler chickens. *International Immunopharmacology*, v. 29, n. 1, p. 901–907, 2015.

WATANABE, A. L. *Suplementação de levedura desidratada (Saccharomyces cerevisiae) e derivados na alimentação de juvenis de pacu (Piaractus mesopotamicus)*. 2006, 82f. (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de São Paulo, Pirassununga, SP.

WILLIAMS, B. A.; BOSCH, M.V.; HOUDIJK, J.; CAMP, Y. *et al.* Differences in potential fermentative capabilities of four section of porcine digestive tract. In: PROCEEDINGS OF THE 48TH EAAP MEETING, 48, 1997, Vienna. *Processing...*, Vienna: EAPP, 1997.

ZUOHUA, L.; ZONGHUI, L.; JIAN, H. *et al.* Sweet potato roots silage for efficient feeding of weaner and finishing pigs in China. In: FUGLIE, K.; HERMANN, M. (Ed.). *Sweet potato post-harvest research in development in China*. Bogor: CIP, 2004. p. 88-99.

CAPÍTULO II

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE ALIMENTOS FERMENTADOS A BASE DE TUBÉRCULOS, VINHAÇA E SORO DE LEITE PARA ALIMENTAÇÃO DE COELHOS

RESUMO

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de desenvolver e avaliar o potencial do uso de alimentos à base de tubérculos: mandioca e batata-doce associados a resíduos da agroindústria (vinhaça e soro de leite) para coelhos, a partir da aplicação da tecnologia de fermentação, foi utilizada a técnica semiautomática de produção de gases *in vitro* para avaliação dos alimentos. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com oito tratamentos avaliados em três tempos de fermentação (0, 9 e 18 dias) e quatro repetições, denominados como: mandioca com vinhaça (MCV), mandioca com vinhaça e iogurte (MCVI), mandioca com soro de leite (MCS), mandioca com soro de leite e iogurte (MCSI), batata-doce com vinhaça (BCV), batata-doce com vinhaça e iogurte (BCVI), batata-doce com soro de leite (BCS), batata-doce com soro de leite e iogurte (BCSI), totalizando 24 tratamentos. Para avaliação da cinética de fermentação *in vitro*, utilizou-se somente os tratamentos submetidos a dois tempos de fermentação (9 e 18 dias), totalizando, 16 tratamentos. Os dados foram submetidos a análise multivariada, onde os tratamentos foram reagrupados através do maior grau de similaridade nutricional entre eles (95%), reduzindo de 16 para 7 grupos (*clusters*). No *Cluster 1*, composto por MCV-9, MCV-18 e MCVI-9, similares quanto à taxa de fermentação máxima (kmáx) e a fibra em detergente ácido (FDA) e, negativamente com os minerais Ca e P. O *Cluster 2*, composto por MCVI-18, se apresentou com os menores níveis de correlação das variáveis bromatológicas, juntamente com os *clusters 3* (BCV-9, BCV-18, BCVI-9, BCVI-18) e *cluster 4* (MCS-9, MCS-18), que se caracterizaram com menor potencial nutricional, sendo apresentado opostamente as variáveis avaliadas, tornando-os de menor significância para utilização na alimentação animal se comparado aos demais grupos. O *Cluster 5*, composto por BCS-18 e BCSI-18 apresentou correlação positiva entre o extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), Ca e P. Porém, a correlação dessas características com a FDA, f24 e kmáx ficou comprometida, apresentando correlação negativa. Já o *Cluster 6*, composto por BCS-9 e BCSI-9, apresentou comportamento similar, porém, com menor intensidade. Os *Clusters 4 e 7*, onde ambos são a base de mandioca e soro de leite, porém, o primeiro sem a

inclusão de iogurte e o segundo com iogurte, apresentaram suas características opostas. No *Cluster 7*, as variáveis bromatológicas como a PB e EB, fatores importantes na classificação de novos produtos e/ou alimentos para animais, mantiveram as correlações positivas mais evidentes dentro dos Clusters, seguidos do pH, f24, potencial total de produção de gases (σ_1) e ponto de inflexão da curva (σ_2). Os produtos propostos nesta pesquisa apresentaram composição nutricional favorável à sua utilização na alimentação animal, sobretudo aos do *Cluster 7*. O aproveitamento do soro de leite associado a mandioca com a inclusão de iogurte natural melhora a qualidade do alimento e possibilita a redução dos impactos ambientais.

Palavras-chave: Análise multivariada, coelhos, coprodutos agroindustriais, produção de gases

CHAPTER II

NUTRITIONAL DEVELOPMENT AND EVALUATION OF FERMENTED FOODS BASED ON TUBERS, VINES AND MILK SERUM FOR RABBITS FEEDING

ABSTRACT

This work was carried out with the objective to develop and assess the potential of using tuber-based foods: cassava and sweet potatoes associated with wastes from the agro-industry (stillage and whey) to rabbits, from the application of the technology of fermentation was used the semi-automatic gas production technique in vitro for food assessment. The completely randomized design with eight treatments evaluated in three days of fermentation (0, 9 and 18 days) and four replications, named as: cassava with vinasse (MCV), cassava with vinasse and yogurt (MCVI), cassava with whey (MCS), cassava with buttermilk and yogurt (MCSI), sweet potato with vinasse (BCV), sweet potato with vinasse and yogurt (BCVI), sweet potatoes with buttermilk (BCS), sweet potatoes with buttermilk and yogurt (BCSI), totaling 24 treatments. For the evaluation of in vitro fermentation kinetics, we used only the treatments two-stroke submitted to fermentation (9 and 18 days), totaling, 16 treatments. The data were subjected to multivariate analysis, where the treatments were reassembled through a greater degree of similarity between them (95%), nutritional, reducing from 16 to 7 groups (clusters). In the Cluster 1, composed of MCV, MCV-9-18 and MCVI-9, similar as the fermentation rate (k_{\max}) and acid detergent fiber (FDA) and negatively with the minerals Ca and p. 2 Cluster, composed of MCVI-18, performed with the lowest levels of correlation of qualitative characteristics variables, along with 3 clusters (BCV-BCV-9, 18-9, BCVI, BCVI-18) and 4 cluster (MCS-MCS-9, 18), which is characterized with lower nutritional potential, being opposite the variables evaluated, making them less significance for use in animal nutrition compared to other groups. The 5 Cluster, consisting of BCS-18 and BCSI-18 showed positive correlation between the ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), Ca and P. However, the correlation of these characteristics with the FDA, f24 and k_{\max} was compromised, showing negative correlation. Already the Cluster 6, consisting of BCS-9 and BCSI-9, showed similar behavior, but with less intensity. The Clusters 4 and 7, where both are the basis of cassava and whey, but the first without the inclusion of yogurt and the second with yogurt, presented their opposing features. In Cluster 7, qualitative characteristics variables such as PB and EB, important factors in the classification of new

products and/or feedingstuffs, maintained positive correlations more evident within the Clusters, followed by pH, f24, total production potential of gases (θ_1) and point of inflection of the curve (θ_2). The products offered in this research showed nutritional composition in favour of your use in animal feed, particularly those of the Cluster 7. The use of whey associated cassava with the inclusion of natural yogurt improves food quality and enables the reduction of environmental impacts.

Keywords: evaluation of food, agro-industrial coproducts, in vitro production of technical gases, multivariate analysis, rabbits

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, houve um aumento na produção de carne de coelho, resultando no avanço relacionado as necessidades nutritivas destes animais, de forma a fornecer uma alimentação adequada que atenda todas as exigências nutritivas e expresse ao máximo o potencial produtivo dos mesmos (LA O, 2007).

Herrera (2003), cita que a indústria agrícola produz uma grande quantidade de subprodutos e resíduos os quais apresentam um grande potencial nutricional como alimentos para animais, especialmente coelhos que são transformadores potenciais desses produtos em proteína animal de alto valor. Entretanto, torna-se urgente a necessidade de reduzir ou reutilizar estes resíduos, como por exemplo a vinhaça (STRAUS e MENEZES, 1993) e o soro de leite (BARANA et al., 2012), a fim de preservar os recursos naturais e evitar a degradação ambiental.

Neste sentido, Abreu (2006), elucida que a criação de parcerias entre a indústria e a agricultura, pode implicar em redução do impacto ambiental, resultando em uma melhor eficiência empresarial, além de aumento de competitividade em um mercado globalizado.

A ensilagem de coprodutos agroindustriais e culturas alternativas estão ganhando cada vez mais espaço em substituição às culturas tradicionais como milho e soja. As raízes, ricas em amido, são incluídas à silagem para elevação do teor energético destas, podendo melhorar o seu valor nutritivo e o padrão fermentativo (SILVA et al., 2010).

Para melhor conhecimento do valor nutritivo dos alimentos, Maurício et al. (2003) preconiza que os mesmos mantêm relação direta com sua digestibilidade e o desempenho dos animais que os consomem. Estes resultados podem ser obtidos através de métodos *in vivo* ou *in vitro*, de acordo com Ørskov (2002), citado por Maurício et al. (2003), onde as metodologias

in vitro apresentam alta correlação entre consumo e digestibilidade *in vivo*, sendo válidas na avaliação da qualidade nutricional de forrageiras.

Com esta visão, vários produtos foram testados e aprovados para utilização na alimentação de animais como, mandioca na alimentação de bovinos (RAMALHO et al., 2006; VELOSO et al., 2008; MODESTO et al., 2009), suínos (CARVALHO et al., 2006), aves (CRUZ et al., 2006; SAKAMOTO et al., 2006; TROMPIZ et al., 2007; CÉZAR, 2008; RODRIGUES & BEZERRA, 2008) e coelhos (MACHADO, 2006; MICHELAN et al., 2006; MICHELAN et al., 2007; FARIA, et al., 2008,) e a batata doce para bovinos (TAVARES, 2009) e suínos (ZUOHUA et al., 2004).

O objetivo com esta pesquisa foi avaliar o potencial do uso de tubérculos (mandioca e batata) associados a resíduos da agroindústria (vinhaça e soro de leite), a partir da aplicação da tecnologia de fermentação para alimentação de coelhos, aplicando a técnica *in vitro* de produção de gases com 24 horas de incubação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização

A presente pesquisa foi realizada entre os meses de janeiro e novembro de 2015 na Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, nas dependências do Departamento de Zootecnia. As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal, o ensaio de produção de gases realizou-se no Laboratório de Produção de Gases, no setor de Cunicultura da Fazenda Experimental Prof. Hélio Barbosa (FEPHB), situada no município de Igarapé/MG/Brasil, onde foram coletados os conteúdos cecais.

