

Universidade Federal de Minas Gerais

Katiuscia Cristina das Neves Mota

ALIMENTOS FERMENTADOS DE MANDIOCA (*MANIHOT ESCULENTA CRANTZ*)
COM VINHAÇA OU SORO DE LEITE EM DIETAS PARA COELHOS EM
CRESCIMENTO

Belo Horizonte
2020

Katiuscia Cristina das Neves Mota

ALIMENTOS FERMENTADOS DE MANDIOCA (*MANIHOT ESCULENTA CRANTZ*)
COM VINHAÇA OU SORO DE LEITE EM DIETAS PARA COELHOS EM
CRESCIMENTO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Nutrição Animal

Prof. Orientador: Walter Motta Ferreira

Mota, Kátiuscia Cristina das Neves, 1980-

M917a Alimentos Fermentados de mandioca (*Manihot Esculenta Crant*) com vinhaça ou soro de leite em dietas para coelhos em crescimento / Kátiuscia Cristina das Neves Mota, -2020.
123 f.

Orientador: Walter Motta Ferreira.

Tese (Doutorado) apresentado à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais.

Área de Concentração: Nutrição Animal.

1- Coelhos - Teses - 2. Alimentação e rações - Teses - 3. Digestibilidade - Teses - 4. Valor Nutricional - Teses - I. Ferreira, Walter Motta - II. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária - III. Título.

CDD-636.085

Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes – CRB2569
Biblioteca da Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
COLEGIADO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

"Fermentados de Mandioca (manihot Esculenta Crantz) com Vinhaça ou Soro de Leite em Dietas para Coelhos em Crescimento"

KATIUSCIA CRISTINA DAS NEVES MOTA

Tese de Doutorado defendida e aprovada, no dia **25 de setembro de 2020**, pela Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Minas Gerais, constituída pelos seguintes professores:

Flávia Maria De Oliveira Borges Saad

Universidade Federal de Lavras

Luiz Carlos Machado

Instituto Federal de Minas Gerais

Felipe Norberto Alves Ferreira

Agrocerec Multimix

Dalton De Oliveira Fontes

Universidade Federal de Minas Gerais

Walter Motta Ferreira - Orientador

Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte, 30 de agosto de 2021.



Documento assinado eletronicamente por **Angela Maria Quintão Lana, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 30/08/2021, às 17:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site

https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0934164** eo código CRC **EFCF00D2**.

“Por maior que seja a dificuldade, jamais desanime. O nosso pior momento na vida é sempre o momento de mudar.”

Chico Xavier

Á minha irmã, Pollyana Giordana Neves Mota (in memorian), dedico...

AGRADECIMENTOS

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

Aos 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 meu marido, Cristiano Silva de Carvalho, pelo companheirismo e por ter me proporcionado descobrir o maior sentimento de amor, ser mãe, mãe do nosso amado Arthur Neves Mota de Carvalho, que veio para nos fortalecer ainda mais. Amo vocês de todo o meu coração.

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 UFMG e ao Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária pela possibilidade de realização do doutorado.

Ao meu coorientador professor Eduardo Robson, por ter aceitado me orientar, mesmo a distância, meus sinceros agradecimentos.

À banca examinadora: professora Flávia Borges Saad, Luiz Carlos Machado, Felipe Norberto Alves Ferreira e Dalton de Oliveira Fontes, pela colaboração e enriquecimento deste trabalho;

À minha amiga Naiara Taís Alves da Silva, pelos dias e madrugadas intensas de trabalho no laboratório, que foi de imensurável importância para desenvolvimento desta pesquisa.

Aos amigos de equipe, Leonardo Francisco, Clarice Speridião, Ludmila Barbi, Martolino Júnior, Bárbara Lopez de Oliveira, e Diogo Inácio, pela amizade, que foi de imensurável valia nessa etapa, obrigada pelo companheirismo.

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

À CAPES pela concessão da bolsa.