Os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Escola de Veterinária da UFMG, sob o protocolo de número 140/2016.

2.2 Animais

Foram utilizados os conteúdos cecais de 30 coelhos saudáveis da raça Nova Zelândia Branco, com idade entre 65 e 70 dias e $2,3 \pm 0,5$ kg de peso vivo.

2.3 Confeção dos tratamentos

As matérias primas para confecção dos tratamentos (mandioca ou batata-doce), a vinhaça e o soro de leite foram adquiridos na região de Bambuí, MG. Os iogurtes naturais utilizados para auxiliar o processo de fermentação dos tratamentos foram provenientes de supermercados situados na região de Belo Horizonte, MG.

Foram formulados oito tratamentos, sendo estes: mandioca com vinhaça (MCV), mandioca com vinhaça e iogurte natural (MCVI), mandioca com soro de leite (MCS), mandioca com soro de leite e iogurte natural (MCSI), batata doce com vinhaça (BCV), batata doce com vinhaça e iogurte (BCVI), batata doce com soro de leite (BCS) e batata doce com soro de leite e iogurte natural (BCSI). Todos os tratamentos foram avaliados aos 0,9 e 18 dias de fermentação, totalizando 24 tratamentos (8 tratamentos x 3 tempos de fermentação). As combinações dos produtos estão expostas na tabela 1.

Tabela 1 - Composição percentual dos tratamentos

Alimentos	Tratamentos (% na matéria natural)							
	MCV	MCVI	MCS	MCSI	BCV	BCVI	BCS	BCSI
Mandioca	50,0	49,5	50,0	49,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Batata	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	49,5	50,0	49,5
Vinhaça	50,0	49,5	0,0	0,0	50,0	49,5	0,0	0,0
Soro de Leite	0,0	0,0	50,0	49,5	0,0	0,0	50,0	49,5
Iogurte Natural	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

MCV: mandioca com vinhaça; MCVI: mandioca com vinhaça e iogurte natural; MCS: mandioca com soro de leite; MCSI: mandioca com soro de leite e iogurte natural; BCV: batata doce com vinhaça; BCVI: batata doce com vinhaça e iogurte natural; BCS: batata doce com soro de leite; BCSI: batata doce com soro de leite e iogurte natural.

Para a confecção dos tratamentos, foram empregados tubos de PVC de 40cm de altura e 10cm de diâmetro, vedado em uma das pontas com tampa, sendo a outra borda contendo em sua tampa uma mangueira de 2cm de diâmetro para escape do ar produzido pela fermentação.

A mandioca e a batata utilizadas foram picadas em picadeira modelo PP-25 *Pinheiro* e misturadas a vinhaça e/ou soro de leite em bacias e posteriormente acondicionada nos tubos. Este processo foi realizado no galpão experimental de animais silvestres situado nas dependências do Laboratório de Metabolismo Animal. O material permaneceu nos tubos que

se encontravam no Laboratório de Metabolismo animal por um período de 18 dias. O pH foi medido com o peagâmetro modelo HI 98130 Combo pH/TDS/EC by HANNA instruments, sendo estes, inseridos diretamente nos tubos, nos dias zero, nove e dezoito para observação do comportamento do pH durante o período de fermentação para observação do perfil de fermentação. Posteriormente foram retiradas amostras de cada tratamento, sendo estas acondicionadas em sacos plásticos e congeladas a -13°C para posteriores análises químicas e bromatológicas.

2.4 Delineamento Experimental

O delineamento foi inteiramente casualizado com oito tratamentos, três tempos de fermentação e quatro repetições ($8 \times 3 \times 4$), totalizando 96 repetições (tabela 2), exceto para a análise de produção de gases em que se exclui o tempo 0 ($8 \times 2 \times 4 \times 4 + 6$), totalizando 280 repetições.

Tabela 2 - Distribuição das unidades experimentais

Tratamentos	Fermentação (dias)			Repetições por tratamento
	0	9	18	
Mandioca com vinhaça (MCV)	4	4	4	12
Mandioca com vinhaça e iogurte natural (MCVI)	4	4	4	12
Mandioca com soro de leite (MCS)	4	4	4	12
Mandioca com soro de leite e iogurte natural (MCSI)	4	4	4	12
Batata doce com vinhaça (BCV)	4	4	4	12
Batata doce com vinhaça e iogurte natural (BCVI)	4	4	4	12
Batata doce com soro de leite (BCS)	4	4	4	12
Batata doce com soro de leite e iogurte natural (BCSI)	4	4	4	12
Repetições / dias de fermentação	32	32	32	Total = 96

2.5 Análises laboratoriais

A preparação das amostras dos tratamentos, assim como, suas análises químicas foram realizadas no laboratório de nutrição animal da Escola de Veterinária da UFMG e seguiram a metodologia da (AOAC, 2000).

Após o término do experimento, todas as amostras foram secas em estufa de ventilação forçada à temperatura de 65°C, durante 72 horas. Posteriormente, foram moídas em moinho tipo Willey, com peneira de 2mm e estocadas em sacos plásticos para análises laboratoriais, segundo a AOAC (*Association of Official Analytical Chemists*) para matéria seca (MS) (método 930.15; AOAC, 2012) e, com base na MS, proteína bruta (PB) (método 968.06; AOAC, 2012), extrato etéreo (EE) (954.05; AOAC, 2012), matéria mineral (MM) (método 942.05; AOAC, 2012) e teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) pelo método de Van Soest et al., (1991). A matéria orgânica (MO) foi obtida por diferença ($MO = 100 - MM$) e a hemiceluloses (HEM) também por diferença ($HEM = FDN - FDA$) (AOAC, 1995). Os teores de cálcio (Ca) e fósforo (P) foram determinados seguindo as determinações descritas por Silva & Queiroz (2002). O potencial hidrogeniônico (pH) foi medido com peagâmetro modelo HI 98130 Combo pH/TDS/EC by HANNA instruments e a energia bruta (EB), para a qual foi utilizada a bomba adiabática de Parr modelo 6200. Os resultados estão expostos na tabela 3.

2.6 Técnica in vitro Semiautomática de Produção de Gases

Foi realizada a técnica descrita por Theodorou et al. (1994) adaptada por Maurício et al. (1999) para medição dos parâmetros cinéticos de digestão, baseada na liberação dos produtos de fermentação. Para isso foram utilizadas bolsas Ankom F57 (Ankom Technology, Macedon, NY, EUA), o que gerou a necessidade de reduzir pela metade a quantidade de amostra e, conseqüentemente, a quantidade de meio de cultura e de inóculo que também foram reduzidas pela metade, mantendo-se a mesma relação amostra/meio de cultura/inóculo.

Posteriormente, os tratamentos já pré-secos e moídos desta vez em peneira de 1,0 mm, armazenados em sacos plásticos de “ziploc” e mantidos em local seco e com temperatura ambiente.

Meio grama de cada amostra foi pesada dentro das bolsas Ankom F57, que foram seladas e introduzidas em frascos (50 ml) previamente lavados com água destilada e secos em estufa. Considerando cada tratamento como uma unidade experimental, obteve-se 280 frascos

contendo os oito tratamentos com 4 repetições por tratamento, 2 tempos (9 e 18 dias), mais 6 brancos (para correção dos dados de produção de gás relativo), somando 70 frascos multiplicados por 4 diferentes tempos de degradabilidade (6, 12, 18 e 24 horas), dispostos em 12 bandejas plásticas. Cinco horas antes da inoculação, os frascos foram transferidos para a estufa a 39 °C.

O meio de cultura utilizado foi a solução de Theodorou et al. (1994), composta por: solução macro mineral (9,45 g/l de $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 6,20 g/l de KH_2PO_4 e 0,60 g/l $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), solução micro mineral (132,0 g/l de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 100,0 g/l de $\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 10,0 g/l de $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ e 80,0 g/l de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) solução tampão (4,0 g/l de NH_4CO_3 e 35,0 g/l de NaHCO_3), indicador (0,01 g/l de Rezasurina) e agente redutor (95 ml água destilada, 4,0 ml de NaOH 1 M e 625 mg de $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$), sendo as soluções misturadas na seguinte ordem e proporções: 500 ml de água destilada, 250 ml de solução tampão, 250 ml de solução macro mineral, 0,1 ml de solução micro mineral e 1,3 ml de solução indicadora.

Os coelhos utilizados para a obtenção do conteúdo cecal foram alimentados *ad libitum* com uma dieta apresentando com base na MS: PB 16,05%, EE 3,1%, MM 9,1%, FDN de 35,0%, FDA 18,23%, ED 2600,00 kcal/kg. Foram utilizados animais oriundos de linha de abate comercial os quais foram abatidos por eletronarcose seguido por exanguinação.

O abate ocorreu nas primeiras horas do dia, onde todo o trato gastrointestinal foi isolado e o conteúdo cecal foi recolhido e colocados em recipientes térmicos pré-aquecidos, cheios até o limite, a fim de manter o teor de ar a um nível mínimo. Depois da amostragem, o material foi transportado rapidamente (cerca de 1:30 h) ao laboratório de produção de gases.

O conteúdo cecal foi diluído na proporção de 1:1 com a solução de Theodorou et al. (1994), previamente aquecida em banho maria a 39°C. Esse procedimento foi necessário devido à alta viscosidade do material cecal, permitindo com isso a filtração do mesmo utilizando sacos de náilon com poros de 50 micras (μm) e dimensões de 10 por 20 cm. O filtrado foi mantido em banho-maria a 39°C, sob injeção contínua de CO_2 , sendo então submetido à avaliação de suas características físico-químicas e atividade microbiana.

Visando a manutenção de fermentação anaeróbia, em todos os frascos foram injetados CO_2 e em seguida, adicionou-se manualmente, com auxílio de uma seringa, 16,5 ml do inóculo, que foram imediatamente vedados com rolhas de borracha e levados para a estufa a 39°C. A pressão gerada pelos gases acumulados na parte superior dos frascos foi medida por meio de um transdutor digital de pressão tipo DTI705 (Druck) acoplado a uma agulha de 0,70 x 25 mm

inseridas através das tampas de borracha dos frascos. As leituras de pressão foram realizadas durante o período de fermentação nos tempos de 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 e 24 horas de incubação. Após a leitura, o frasco é retirado do transdutor e a agulha é mantida por alguns segundos para estabilização entre pressão externa e interna. Este processo foi repetido em todos os frascos de cada bandeja e após as leituras, as agulhas foram retiradas e as bandejas foram agitadas manualmente e recolocada na estufa.

2.7 Cálculos e modelos estatísticos

Os valores de gás produzido nos diferentes tempos de incubação dos 8 tratamentos em dois tempos de fermentação distintos (9 e 18 dias) foram corrigidos para a quantidade de gás produzido a partir de amostras em branco nos momentos correspondentes, dentro de cada repetição e tratamento. Estes valores também foram corrigidos para os teores de MS das amostras.

Os modelos não-lineares utilizados para determinar os parâmetros estimados de produção de gás em vitro dos tratamentos, ou seja, o potencial de fermentação destes tratamentos, foram estimados através de análises multivariadas (análise de variáveis cônicas) e de agrupamento hierárquico aglomerativo pelo método de ligação completa com os recursos computacionais do software R (R CORE TEAM, 2014).

Para a descrição matemática da cinética de fermentação no ceco foi utilizado o modelo estatístico a seguir, ajustados para as curvas acumulativas de produção de gases:

$$Gas_{acum}(t) = \frac{\phi_1}{\left(1 + e^{\left(\phi_2 - t / \phi_3\right)}\right)}$$

(1)

Em que, para $\phi_3 > 0$, então ϕ_1 corresponde à assíntota horizontal quando $t \rightarrow \infty$ e a assíntota horizontal quando $t \rightarrow -\infty$ é igual a zero, O parâmetro ϕ_2 corresponde ao valor de t quando o acúmulo de gás corresponde a $\phi_1/2$, e portanto corresponde ao ponto de inflexão da curva. O parâmetro escalar ϕ_3 representa a distância no eixo x entre o ponto de inflexão da curva e o ponto onde a produção de gás acumulada é $\phi_1/(1 + e^{-1}) \approx 0,73\phi_1$ (Pinheiro e Bates, 2000) e t representa o tempo decorrido após a incubação em horas.

A taxa de produção máxima de gás durante o ensaio foi estimado pela derivação do modelo logístico em função de horas, quando essa teve valor igual a ϕ_2 , conforme equação a seguir:

$$\frac{\partial Gas_{acum}(t)}{\partial t} = \frac{\phi_1 \times e^{\left(\frac{\phi_2+t}{\phi_3}\right)}}{\phi_3 \left(e^{\left(\frac{\phi_2}{\phi_3}\right)} + e^{\left(\frac{t}{\phi_3}\right)} \right)^2} \quad (2)$$

O teste F aproximado para a falta de ajustamento do modelo, aonde o F calculado é comparado com o F tabelado é dado por:

$$F = \frac{QMFA}{QMR} \sim F(GL_{FA}; GL_{EP}) \quad (3)$$

Em que, QMFA é o quadrado médio da falta de ajuste e QMR é o quadrado médio do erro puro, no presente trabalho corresponde a 2.61836 (*Vide Anexo 1*), GL_{FA} corresponde aos graus de liberdade para falta de ajustamento e GL_{EP} para os graus de liberdade do erro puro.

3. RESULTADOS

3.1 Avaliação bromatológica dos tratamentos

Através da análise multivariada estimou-se a média das análises químico-bromatológicas de cada tratamento conforme suas respectivas repetições. Valores apresentados na tabela 3.

Observando os resultados de MS, verifica-se que os tratamentos contendo mandioca obtiveram maiores teores que os tratamentos contendo batata-doce e dentro dos tratamentos de mandioca os que continham soro de leite apresentaram níveis mais altos de MS, corroborando com os tratamentos contendo soro de leite que tiveram níveis mais altos de MM em relação aos tratamentos com vinhaça. Tratamentos de batata-doce com soro de leite apresentaram níveis de P mais altos, por outro lado, possuem menor MO que alimentos com vinhaça. Os tratamentos de batata-doce apresentaram aumento no pH entre o 1º e o 18º dia de fermentação, contrariamente aos tratamentos com mandioca que houve um decréscimo. Os níveis de PB dos tratamentos de batata-doce foram mais altos no dia 0, porém, diminuíram consideravelmente no dia 9 e estabilizando até o 18º dia contrariamente aos tratamentos com mandioca que

apresentaram níveis de PB mais baixos, porém não sofreram alteração nos diferentes tempos de fermentação.

Os valores mais altos de EB foram encontrados nos tratamentos de mandioca com vinhaça, em que a inclusão de iogurte natural no referido tratamento aumentou o valor da energia bruta, coincidindo com os tratamentos de batata-doce com soro de leite, que também apresentou aumento com a inclusão do iogurte natural. Contrariamente, os tratamentos com mandioca e soro de leite e batata-doce com vinhaça apresentaram decréscimo na EB com a inclusão do iogurte natural.

Tabela 3. Análise bromatológica da mandioca, batata-doce e dos tratamentos de mandioca com vinhaça (MCV), mandioca com vinhaça e 1% de iogurte (MCVI), mandioca com soro de leite (MCS), mandioca com soro de leite e 1% de iogurte (MCSI), batata com vinhaça (BCV), batata com vinhaça e 1% de iogurte (BCVI), batata com soro de leite (BCS) e batata com soro de leite e 1% de iogurte (BCSI) submetidos a três tempos de fermentação (0, 9 e 18 dias)

Trat.	Nutrientes												
	Dia	MS	MM	MO	PB	EE	FDN	FDA	HEM	Ca	P	EB	pH
MCV	0	18,42	2,43	97,37	3,46	1,06	7,72	4,07	3,65	0,40	0,09	4119,76	3,36
	9	19,53	2,36	97,46	3,28	1,49	7,71	4,43	3,28	0,41	0,08	3977,63	4,08
	18	17,57	2,72	97,04	3,62	2,24	6,81	4,35	2,46	0,40	0,10	4068,60	3,96
MCVI	0	18,44	2,34	97,47	3,70	2,45	7,08	3,52	3,56	0,37	0,10	4223,92	3,48
	9	18,68	2,43	97,39	3,54	1,32	9,27	4,57	4,70	0,39	0,09	4023,93	4,12
	18	18,33	2,52	97,26	3,58	1,32	5,74	3,47	2,26	0,36	0,09	3931,30	3,93
MCS	0	20,95	5,32	94,29	4,31	3,13	6,53	3,54	2,99	0,45	0,13	3957,20	5,72
	9	20,08	5,50	94,12	4,46	3,25	7,51	4,40	3,11	0,49	0,14	3983,92	3,65
	18	19,48	5,60	93,97	4,69	4,21	7,15	4,43	2,37	0,48	0,15	3987,06	3,34
MCSI	0	21,32	5,48	94,15	4,23	5,48	7,32	4,01	3,31	0,42	0,14	3909,71	5,64
	9	20,11	5,46	94,19	4,59	5,57	8,12	4,66	3,46	0,50	0,15	3969,19	3,69
	18	19,51	5,85	93,73	4,94	4,74	8,71	4,91	3,80	0,53	0,15	4003,92	3,37
BCV	0	13,28	4,59	95,10	7,29	4,89	12,48	3,34	8,60	0,90	0,10	3964,07	3,20

* Corresponding author. Tel.: +55 31 998583557; fax: +55 31 34092204.
E-mail address: katusciazootecnia@hotmail.com (K.C.N.Mota).

	9	13,79	3,76	95,95	3,19	3,08	9,92	3,71	6,21	0,46	0,15	3984,67	3,71
	18	11,08	3,98	95,70	3,51	3,12	7,71	3,66	4,05	0,47	0,16	4041,38	3,81
	0	13,17	4,68	94,99	7,62	3,34	11,40	3,07	8,32	1,25	0,12	3984,58	3,16
BCVI	9	15,02	3,48	96,24	3,26	2,09	7,98	3,27	4,32	1,00	0,14	4019,52	3,73
	18	11,29	3,93	95,76	3,78	2,15	7,26	3,61	3,65	1,09	0,16	3894,28	3,86
	0	17,70	5,13	94,44	9,19	1,47	7,13	2,68	4,45	1,29	0,40	3969,44	3,45
BCS	9	14,78	4,70	94,92	4,62	3,31	8,61	3,59	5,02	1,00	0,29	4035,38	3,89
	18	11,06	5,44	94,08	4,83	2,62	7,21	4,00	2,36	1,09	0,37	4007,28	4,24
	0	17,83	5,00	94,60	8,73	1,34	8,03	2,65	5,38	0,78	0,40	3963,31	3,50
BCSI	9	14,83	4,52	95,12	4,56	3,41	9,92	3,89	5,41	0,77	0,29	4026,96	3,90
	18	12,29	5,12	94,44	4,61	3,11	7,17	3,65	3,51	0,69	0,34	4038,77	4,24
Mandioca	-		2,12	97,62	3,24	1,04	11,81	6,57		0,44	0,03	4054,68	-
Batata doce	-		4,06	95,45	4,50	1,21	6,51	4,12		0,46	0,31	4000,33	-

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); hemiceluloses (HEM); cálcio (Ca); fósforo (P); energia bruta média expressa em kcal/kg (EB); potencial hidrogeniônico (pH).

Os resultados bromatológicos podem ser melhor interpretados a partir da análise multivariada representada mais adiante na figura 3.

3.2 Teste de hipóteses para falta de ajustamento

O valor de p obtido para a falta de ajustamento não foi significativo ($p < 0,05$). Desta forma, o modelo proposto completo não é diferente do modelo que leva em consideração todas as fontes de variação e o tempo, considerando o mesmo adequado para modelagem da cinética de produção de gás acumulada em função do tempo de incubação.

Uma vez que o modelo foi adequado, partiu-se então para o teste de identidade entre modelos com o objetivo de observar se existe semelhança entre os modelos para cada tratamento e se ainda existe um modelo único que represente todos os tratamentos. Estes dados estão expostos na tabela 4.

* Corresponding author. Tel.: +55 31 998583557; fax: +55 31 34092204.
E-mail address: katusciazootecnia@hotmail.com (K.C.N.Mota).

Nesse caso, as variáveis foram divididas conforme suas funções. Cada divisão gerou um modelo com 3 parâmetros (ϕ_1 , ϕ_2 e ϕ_3), porém, a falta de ajustamento gerada de cada modelo foi significativamente diferente do modelo completo (tubérculo, resíduo, iogurte e tempo de fermentação), gerando o erro puro.