Ao CNPq e FAPEMIG pelo recurso para realização deste experimento

SUMÁRIO

RESUMO	10
INTRODUÇÃO GERAL	13
1. REVISÃO DE LITERATURA	15
1.1 Cadeia produtiva da cunicultura no Brasil e no mundo.	15
1.2 Fisiologia digestiva e cecotrofia.....	17
1.2.1 <i>Fermentação cecal</i>	19
1.3 Cenário atual do uso de alimentos energéticos na nutrição de coelhos.....	21
1.4 Utilização de resíduos agroindustriais na alimentação animal.....	23
1.4.1 <i>Vinhaça</i>	24
1.4.2 <i>Soro de leite</i>	26
1.5 Tecnologia de ensilagem.	27
1.6 Atualidades na utilização de simbióticos em coelhos	29
2. OBJETIVO GERAL E OBJETIVOS ESPECÍFICOS	30
2.1 Objetivo Geral	30
2.2 Objetivos Específicos.....	30
3. CONSIDERAÇÕES	31
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
ARTIGO I: Alimentos fermentados de mandioca associados à resíduos agroindustriais como simbiótico em dietas para coelhos em crescimento.....	50
ARTIGO II: Alimentos fermentados de mandioca: Uma nova opção para dieta de coelhos em crescimento.....	89

RESUMO

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar nutricionalmente a substituição de 1% e 15% do milho pelos fermentados de mandioca com vinhaça e/ou soro de leite na dieta de coelhos, para o alcance de melhores resultados no seu desempenho zootécnico e parâmetros in vivo e in vitro. Foram realizados dois experimentos que consistiu-se de cinco ensaios cada, sendo estes, para avaliar o efeito no desempenho produtivo com avaliação das características pós-morte, digestibilidade in vivo e in vitro, produção de gases e contribuição nutritiva dos cecotrófos de coelhos da raça Nova Zelândia Branco em fase de crescimento. Para o ensaio de desempenho foram utilizados 120 coelhos com 30 ± 3 dias de idade, distribuídos de forma uniforme e equilibrados quanto ao sexo, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso, com três tratamentos e quarenta repetições, com dois animais por unidade experimental. No primeiro experimento foram utilizados três tratamentos que consistiram em uma dieta sem os fermentados (controle) e outras duas, sendo uma com substituição de 1% do milho da dieta pelo fermentado de mandioca com vinhaça (FMV) e outra com substituição de 1% do milho pelo fermentado de mandioca com soro de leite (FMS). Os resultados do ensaio de desempenho não apresentaram diferença significativa ($P > 0.05$) para nenhum dos parâmetros avaliados. No ensaio de morbidade e mortalidade somente a morbidade apresentou efeito significativos ($P \leq 0.05$), em que, os animais do tratamento controle não apresentaram nenhuma morbidade, diferentemente dos tratamentos contendo os fermentados. Na avaliação das características pós-morte, foram encontrados resultados significativos ($P \leq 0.05$) para o pH do conteúdo cecal, em que, a substituição do milho pelo FMS apresentou aumento de 6.18 no tratamento controle para 6.50 no tratamento com FMS, e redução ($P \leq 0.05$) no rendimento de carcaça (48.80 para 46.67 %, respectivamente). O resultado da digestibilidade in vivo demonstrou que com a substituição do milho pelo FMV houve um aumento ($P \leq 0.05$) somente para o CDPB de 0.72 para 0.77 g/kg MS, não havendo diferenças entre os demais parâmetros. O CMD, MS e a produção de cecotrofos da dieta com FMV durante a cecotrofia apresentaram aumento ($P \leq 0.05$) (102.00 para 130.24 g MS, 163.97 para 183.28 g/kg e 34.73 para 41.57 g MS, respectivamente) se comparado ao tratamento controle, contrariamente ao conteúdo em PB dos cecotrofos que foi menor ($P \leq 0.05$) quando oferecida dieta contendo FMV (275.84 g/kg) em comparação a dieta controle (309.34 g/kg). Na produção de gás, o decaimento na taxa específica de produção de gás (A) foi maior ($P \leq 0.05$) para a dieta contendo FMS do que para as dietas controle e com FMV, contrariamente ao parâmetro de tempo para máxima taxa de fermentação (TMTF, h) que foi reduzido ($P \leq 0.05$) quando incluiu-se o FMS em comparação