Tabela 4 - Teste de hipóteses para avaliação de identidade de modelos

Hipóteses	GLFA ¹	QMFA ²	Fcal	P
Tuberculo	186	8,283	3,163	< 0,001
Resíduo	186	9,386	3,585	< 0,001
Iogurte	186	9,252	3,534	< 0,001
Dia	186	8,913	3,404	< 0,001
Tubérculo x resíduo	180	6,916	2,641	< 0,001
Tubérculo x iogurte	180	7,934	3,030	< 0,001
Tubérculo x dia	180	7,842	2,995	< 0,001
Resíduo x iogurte	180	9,335	3,565	< 0,001
Resíduo x dia	180	8,518	3,253	< 0,001
Iogurte x dia	180	8,772	3,350	< 0,001
Tubérculo x resíduo x iogurte	168	4,603	1,758	< 0,001
Tubérculo x resíduo x dia	168	6,086	2,324	< 0,001
Tubérculo x iogurte x dia	168	7,627	2,913	< 0,001
Resíduo x iogurte x dia	168	8,584	3,278	< 0,001
Tubérculo x resíduo x iogurte x dia	144	3,069	1,172	0,106

¹Graus de Liberdade da falta de ajustamento; ²Quadrado médio da falta de ajustamento.

De toda forma, assume-se que os modelos são diferentes havendo distinto comportamento da cinética de fermentação, não podendo ser esta diferença estatisticamente determinada por algum dos parâmetros individualmente, sejam eles com significado biológico ou não. O único modelo capaz de explicar o fenômeno é o que contempla os parâmetros para todas as combinações (tubérculo, resíduo, iogurte e dia), 16 parâmetros (ϕ_1 , ϕ_2 e ϕ_3), para cada tratamento, totalizando 48 parâmetros (8 tratamentos x 2 tempos x 3 parâmetros). Os dados estão expostos na tabela 5.

3.3 Perfis ajustados

O ajuste de cada modelo separado, bem como a dispersão em torno da média estão apresentados graficamente na figura 1 e figura 2, respectivamente.

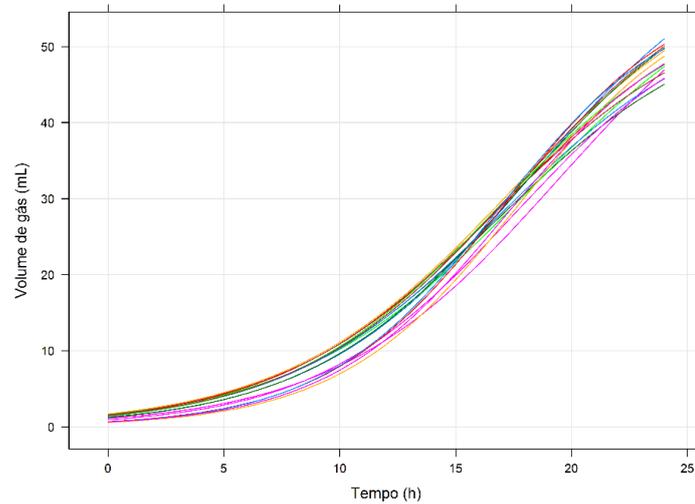


Figura 1 – Perfil de fermentação ajustado dos tratamentos.

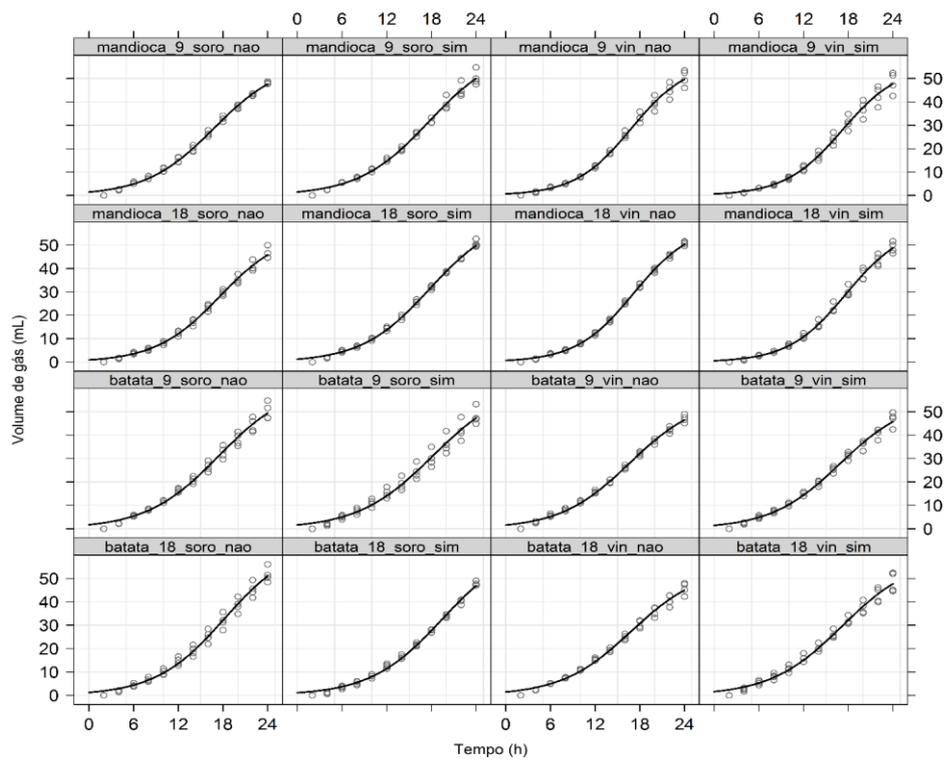


Figura 2 – Perfil de fermentação ajustado dos tratamentos apresentados separadamente.

* Corresponding author. Tel.: +55 31 998583557; fax: +55 31 34092204.
E-mail address: katusciazootecnia@hotmail.com (K.C.N.Mota).

3.4 Análise multivariada das características bromatológicas, químicas e cinética de fermentação

Os parâmetros estimados de produção de gás *in vitro* dos tratamentos estão expostos na Tabela 5, onde também são apresentados os efeitos dos tempos de fermentação dos respectivos tratamentos.

Os parâmetros cinéticos de fermentação estimados dos diferentes tratamentos não foram diferentes. Não houve também diferenças nos parâmetros cinéticos de fermentação em relação aos dois tempos (9 e 18). O potencial total de produção de gás (parâmetro \varnothing_1) variou de 54.84 ml/g no tratamento de BCV-9 para 65.60 ml/g e no tratamento de BCS-9. Ambos os valores foram obtidos a partir do 9º dia fermentação. Da mesma forma, os valores do ponto de inflexão da curva (parâmetro \varnothing_2) que variaram substancialmente, sendo o mais alto para o tratamento de BCSI-9 (19.42). O valor do (parâmetro \varnothing_3) variou de 3.86 no tratamento de MCV-9 para 5.02 no tratamento de BCSI-18, já no agrupamento selecionando por resíduo, os tratamentos contendo soro de leite, aumentaram do 9 e 18º dia de fermentação, ao contrário dos tratamentos com vinhaça que diminuíram.

Avaliando todos os tratamentos conjuntamente, observamos que as diferenças no potencial total de produção de gás do tratamento de BCS-9 (65.60 ml/g MS) e BCSI-9 (64.96 ml/g MS) foram maiores em relação aos demais. Dos oito tratamentos, somente três (MCS, MCSI e BCV) apresentaram queda decorrente dos diferentes dias de fermentação, os demais apresentaram aumento do 9º ao 18º dia.

Tabela 5 - Estimativa dos parâmetros associados a cada tratamento pelo modelo completo (ϕ_1 , ϕ_2 e ϕ_3) e os parâmetros derivados do mesmos (f24, Finflex e kmax)

Produtos	Dias	ϕ_1	ϕ_2	ϕ_3	f24 (ml/24h)	Finflex (ml/h)	K _{máx} (ml/h)
		(ml/0.5 g MS)	(h)				
MCV	9	58,84	17,17	3,86	50,28	29,42	3,81
	18	57,14	16,84	3,77	49,69	28,57	3,79
MCVI	9	58,19	17,69	3,85	48,72	29,10	3,78
	18	55,78	17,19	3,84	47,69	27,89	3,63
MCS	9	56,08	17,56	4,30	45,83	28,04	3,26
	18	57,32	16,78	4,55	47,58	28,66	3,15
MCSI	9	62,33	17,73	4,55	49,80	31,16	3,43
	18	63,19	17,68	4,74	50,02	31,59	3,34
BCV	9	54,84	16,85	4,70	45,02	27,42	2,92
	18	56,18	16,65	4,67	46,54	28,09	3,01
BCVI	9	59,39	17,20	4,82	47,74	29,70	3,08
	18	55,66	16,89	4,64	45,75	27,83	3,00
BCS	9	65,60	18,20	4,63	51,00	32,80	3,54
	18	62,26	17,43	4,87	49,44	31,13	3,20
BCSI	9	64,96	19,42	4,80	46,89	32,48	3,38
	18	62,16	18,17	5,02	47,35	31,08	3,10

ϕ_1 = Potencial de produção total de gás; ϕ_2 = Ponto de inflexão da curva; ϕ_3 = Parâmetro escalar dependente de ϕ_1 e ϕ_2 ; f24 = taxa do tempo máximo de fermentação; Finflex = volume de gás acumulado até a inflexão do perfil de fermentação (retardamento); kmax = Taxa máxima de fermentação; MCV = mandioca com vinhaça; MCVI = mandioca com vinhaça e 1% de iogurte; MCS = mandioca com soro de leite; MCSI = mandioca com soro de leite e 1% de iogurte; BCV = batata com vinhaça; BCVI = batata com vinhaça e 1% de iogurte; BCS = batata com soro de leite; BCSI = batata com soro de leite e 1% de iogurte.

Para além dos parâmetros estimados de produção de gás (parâmetros ϕ_1 , ϕ_2 e ϕ_3), foram calculados adicionalmente, parâmetros tais como o volume de gás acumulado até a inflexão do perfil de fermentação (Finflex), a taxa máxima de fermentação (kmax) o volume de gás acumulado em 24 (f24), sendo essenciais para descrever melhor o padrão de fermentação dos tratamentos.

* Corresponding author. Tel.: +55 31 998583557; fax: +55 31 34092204.
E-mail address: katusciazootecnia@hotmail.com (K.C.N.Mota).