as dietas controle e com FMV. A produção de ácido propiônico foram significativamente menores ($P \leq 0.05$) quando se incluiu o FMS quando comparado ao tratamento controle e com FMV, da mesma forma, o ácido Butírico do tratamento controle apresentou-se maior ($P \leq 0.05$) quando comparado aos tratamentos com FMV e FMS e contrariamente, a produção do ácido acético do tratamento controle e com FMV apresentou-se menor ($P \leq 0.05$) quando comparado ao tratamento com FMS). O segundo experimento constituiu-se de uma dieta com a inclusão dos fermentados (controle) e outras duas com substituição total do milho pelo fermentado de mandioca com vinhaça (FMV) ou com soro de leite (FMS). Para o ensaio de desempenho foram utilizados 120 coelhos distribuídos em três grupos com 40 animais cada. O delineamento foi inteiramente casualizado com dois animais por unidade experimental. Foram avaliados desempenho produtivo, morbidade e mortalidade, e avaliação de carcaça e órgãos. Foram realizados ensaios de digestibilidade in vivo e in vitro e a contribuição nutritiva dos cecotrofos, além dos parâmetros fermentativos produção de gases e a produção de ácidos graxos voláteis (AGV's) por cromatografia gasosa. Os resultados mostraram que no desempenho houve diferença significativa ($P < 0.05$) somente para a CA que foi maior na dieta contendo FMS nos três períodos (2.29 para 2.58, 3.99 para 4.44 e 3.01 para 3.36 g/g, respectivamente). Para os parâmetros de morbidade e mortalidade não foram encontrados efeitos significativos ($P > 0.05$). Foram encontrados resultados significativos ($P < 0.05$) para o peso relativo do estômago cheio, conteúdo estomacal e pH do conteúdo cecal, em que a inclusão do FMS apresentou aumento linear (3.35 para 4.02, 2.13 para 2.74 e 6.19 para 6.67, respectivamente) e redução linear ($P < 0.05$) na carcaça referência (1154.46 para 109.10 g) e rendimento de carcaça (48.80 para 46.57 %), contrariamente aos valores encontrados para o peso dos rins que apresentou um aumento ($P < 0.05$) considerável de 1.45 para 1.64 % em relação ao peso ao abate. O resultado da digestibilidade aparente demonstraram que com a inclusão do FMS houve uma queda ($P < 0.05$) no coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO) e proteína bruta (CDPB) em comparação as dietas controle e com FMV. Da mesma forma, os valores nutricionais de ED e PD diminuíram com a substituição do milho pelo FMS, não havendo diferenças entre os demais parâmetros no ensaio de digestibilidade aparente. O CMD da dieta com FMS durante a cecotrofia aumentou ($P < 0.05$) de 102 para 128.57 g MS se comparado ao tratamento controle, e o conteúdo em PB dos cecotrofos foi menor ($P < 0.05$) quando oferecidas dietas contendo FMS (271.62 g/kg) em comparação a dieta controle que teve um aumento (309.34 g/kg). O decaimento na taxa específica de produção de gás (A) foi maior ($P < 0.05$) para a dieta contendo FMS do que para as dietas controle e com FMV (0.18 vs.

0.16 e 0.15 mL/h, respectivamente), contrariamente ao parâmetro de tempo para máxima taxa de fermentação (TMTF, h) que foi reduzido ($P < 0.05$) quando incluiu-se o FMS (13.42 h.) em comparação as dietas controle e com FMV (15.80 e 16.07 h., respectivamente. A produção total de AGV, assim como a produção individual dos ácidos foram significativamente menores ($P < 0.05$) quando se incluiu o FMS quando comparado ao tratamento controle e com FMV. O presente estudo nos revela que a substituição do milho pelos FMV e FMS ao nível testado 1% não prejudicou as performances dos animais, assim como a substituição total do milho pelo FMV não alterou o desempenho produtivo e a digestibilidade dos animais, e contribuiu para um destino viável do resíduo, transformando em proteína animal e conseqüentemente, a redução considerável do impacto ambiental.