Todos esses parâmetros foram afetados significativamente pelo tempo de fermentação e pelo tratamento. Além disso, houve interações significativas entre os dois tempos de fermentação e os diferentes tratamentos com todos os parâmetros calculados. O Finflex apresentou o menor valor, indicando menor tempo de fermentação, ocorreu no tratamento de BCV-9 (27.42), enquanto que o valor mais alto, indicando o tempo maior de fermentação, ocorreu no tratamento de BCS-9 (32.80). Os Finflex foram geralmente maiores nos tratamentos de MCSI, BCS e BCSI, todos, nos dois tempos de fermentação (9 e 18º dia).

A kmax se comparada ao tempo de fermentação apresentou ligeira queda do 9 para o 18º dia, exceto o BCV, apresentando também, o maior valor (3.81) no tratamento de MVC-9 e menor no tratamento BCV-9 (2.92).

Para outros tratamentos (MCV, MCSI e BCS) calculados nos dois tempos de fermentação, as variáveis f24 se apresentaram mais altas que os demais.

3.4.1 Análise de componentes principais (ACP) e Cluster

Para avaliar de forma conjunta os dados, utilizaram-se duas técnicas de análises multivariadas: Componentes Principais e análises de Cluster.

Todos os tratamentos foram avaliados conjuntamente, incluindo todas as variáveis relacionadas, desta forma, foram feitas as interações entre tubérculo x resíduo x iogurte x dia (9 e 18 dias de fermentação nos minis silos).

3.4.1.1 Análise de Componentes Principais (ACP)

A técnica de componentes principais visa explicar a estrutura de variância-covariância de um grupo de variáveis por meio de combinações lineares que visam reduzir a dimensionalidade do banco e gerar interpretações a partir dessas.

Quando existem muitas variáveis correlacionadas, utiliza-se análise de componentes principais com finalidade de reduzir o número das variáveis para a avaliação da qualidade nutricional com precisão (AGARWAL et al., 2003).

Análise de componentes principais (APC) indicou que a contribuição acumulativa do principal componente PC1 para o PC3 foi de 71.0%, o que significa que foi fornecida 71.0% de informações sobre a avaliação nutricional dos tratamentos (Tabela 6). Portanto, apresentando-se ótimo para escolhe-los como os três componentes principais com a maior

variabilidade de informações, reduzindo a complexidade de múltiplas variáveis correlacionadas e explicando melhor as combinações dos produtos.

Tabela 6 - Relação de contribuição individual e cumulativa dos componentes principais (CP)

NUMERO DE COMPONENTES	% VARIÂNCIA EXPLICADA	% VARIÂNCIA CUMULADA	DESVIO PADRÃO
CP1	32,0	32,0	2,13
CP2	22,0	54,0	1,75
CP3	17,0	71,0	1,52
CP4	10,0	81,0	1,19
CP5	8,0	89,0	1,04

Para melhor entendimento, a (ACP) reorganiza, simultaneamente, no espaço dimensional transformado a direção do qual os pontos se encontrem espalhados com maior variabilidade, preservando as informações dos dados originais (SILVA et al., 2005). Este tipo de análise requer mais observações do que variáveis e, portanto, algumas variáveis foram eliminadas para atingir o máximo de 16 variáveis. Essa eliminação foi realizada conforme a matriz de correlação de Pearson e critério do pesquisador quanto a importância nutricional das variáveis, das quais os pares que apresentaram alta correlação entre si, selecionou-se uma das respostas envolvidas para descarte, resultando na eliminação nesse caso da: MS, MM, HEM e finflex.

O valor dos coeficientes de cada componente para cada variável, indicam quão influenciável é este componente em relação as variáveis em questão, sendo que sinais opostos indicam diferentes direções para esse componente. Na tabela 7 são apresentados os coeficientes dos três principais componentes principais.

Os fatores de carga dos três componentes principais estão presentes na Tabela 7. O valor da carga das variáveis de pH, Ca e P foram as que mais se correlacionaram positivamente, enquanto que se correlacionaram negativamente com igual intensidade com as variáveis de EE,

FDA e PB em relação aos outros fatores nutricionais sobre PC2 que, neste caso responderam por 71.0% da variabilidade.

Tabela 7 - Coeficiente dos componentes principais

NUTRIENTES	COMPONENTES PRINCIPAIS				
	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
PB	-0,380	0,070	-0,220	0,280	-0,150
EE	-0,260	-0,040	-0,510	0,020	-0,100
FDN	-0,160	-0,010	-0,140	-0,540	0,530
FDA	0,000	0,360	-0,420	0,000	-0,040
EB	-0,140	0,140	0,060	-0,630	-0,330
Ca	-0,260	-0,260	0,280	0,120	-0,150
P	-0,400	-0,140	0,220	0,020	-0,150
pH	-0,040	0,140	0,560	-0,060	-0,010
phi1	-0,420	0,180	0,040	-0,090	-0,060
phi2	-0,370	0,160	0,100	-0,080	0,430
phi3	-0,330	-0,390	-0,080	-0,080	-0,090
f24	-0,130	0,430	0,030	0,000	-0,430
Kmax	0,080	0,540	0,130	0,010	0,050
d24	-0,270	0,230	0,090	0,430	0,370

Proteína bruta (PB); extrato etéreo (EE); fibra em detergente neutro (FDN); fibra em detergente ácido (FDA); energia bruta média expressa em kcal/kg (EB); cálcio (Ca); fósforo (P); potencial hidrogeniônico (pH); potencial total de produção de gás (θ_1); ponto de inflexão da curva (θ_2); parâmetro escalar dependente de θ_1 e θ_2 (θ_3); taxa do tempo máximo de fermentação (f24); volume de gás acumulado até a inflexão do perfil de fermentação (Finflex) (retardamento); taxa máxima de fermentação (kmax) e degradabilidade (d24) dos fermentados.

3.4.1.2 Análise de Cluster

A análise de *Cluster* visa criar grupos de tratamentos conforme a similaridade recíproca entre os mesmos de acordo com as variáveis que os descrevem. Para ambos os casos, os dados de cada variável foram escalonados para variância igual a 1, com média centrada em zero, para que se evite vieses relacionados a escala das mesmas.

Na figura 3, o eixo x corresponde aos valores do primeiro componente, o eixo y aos valores dos coeficientes do segundo componente para cada tratamento. As setas em vermelho correspondem a direção de aumento do valor dessas variáveis em relação aos dois primeiros componentes, indicando que os tratamentos que se localizam na direção da seta têm valores mais alto para essa variável. Ademais, os ângulos entre as setas indicam quão correlacionadas essas variáveis são entre si, de forma que ângulos mais agudos representam relação de correção próxima a um e ângulos abertos (*i.e.* 180°) correlação próxima a -1.

A proximidade entre tratamentos indica similaridade em relação aos dois primeiros componentes. As esferas em azul servem como referência para o terceiro componente principal. Quanto maior a esfera maior o coeficiente estimado para esse tratamento. Se a esfera for vazia ela representa um coeficiente negativo, caso a esfera seja cheia, um coeficiente positivo. Esse terceiro componente é perpendicular aos dois primeiros, ou seja, seria uma terceira dimensão, um plano, entrando e saindo da tela do monitor ou do papel de forma perpendicular.

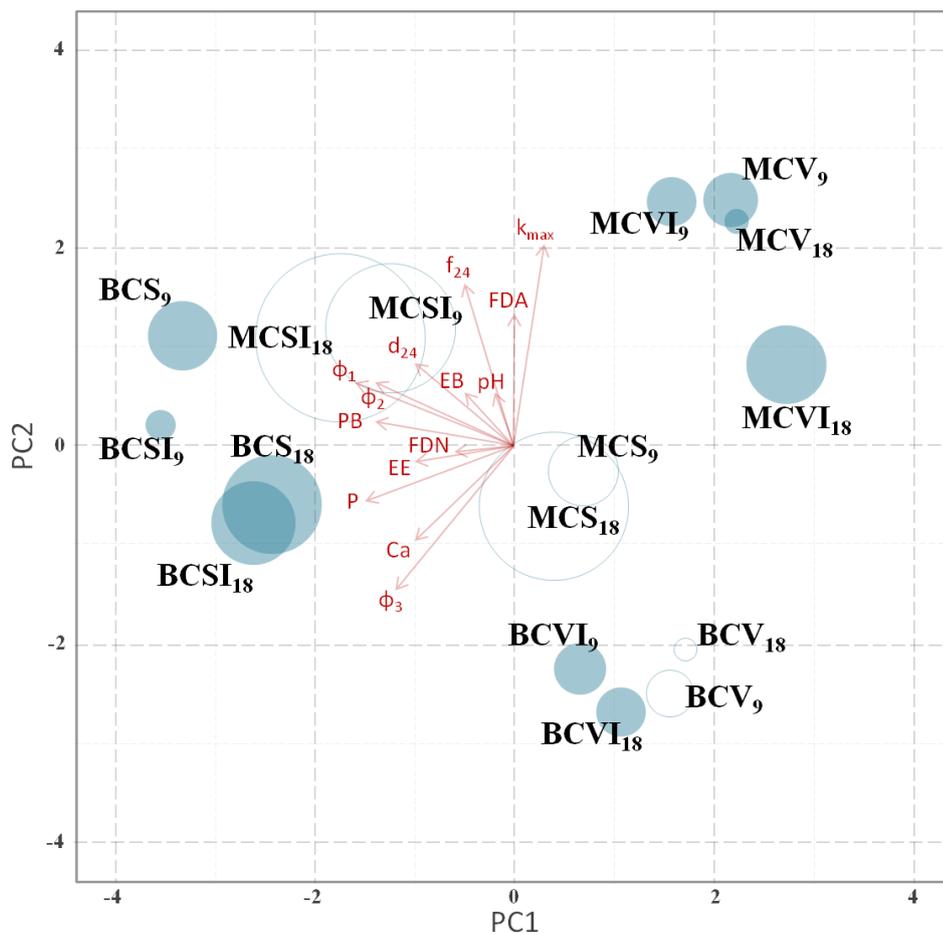


Figura 3 - Similaridade entre os tratamentos gerada através das características dos componentes principais

Sendo assim, após a análise de agrupamento (*Cluster*), determinou-se a formação de sete grupos de fermentados, sendo estes: O *Cluster 1*, composto pelos fermentados de MCV-9, MCV-18 e MCVI-9, e o *Cluster 2*, composto por MCVI-18, se caracterizam pela correlação negativa entre os fermentados com baixo teor em FDA e alta para kmáx. O *Cluster 3* que é composto pelos fermentados de BCV-9, BCV-18, BCVI-9 e BCVI-18, e o *Cluster 4* que contém os fermentados de MCS-9 e MCS-18, por se posicionarem opostos aos demais, indicam serem correlação negativa. O *Cluster 5* contém os fermentados de BCS-18 e BCSI-18, e se caracteriza por conter baixos valores de EE, FDN e pH₃, e apresentou valores positivos para Ca e P. No *Cluster 6*, onde compreende os fermentados de BCS-9 e BCSI-9, e o *Cluster 7*, composto pelos fermentados de MCSI-9 e MCSI-18, se caracterizaram através das variáveis de f₂₄, pH₁, EB, d₂₄, pH₂ e pH que se apresentaram com valores altos, porém negativamente a quantidade de PB. A partir do mesmo, é possível construir dendrogramas que representam quão próximos os tratamentos estão um dos outros. Dados expostos na figura 4.

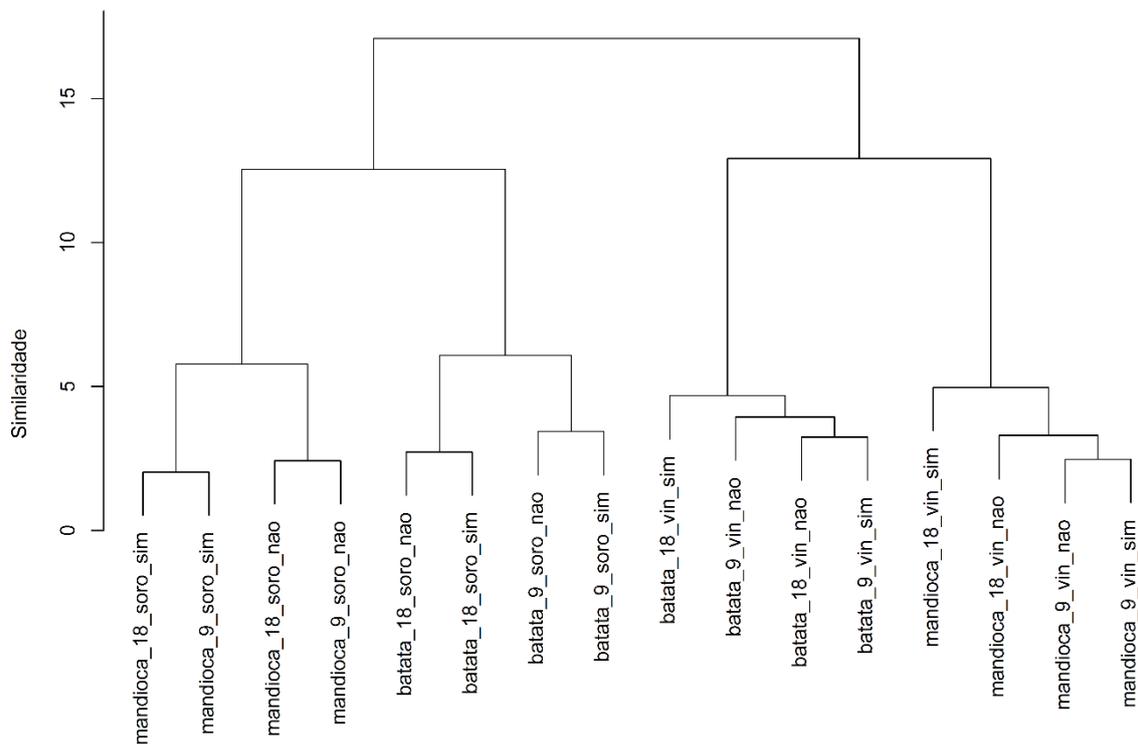


Figura 4 ± Dendrograma do índice de similaridade para o valor nutricional dos 16 fermentados.

Os sete grupos (*Clusters*) distintos foram formados considerando o grau de similaridade de 95%. Somente o *cluster 2* manteve-se com um tratamento, caracterizando que o mesmo se diferenciou dos demais. O *cluster 3* foi o que obteve mais tratamentos similares, destacando-se

pelo tubérculo utilizado (batata-doce) e o resíduo (vinhaça). O *cluster 1* apresentou três produtos, neste caso contendo mandioca e vinhaça. Os demais *clusters* se mantiveram com dois tratamentos.

Em resolução, os tratamentos foram reagrupados, reduzindo de 16 para 7 *clusters* a serem avaliados, apresentando maior grau de similaridade nutricional (95%).

4. DISCUSSÃO

Segundo Bauer et al. (2004), os processos de digestão que ocorrem *in vivo* e *in vitro* não são idênticos. Neste mesmo sentido, Calabro et al. (1999), salientam que os inóculos utilizados para os estudos *in vitro* são feitos em sua maior parte com o conteúdo a partir do cólon, ceco ou com as fezes de animais e podem não representar toda a população microbiana do intestino, especificamente em relação a sua atividade, diversidade e condições ambientais das diferentes partes do trato digestivo. Mesmo que as diversas condições não possam ser totalmente reproduzidas pelos métodos *in vitro*, a técnica de produção de gases pode ser utilizada para caracterizar a fermentação de substratos no intestino grosso de animais não ruminantes (BINDELLE et al., 2007 a e b).

4.1 Efeito dos produtos

Blummel et al. (1997) e Getachew et al. (1998), relataram que a quantidade de gás produzido na fermentação *in vitro* é diretamente relacionado com a quantidade de produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). Os mesmos autores sugerem que o uso de substratos a partir do qual grandes quantidades de gás são produzidas tais como os valores apresentados pelos tratamentos com BCS-9 e MCV-9 no estudo atual, leva a grande produção de (AGCC), o que diminui o pH cecal. Contrariamente, Garcia et al. (2002), relataram que as pectinas dietéticas (ácidos urônicos) são os únicos constituintes químicos dietéticos em função do pH cecal e Gidenne (1997), expõe que o pH cecal está relacionado com o estado de saúde do animal em crescimento. Os resultados apresentados na Tabela 5 mostram que possivelmente os maiores níveis de (AGCC) foram produzidos conseguinte a fermentação da BCS (50,22 ml), MCV (49,99 ml) e MCVI (48,21 ml), acarretando na redução do pH cecal, contrariamente, aos tratamentos de BCV e MCS que apresentaram valores mais baixos de f24.

Podemos observar que utilizando alimentos que apresentem amido em sua composição, que é o caso deste estudo, resulta em maior produção de ácidos graxos, o que condiz com Cabral

(2002), que verificaram aumento linear do volume de gases com o acréscimo de diferentes percentagens de grãos na silagem de milho.

Pesquisas realizadas por Gidenne et al. (2002), afirmam que não se pode estimar o potencial total de produção de gás *in vivo* dos alimentos ou nutrientes somente com (θ_1) e k_{max} , devido ao tempo de retenção dos substratos no ceco que é em torno de 10 h. Os tratamentos BCV, MCV e BCVI atingiram os níveis mais baixos de Finflex, (16,75, 17,01 e 17,05 h), respectivamente. Isso significa que mesmo apresentando valores mais baixos que aos demais tratamentos, os mesmos levaram um tempo maior que o tempo de retenção do produto no ceco. Neste mesmo sentido, empregando a técnica de produção de gases usando fezes de suínos como inóculo para avaliar o amido do trigo, Awati et al. (2005), encontraram valores da taxa do tempo máximo de fermentação (TMFR) (11,6 e 14,6 h) semelhantes. Mesmo se considerarmos os LAGs e TMFRs *in vivo* mais curtos, eles ainda são muito longos para permitir ampla fermentação do amido no ceco, confirmando os achados de Gidenne et al. (2005), em que o amido não é um importante substrato para microrganismos cecais.

Contrariamente, aos valores dos produtos BCS e BCSI apresentaram volume de gás acumulado até a inflexão do perfil de fermentação (Finflex) mais altos, que muito provavelmente por serem compostos por batata-doce, que apresenta carboidratos altamente fermentescíveis JORGE et al. (2002), mas por outro lado, apresentaram θ_2 mais altos, o que não é o desejável em se tratando de um animal que retém o substrato no trato gastrointestinal em média por 10 horas (GIDENNE et al., 2002).

Belenguer et al. (2008) ressaltam que o objetivo principal do ceco do coelho é fermentar substratos altamente fermentescíveis para síntese microbiana e reciclagem de proteínas, o que permite o uso destes produtos à base de mandioca que apresenta alta digestibilidade (MICHELAN et al., 2007), assemelhando-se aos dados obtidos por Scapinello et al. (1995) e Furlan et al. (2003) para o milho.

Os tratamentos de BCS-18 independente da adição ou não do iogurte, apresentaram uma correlação positiva entre os minerais Ca e P e EE, enquanto que a MO destes mesmos produtos se apresentaram mais baixos, isso se deve possivelmente aos valores mais altos de MM e mais baixos de MS. Este mesmo tratamento, porém com tempo de fermentação de 9 dias (BCS-9), também independente da adição ou não de iogurte natural, apresentaram correlação positiva de PB e FDN e, θ_1 e θ_2 e ϕ_2 , e também negativa em relação a MO.

Na técnica de fermentação *in vivo*, os produtos são hidratados e colonizados assim que chegam no ceco, desta forma, os Finflex e f24 devem se apresentar muito menores comparados aos apresentados na Tabela 5. Não obstante, Gidenne & Fortun-Lamothe (2002), julgam que o f24 e Finflex de vários substratos *in vivo* apresentam valores mais baixos, isso ocorre porque a fermentação *in vitro* é afetada pela diluição do inóculo e o tempo necessário para a hidratação e colonização microbiana dos substratos, ocorrendo antes da fermentação começar. Contribuindo, Bindelle et al. (2007a), mostraram que a diluição do inóculo na solução tampão não teve efeito sobre o montante final do gás produzido, porém, influenciou no tempo de latência e nas taxas de fermentação. Logo, os Finflex e os f24 dos tratamentos encontrados neste trabalho, possivelmente se apresentaram mais baixos e isso pode estar relacionado a presença de nutrientes no inóculo na qual os microrganismos estão adaptados conjuntamente com a diminuição das concentrações de bactérias ativas.

Os tratamentos foram reagrupados através do maior grau de similaridade nutricional (95%), reduzindo de 16 para 7 clusters a serem avaliados.