Palavras-chave: Alimentos alternativos, desempenho produtivo, coelhos, soro de leite, vinhaça

INTRODUÇÃO GERAL

A criação de coelhos admite uma produção em larga escala, em pequenos espaços, com curtos intervalos entre partos, alto potencial reprodutivo, elevada taxa de crescimento e, sobretudo, habilidade em utilizar forragem e subprodutos de forma eficiente em sua alimentação apesar de ser altamente vantajosa observa uma pequena produção no Brasil.

Por ser considerada uma fonte de proteína de alto valor biológico, com baixo custo de produção e apresenta-se como excelente opção de alimento à população humana. Na Europa a cunicultura destaca-se pela sua alta produção e alto consumo da carne de coelho, principalmente na França, Espanha e Itália, sendo a China o maior produtor mundial de carne de coelho. Dados apontam o Brasil como o sétimo produtor de carne de coelho da América do Sul entre 2014 e 2016, estando á frente, Colômbia, Equador, Peru, Argentina, Uruguai e Venezuela (FAOSTAT, 2019). As perspectivas de impulso da cunicultura atualmente são boas devido a otimização de custos de seus produtos e das condições favoráveis da criação dessa espécie, tendo a produção de carne para exportação comoprincipal objetivo.

A produção de coelhos no ano de 2011 segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012), foi de 204.831 animais, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor, representando 40,9% da produção brasileira.

A população brasileira está cada dia mais exigente quanto ao consumo de produtos de origem animal que forneçam proteínas de qualidade. Neste sentido, com a avaliação de alguns alimentos alternativos para alimentação animal (Silva et al., 2018), indicam que a mandioca se apresenta como excelente fonte de energia, constituída de importante fonte de proteína, dados encontrados por Zeoula e Caldas (2001) mostraram que o tubérculo apresenta cerca de 1,0 a 1,5% de proteína bruta, 4% de fibra e alto valor energético (FERREIRA et al., 2006a). Camarão et al. (1993) apontam que a mandiocapode substituir deforma parcial ou total do milho das rações, utilizando para isso uma fonte proteica complementar.

Ainda sobre a importância do uso desse tubérculo, a raspa de mandioca pode serutilizada de 20 a 24% de inclusão em rações de codornas japonesas (Ferreira, 2013) e até 30% na alimentação de codornas de postura (Geron et al., 2014), sem comprometer desempenho zootécnico dos animais.

Dentro do contexto apresentado, a mandioca apresenta-se como uma boa alternativa de fonte energética para alimentação animal (DUARTE, 2013), principalmente por se tratar de uma espécie estratégica considerando o baixo impacto ambiental gerado pela criação de

coelhos. Neste sentido, o impacto gerado pelas indústrias agrícolas tornou-se uma preocupação e principalmente ao destino correto dos resíduos agroindustriais, que apresentam um grande potencial nutricional na alimentação animal, especialmente em coelhos que são transformadores potenciais desses produtos em proteína animal de alto valor. A principal matéria-prima para produção do etanol no Brasil é a cana-de-açúcar e, estaprodução cresce demasiadamente (Embrapa Milho e Sorgo, 2012), sendo necessário um destino adequado e eficiente para os subprodutos produzidos desse processo, sendo este processo inadequado e indiscriminado.

Segundo Cortez et al. (1992), a vinhaça é o principal subproduto líquido da indústria sucroalcooleira, em que, para a produção de 1 litro de etanol gera-se aproximadamente 10 a 13 litros de vinhaça (LAIME et al., 2011), e a mesma apresenta, basicamente, glicerol, ácido láctico, etanol, ácido acético, oxalato, malato, outros compostos alcoólicos e uma alta concentração de fenóis (PARNAUDEAU et al., 2008).

As alternativas tecnológicas desenvolvidas para um destino ambientalmente correto da vinhaça, além da fertirrigação é a concentração por evaporação, fermentação anaeróbica para produção de levedura, produção de energia e como matéria-prima para produção de rações para animais (Camhi, 1979; Dias, 1980; Robertiello, 1982), agregando valor aos mesmos (OLIVEIRA et al., 2013). Contudo, é sabido que a utilização de coprodutos agroindustriais na alimentação animal é uma realidade, e a possibilidade de inclusão depende da disponibilidade, segurança de utilização, custos e valor nutricional desse material (MEJIA, 1999).