4.2 Efeito dos grupos (Clusters)

No *Cluster 1 e 2*, composto por tratamentos à base de mandioca com vinhaça, a taxa de fermentação máxima obtida esta correlacionada positivamente com o $k_{m\acute{a}x}$ que por sua vez apresentaram pontos negativos em relação ao FDA. Neste caso, os valores de FDA sofrem decréscimo quanto maior a taxa de fermentação. Isso indica a correlação negativa entre o $k_{m\acute{a}x}$ e o FDA. O *Cluster 6* apresentou correlação positiva entre as variáveis f24, pHi1, EB, d24, pHi2, Ph e PB, concordando com os encontrados por e Silva et al. (2007) e Silva et al. (2010) que também verificaram redução no conteúdo proteico em silagens de capim elefante acrescidas com diferentes níveis de inclusão de bagaço de mandioca. Porém, o soro de leite adicionado ao referido produto (*Cluster 6*), possivelmente contribuiu para o aumento nos níveis proteicos, sendo o soro constituído por 0,66 a 1,41% de proteína (CUNHA et al, 2008 e MARTINS et al., 2008).

Logo, o *Cluster 3*, porém adicionado de vinhaça, encontram-se todos os produtos derivados da batata-doce, incluindo os diferentes tempos de fermentação e a inclusão ou não do iogurte natural. Neste grupo os $k_{m\acute{a}x}$ e f24 apresentaram valores mais baixos. As variáveis σ_1 e σ_2 que são considerados importantes variáveis indicadores dos níveis de fermentação dos substratos, apresentaram-se correlacionados negativamente, o que não é desejável na seleção

de alimentos e/ou substratos para alimentação animal, esse fato se explica devido a correlação existente entre o gás produzido e a digestibilidade dos substratos, sendo que quanto maior os valores do gás produzido, mais fermentável será o substrato avaliado e conseqüentemente mais digestíveis.

No *Cluster 5*, os grupos com batata-doce e soro de leite estão apresentados no 18º dia de fermentação e apresentam como característica principal de diferenciação entre eles a correlação positiva dos minerais Ca e P e σ_3 . Comparando as variáveis dos *clusters* 6 e 7, no primeiro compreendeu-se os fermentados a base de batata doce e soro de leite, já o segundo grupo composto pela mandioca e associado ao mesmo resíduo, apresentaram também as mesmas variáveis, porém, se no segundo grupo (*cluster 7*) apresentaram negativamente, ao contrário do *cluster 6*, onde as variáveis se apresentaram positivamente. Silva et al. (2010), relataram que o declínio do pH se deu a partir do maior nível de inclusão de mandioca (45%) nas silagens, conseqüente ao alto nível de carboidratos solúveis, favorecendo o desenvolvimento de bactérias lácticas das silagens.

O *Cluster 4*, onde os fermentados se caracterizam por se apresentar na base de mandioca e soro de leite, porém, sem a inclusão de iogurte, apresentou suas características opostas ao *cluster 7*, em que os fermentados possuem as mesmas composições, porém, com a inclusão de iogurte. Rodríguez-Romero, et al. (2001), ressaltam que a fibra solúvel melhora a atividade fermentativa e microbiana cecal, aumentando assim a digestibilidade da FDN, resultado que pode ser comprovado com esta pesquisa, pois os alimentos com maior correlação positiva de FDN apresentaram σ_1 e σ_2 mais altos entre os grupos. Não obstante, Pereira, et al. (2007), ao utilizarem a técnica de produção de gases em silagens de milho, alcançaram valores similares aos de Silva, et al. (2012), para silagens da parte aérea da mandioca com diferentes níveis de inclusão da raiz da mandioca (0 a 45%), apresentado produção de gases entre (144,0 a 249,0 ml), respectivamente, comprovando o bom valor nutricional dessa silagem. Desta forma, os resultados obtidos nesta pesquisa indicam que os *Cluster 5* e *6* se apresentam mais indicados em relação aos demais por apresentarem um grau de variabilidade de componentes nutricionais maior que os demais grupos. Além dos componentes citados acima, podemos atribuir aos *clusters 5, 6* e *7* como os que mais se correlacionam, tanto positivamente, no caso dos *clusters 5* e *6* entre si, quanto negativamente, como é o caso do *cluster 7* em relação aos *clusters 5* e *6*.

5. CONCLUSÃO

Os produtos propostos nesta pesquisa apresentaram composição nutricional favorável a sua utilização na alimentação de coelhos, dando destaque aos Cluster 5 e 6 compostos por batata doce com soro, com e sem inclusão de iogurte natural e nos dois tempos de fermentação (9 e 18 dias), em que o *cluster 6* se comparado ao *cluster 5*, apresentou os maiores valores correlativamente positivos, sobretudo, as melhores características nutricionais.

O aproveitamento do soro de leite associado a batata doce melhora a qualidade do alimento e possibilita a redução dos impactos ambientais.

Agradecimentos

À CAPES, CNPq e FAPEMIG pelos recursos disponibilizados para a realização dos experimentos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, E. F. Artigo - Novo paradigma na gestão ambiental: produzir sem degradar. (Publicado em 31/03/2006). Disponível em: www.seduc.mt.gov.br/conteudo.php?sid.

AGARWAL, A.; SHARMA, R. K.; NELSON, D. R. New semen quality scores developed by principal component analysis of semen characteristics. *Journal of andrology*, v. 24, n. 3, p. 343-352, 2003.

AOAC, Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 16 ed., Washington, D. C., p. 1094, 1995.

AOAC, Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 17 ed., Arlington, VA, 2000.

AOAC, International. Official methods of analysis of AOAC international. Gaithersburg: Association of Analytical Communities. p. 3000, 2012.

AWATI, A.; KONSTANTINOV, S. R.; WILLIAMS, B. A.; AKKERMANS, A. D. L.; BOSCH, M. W.; SMIDT, H.; VERSTEGEN, M. W. A. Effect of substrate adaptation on the microbial fermentation and microbial composition of faecal microbiota of weaning piglets studied *in vitro*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 85, p. 1765-1772, 2005.

BARANA, A. C.; LIMA, R. C.; BOTELHO, V. B.; SIMÕES, D. R. Desenvolvimento de uma bebida láctea fermentada feita com soro ácido de queijo quark. *Revista Verde*, v. 7, n. 5, p. 13-21, 2012.

BAUER, E.; WILLIAMS, B. A.; BOSCH, M. W. VOIGT, C. MOSENTHIN, R. VERSTEGEN, M. W. A. Differences in microbial activity of digesta from three sections of the porcine large intestine according to *in vitro* fermentation of carbohydraterich substrates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 84, p. 2097-2104, 2004.

* Corresponding author. Tel.: +55 31 998583557; fax: +55 31 34092204.
E-mail address: katusciazootecnia@hotmail.com (K.C.N.Mota).

BELENGUER, A.; FONDEVILA, M.; BALCELLS, J.; ABECIA, L.; LACHICA, M.; CARRO, M. D. In vivo and in vitro study of caecal fermentation pattern and methanogenesis in rabbits. *Nutrition and Digestive Physiology. 9th World Rabbit Congress Verona, Italy, June 10-13, 2008.*

BINDELLE, J.; BULDGEN, A.; BOUDRY, C.; LETERME, P. Effect of inoculum and pepsin-pancreatin hydrolysis on fibre fermentation measured by the gas production technique in pigs. *Animal Feed Science and Technology*, v. 132, p. 111–122, 2007a.

BINDELLE, J.; BULDGEN, A.; LAMBOTTE, D.; WAVREILLE, J.; LETERME, P. Effect of pig faecal donor and pig diet composition on in vitro fermentation of sugar beet pulp. *Animal Feed Science and Technology*, v. 132, p. 212–226. 2007b.

BLUMMEL, M.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. In vitro gas production: a technique revisited. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v. 77, n. 1, p. 24-34, 1997.

CABRAL, L. S. *Avaliação de alimentos para ruminantes por intermédio de métodos in vivo e in vitro.* Tese Doutorado (Departamento de Zootecnia - Universidade Federal de Viçosa), Viçosa, MG. 2002.

CALABRO, S.; NIZZA, A.; PINNA, W. CUTRIGNELLI, M. I.; PICCOLO, V. Estimation of digestibility of compound diets for rabbits using the in vitro gas production technique. *World Rabbit Science*, v. 7, n. 4, p. 197-201, 1999.

CARVALHO, L. E.; NOGUEIRA JUNIOR, F. G.; FEITOSA, J. J. V.; CARNEIRO, K. B. Desempenho de suínos na fase de terminação alimentados com dietas contendo diferentes níveis de raspa integral de mandioca e formas de arraçoamento na fase inicial. In: ZOOTEC, 16, 2006, Recife. Anais... Recife, 2006. Paginação irregular. CDROM.

CÉZAR, R. L. Efeito da substituição do milho pela casca de mandioca desidratada em rações de frangos do tipo caipira. In: ZOOTEC, 18, 2008, João Pessoa. Anais... João Pessoa, 2008. CD-ROM.

* Corresponding author. Tel.: +55 31 998583557; fax: +55 31 34092204.
E-mail address: katusciazootecnia@hotmail.com (K.C.N.Mota).

CRUZ, F. G. G.; PEREIRA FILHO, M.; CHAVES, F. A. de L. Efeito da substituição do milho pela farinha da apara de mandioca em rações para poedeiras comerciais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 6, p. 2303-2308, 2006.

CUNHA, T. M.; CASTRO, F. P.; BARRETO, P. L. M.; BENEDET, H. D.; PRUDÊNCIO, E. S. Avaliação físico-química, microbiológica e reológica de bebida láctea e leite fermentado adicionados de probióticos. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 29, n. 1, p. 103-116, jan./mar. 2008.

FARIA, H. G.; FERREIRA, W. M.; SCAPINELLO, C.; OLIVEIRA, C. E. A. Efeito da utilização de dietas simplificadas, à base de forragem, sobre a digestibilidade e o desempenho de coelhos Nova Zelândia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 10, p. 1797-1801, 2008.

FURLAN, A. C.; MONTEIRO, R. T.; SCAPINELLO, C.; MOREIRA, I.; MURAKAMI, A. E.; OUTUTUMI, L. K.; SANTOLIN, M. L. R. Valor nutritivo e desempenho de coelhos em crescimento alimentados com rações contendo milho extrusado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 5, p. 1157-1165, 2003.

GARCIA, J.; GIDENNE, T.; FALCAO-E-CUNHA, L.; DE BLAS, C. Identification of main factors that influence caecal fermentation traits in growing rabbits. *Animal Research*, v. 51, p. 165-173, 2002.

GETACHEW, M. G.; BLUMMEL, H. P. S.; MAKKAR, K. B. In vitro gas measuring technique for assessment of nutritional quality of feeds: A review. *Animal Feed Science And Technology*, v. 72, p. 261-281, 1998.

GIDENNE, T. Caeco-colic digestion in the growing rabbit: impact of nutritional factors and related disturbances. *Livestock Production. Science*, Amsterdam, v. 51, p. 73-78, 1997.

GIDENNE, T.; JEHL, N.; SEGURA, M.; MICHALET-DOREAU, B. Microbial activity in the caecum of the rabbit around weaning: impact of a dietary fibre deficiency and of intake level. *Animal Feed Science and Technology*, v. 99, p. 107-118, 2002.

* Corresponding author. Tel.: +55 31 998583557; fax: +55 31 34092204.
E-mail address: katusciazootecnia@hotmail.com (K.C.N.Mota).

GIDENNE, T.; FORTUN-LAMOTHE, L. Feeding strategy for young rabbits around weaning: a review of digestive capacity and nutritional needs. *Animal Science*, v. 75, p. 169-184, 2002.

GIDENNE, T.; JEHL, N.; PEREZ, J.M.; ARVEUX, P. BOURDILLON, A. MOUSSET, J. DUPERRAY, J. STEPHAN, S. LAMBOLEY, B. Effect of cereal sources and processing in diets for the growing rabbit. II. Effects on performances and mortality by enteropathy. *Animal Research*, v. 54, p. 65-72, 2005.

HERRERA, A. P. N. *Eficiência produtiva e avaliação nutricional de dietas simplificadas a base de forragens para coelhos em crescimento*. 104 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. 2003.

JORGE, J. R. V.; ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N.; GERON, L. J. V. Substituição do Milho pela Farinha de Varredura (*Manihot esculenta* Crantz) na Ração de bezerros holandeses. 2. Digestibilidade e valor energético. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, n. 1, p. 205-212, 2002.

LA O, A. L. *Alimentación de conejos (*Oryctolagus cuniculus*) con follajes, caña de azúcar y semillas de girasol*. 117f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba, 2007.

MACHADO, L. C. *Avaliação de dietas simplificadas com base em forragem para coelhas reprodutivas e coelhos em crescimento*. 60 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Área de concentração Nutrição) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2006.

MARTINS, T. D. D.; PIMENTA FILHO, E. C.; COSTA, R. G.; SOUZA, J. H. M. Soro de queijo líquido na alimentação de suínos em crescimento. *Rev. Ciên. Agron.*, Fortaleza, v. 39, n. 02, p. 301-307, Abr.- Jun., 2008.

MAURÍCIO, R. M.; MOULD, F. L.; DHANOA, M. S. OWEN, E. CHANNA, K. S. THEODOROU M. K. A semi-automated in vitro gas production technique for ruminants feedstuff evaluation. *Animal Feed Science and Technology*, v. 29, p. 321-330, 1999.

* Corresponding author. Tel.: +55 31 998583557; fax: +55 31 34092204.
E-mail address: katusciazootecnia@hotmail.com (K.C.N.Mota).

MAURÍCIO, R. M.; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C. RODRIGUEZ, N. M. Relação entre pressão e volume para implantação da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases na avaliação de forrageiras tropicais. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 55, p. 216-219, 2003.

MICHELAN, A. C.; SCAPNELLO, C.; FURLAN, A. C. FARIA, H. G.; ANDREAZZI, M. A. Utilização da casca de mandioca desidratada na alimentação de coelhos. *Acta Scientiarum*. Maringá, v. 28, n. 1, p. 31-37, 2006.

MICHELAN, A. C.; SCAPNELLO, C.; FURLAN, A. C. MARTINS, E. N.; FARIA, H. G.; ANDREAZZI, M. A. Utilização da raspa integral de mandioca na alimentação de coelhos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1347-1353, 2007.

MODESTO, E. C.; SANTOS, G. T.; DAMASCENO, J.C.; CECATO, U.; VILELA, D.; SILVA, D. C.; SOUZA, N. E. MATSUSHITA, M. Inclusão de silagem de rama de mandioca em substituição à pastagem na alimentação de vacas em lactação: produção, qualidade do leite e da gordura. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte*, v. 61, n. 1, p. 174-181, 2009.

PEREIRA, E. S.; MIZUBUTI, I. Y.; PINHEIRO, S. M.; VILLARROEL, A. B. S.; CLEMENTINO, R. H. Avaliação da qualidade nutricional de silagens de milho (*Zea mays*, L). *Caatinga*, v. 20, p. 08-12, 2007.

PINHEIRO, J.; BATES, D. *Mixed-Effects models in S and S-Plus*. New York: Springer, 2000. p.528.

R CORE TEAM (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

RAMALHO, R. P.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; LIMA, L. E.; ROCHA, V. R. R. A. Substituição do milho pela raspa de mandioca em dietas para vacas holandesas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 3, p. 1221-1227, 2006.

RODRIGUES, K. F.; BEZERRA, A. V. Utilização do resíduo da fabricação da fécula de mandioca na alimentação de frangos do tipo caipira – label rouge1. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Lavras. Anais... Lavras: SBZ, 2008. CD-ROM.

RODRÍGUEZ-ROMERO, N. F.; ABECIA, L.; FONDEVILA, M.; BALCELLS, J. Effects of levels of insoluble and soluble fibre in diets for growing rabbits on faecal digestibility, nitrogen recycling and in vitro fermentation. *World Rabbit science*, v. 19, p. 85-94, 2011.

SAKAMOTO, M. I.; MURAKAMI, A. E.; SOUZA, L. M. G. FRANCO, J. R. G.; BRUNO, L. D. G.; FURLAN, A. C. Valor energético de alguns alimentos alternativos para codornas japonesas Energy value of some alternative feedstuffs for Japanese quails. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 3, p. 818-821, 2006.

SCAPINELLO, C.; TAFURI, M. L.; ROSTAGNO, H. S.; FURLAN, A. C. Valor nutritivo do milho, do farelo de soja e do feno de aveia para coelhos em crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 24, n. 6, p. 1001-1007, 1995.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, p. 235, 2002.

SILVA, J. B. P.; VESTITI, I. M.; HALLWASS, F.; RAMOS, M. N. Aplicação de análise de componentes principais para verificação de atribuições de sinais nos espectros de RMN 1H. O caso dos 3-Aril (1,2,4)-Oxadiazol-5-Carboidrazida Benzilidenos. *Química Nova*, v. 28, n. 3, p. 492-496, 2005.

SILVA, F. F.; AGUIAR, M. S. M. A.; VELOSO, C. M.; PIRES, A. J. V.; BONOMO, P.; DUTRA, G. S.; ALMEIDA, V. S.; CARVALHO, G. G. P.; SILVA, R. R.; DIAS, A. M.;

* Corresponding author. Tel.: +55 31 998583557; fax: +55 31 34092204.
E-mail address: katusciazootecnia@hotmail.com (K.C.N.Mota).

ÍTAVO, L. C. V. Bagaço de mandioca na silagem do capim-elefante: qualidade das silagens e digestibilidade dos nutrientes. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte*, v. 59, n. 3, p. 719-729, 2007.

SILVA, C. F. P. G.; PEDREIRA, M. S.; FIGUEIREDO, M. P.; BERNARDINO, F. S.; FARIAS, D. H. Qualidade fermentativa e caracterização químico-bromatológica de silagens da parte aérea e raízes de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*). *Animal Sciences*, Maringá, v. 32, n. 4, p. 401-408, 2010.

SILVA, C. F. P. G.; FIGUEIREDO, M. P.; PEDREIRA, M. S.; BERNARDINO, F. S.; FARIAS, D. H.; AZÊVEDO, J. A. G. Cinética e parâmetros de fermentação ruminal *in vitro* de silagens de parte aérea e raízes de mandioca. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 64, n. 6, p. 1639-1648, 2012.

STRAUS, E. L.; MENEZES, L. V. T. Minimização de Resíduos. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 17. 1993. Anais..., p. 212 - 225.

THEODOROU, M. K.; WILLIAMS, B. A.; DHANOA, M. S.; MCALLAN, A. B.; FRANCE, J. New gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, v. 48, p. 185-197, 1994.

TAVARES, V. B. *Silagem de capim-elefante aditivadas com raspa de batata diversa na alimentação de bovinos leiteiros*. 100 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, MG. 2009.

TROMPIZ, J.; GÓMEZ, A.; RINCÓN, H. S.; VENTURA, M.; BOHÓRQUEZ, N.; GARCÍA, A. Efecto de raciones con harina de follaje de yuca sobre el comportamiento productivo en pollos de engorde. *Revista Científica*, v. 17, n. 2, p. 143-149, 2007.

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

* Corresponding author. Tel.: +55 31 998583557; fax: +55 31 34092204.
E-mail address: katusciazootecnia@hotmail.com (K.C.N.Mota).

VELOSO C. M.; VALADARES-FILHO S. C.; SILVA J. C. P. M.; OLIVEIRA, A. S.; SILVA, L. F. C.; SANTOS, T. R.; CARVALHO, M. S. Desempenho de novilhas nelore alimentadas com feno da parte aérea da mandioca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Lavras. Anais... Lavras: SBZ, 2008. CD-ROM.

ZUOHUA, L.; ZONGHUI, L.; JIAN, H.; FEIYUN, Y.; ZHENGZE, Z.; WEN, L. Sweet potato roots silage for efficient feeding of weaner and finishing pigs in China. In: FUGLIE, K.; HERMANN, M. (Ed.). Sweet potato post-harvest research in development in China. Bogor: CIP, p. 88-99, 2004.

ANEXOS

Anexo 1 – Teste para falta de ajustamento do modelo logístico aos dados de produção de gás

Causas da Variação	G.L.¹	S.Q.²	Q.M.³	P(F₀>F_{calc})
Parâmetros do Delineamento	192	199640,9		
Erro Puro	576	1508,2	2,61836	
TOTAL	768	201149,1		
Resíduo da Regressão	720	1950,01		
Falta de Ajustamento	144	441,92	3,0689	0,1058

¹Graus de Liberdade; ²Soma de Quadrado; ³Quadrado médio.