Outra alternativa é a utilização do soro de leite, que é um coproduto obtido a partir da coagulação do leite na elaboração de queijos, logo após a separação da coalhada (caseína) e da gordura (BALDASSO, 2008; PELEGRINE & CARRASQUEIRA, 2008). Devido ao crescente consumo de produtos lácteos no Brasil, torna-se maior a preocupação com relação ao destino dos efluentes industriais a partir da fabricação desses produtos que, no Brasil, a produção chega a 1,72 milhões de toneladas por ano, das quais 1,58 milhões de toneladas são descartadas (VIÉGAS, 2017).

O uso do soro de leite na alimentação animal foi aprovado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, na Instrução normativa nº 8/2004 (26/03/2004), entretanto, pouco foi estudado em dietas de coelhos em crescimento. Desta forma, 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. Sendo assim, é importante estratégia no que se

refere ao uso desses subprodutos derivados da agroindústria e a associação desses resíduos (vinhaça ou soro de leite) à mandioca em substituição ao milho, em virtude de suas características nutricionais.

A redução do custo de produção de coelhos com a utilização de ingredientes alternativos em substituição ao milho é uma estratégia a ser analisada pela cadeia produtiva. Semelhante às outras espécies, o milho é um dos principais ingredientes energéticos das rações, concorrendo diretamente com a alimentação humana (Silva et al., 2000). Diante disto, alguns alimentos alternativos têm sido avaliados Marques et al. (2007) e Pérez et al. (2010) para possível substituição ao milho da ração, dentre os quais os fermentados de mandioca, que podem ser uma estratégia para manutenção da cunicultura, principalmente em regiões com maior escassez de milho.

Diante do exposto, o objetivo desta revisão de literatura foi discorrer sobre os avanços na utilização de subprodutos da agroindústria e da mandioca na alimentação animal, visando a substituição parcial e total do milho da dieta de coelhos em crescimento, diminuindo o impacto ambiental gerado pelos subprodutos e buscando a sustentabilidade na produção de coelhos.

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Cadeia produtiva da cunicultura no Brasil e no mundo

O coelho doméstico (*Oryctolagus cuniculus*, Lillyeborg, 1873) é um animal de origem europeia, bastante ativo, muito social, de hábitos noturnos (Ferreira et al., 2012), prolífero, dócil e de fácil manejo. A espécie em questão é adaptada a vários ambientes desde o deserto até climas temperados e frios, sendo capaz de consumir grande variedade de alimentos, de sementes a plantas herbáceas (GIDENNE; FORTUM-LAMOTHE, 2010).

Segundo Bonamigo et al (2015), no Brasil, a cunicultura não é considerada atividade tradicional, sendo o maior destaque a produção de aves, suínos e bovinos, apresentando-se indispensável a adoção de políticas públicas para promover a produção e conseqüentemente o consumo oriundo desta espécie.

Dados apontados pelo IBGE (2010) e FAOSTAT (2017) mostram que a produção brasileira de coelhos atinge aproximadamente 179 mil cabeças de animais, sendo essa produção mais significativa na região Sul do país. O estado do Rio Grande do Sul foi o maior contribuidor, totalizando 40,9% de toda a produção nacional, seguido por Santa Catarina com 18,3% e Paraná com 16,5% (PELLECHIA & SERAFIM, 2017). A produção

de carne de coelho no Brasil em 2016 foi de 1319 toneladas, e neste mesmo ano a população de coelhos no país era de 183.000 animais (FAO, 2018).

Segundo Klinger & Toledo (2017), dentre as vantagens da criação de coelhos estão a utilização de pequenos espaços, transformação de alimento de baixo valor biológico (forragens) em proteína animal e carne de alta qualidade. A produção de coelhos também possui alto grau de aproveitamento de subprodutos como o sangue, cérebro, pele, couro, vísceras, fezes (Machado & Ferreira, 2011; Bonamigo et al., 2017) assim como, pêlos, pés e patas e urina (Medina, 1982; Klinger & Toledo, 2017), caracterizando-se como uma alternativa viável para suprir a demanda de proteína, destacando para a produção de uma carne de elevado teor de proteínas e alta digestibilidade dos nutrientes (BRITO et al., 2013).

Além das vantagens mencionadas acima, segundo Zeferino (2009) a criação de coelhos apresenta ótima produtividade e rápido retorno econômico, e sua produção pode ser considerada de baixo custo, uma vez que esses animais apresentam capacidade de utilização de nutrientes de subprodutos agroindustriais (EULER, 2009; KLINGER & TOLEDO, 2017). A carne de coelho apresenta baixa porcentagem de gordura e de calorias, colesterol e sódio se comparada aos cortes cárneos de aves, suínos, ovinos e bovinos, além de ser mais rica em vitaminas e minerais, e conter maior valor proteico que as demais espécies citadas (FORRESTER-ANDERSON et al., 2006; DALLE ZOTTE et al., 2011; KLINGER & TOLEDO, 2017).

Com o aumento da demanda da carne de coelho no Brasil, tem-se ultrapassado a oferta e ocasionado um crescimento no número de cunicultores (ZEFERINO, 2009). O consumo de carne de coelho no Brasil que gira em torno de 12g per capita ainda é muito baixo, se comparado a França, Itália e Espanha que alcança o equivalente a 12 kg per capita (DENARDIN, 2014). Os motivos do baixo consumo de carne de coelho no Brasil, segundo o autor, pode ser pela falta de produção e tradição no consumo.

A quantificação da produção de coelhos mundial é tarefa complicada e delicada (CARVALHO, 2009). Isto se deve a escassez ou não existência de valores nacionais e, em alguns países esses valores estão agrupados com a produção de outras espécies. Assim, acredita-se que os valores relatados pelo sistema FAO (2018), estejam subestimados, merecendo maior atenção em sua análise.

A atividade cunícola, em aspectos de produção, não tem representatividade, quando comparada com as tradicionais, isso se deve a grande parte dos produtores trabalharem com a cunicultura como atividade secundária, ou seja, de forma complementar.

1.2 Fisiologia digestiva e cecotrofia

Os coelhos apresentam tubo digestivo com extensão de aproximadamente 4,5 a 5 metros de comprimento, começando pela cavidade oral, prolongando-se para o esôfago que, apenas permite a passagem do bolo alimentar em direção ao estômago (RUCKEBUSCH et al., 1991).

O estômago do coelho compreende 15% do volume total do trato gastrintestinal (Brewer & Crise, 1994) e apresenta esfíncter cardíaco bem desenvolvido que impede o vômito (BOTHA, 1958). No coelho adulto durante a ingestão de alimentos o pH é muito baixo, entre 1,0 e 2,0, graças à secreção de ácido clorídrico (CHEEKE, 1987; FEKETE, 1989). Valores mais altos de pH estomacal (3,0) ocorrem quando há presença de cecotrofos. Este aumento ocorre devido os efeitos tamponantes do lactato produzido pela microbiota provinda dos cecotrofos (LANG, 1981). O tempo médio em que o conteúdo estomacal permanece no estômago é de 3 a 6 horas (Carabaño & Piquer, 1998) e, neste tempo ocorre a solubilização de algumas substâncias e somente a hidrólise das proteínas que por sua vez é mensurada pela pepsina.

O intestino delgado é o local onde são secretadas a bÍlis e as secreções pancreáticas, ocorrendo neste segmento intestinal a absorção de substâncias facilmente degradáveis. Um fato importante a se considerar na digestão de proteína microbiana cecotrófica é que este processo é auxiliado pela adição de lisozima no cecotrofos quando os mesmos, passam pelo intestino grosso (CAMARA, 1984). O intestino delgado termina na base do ceco onde se encontra a válvula ileo-cecal, que por sua vez, retarda o fluxo reverso no íleo e direciona o quimo para o ceco (JENKINS, 2000).

O intestino grosso é subdividido em ceco, cólon e reto. Neste compartimento ocorre a digestão microbiana, absorção de nutrientes e água. O ceco é um tubo de aproximadamente 15 cm de comprimento e 3 cm de largura. Na extremidade anterior do ceco situa-se a ampola coli que monitora o estágio de fermentação do seu conteúdo e induz a cecotrofia e, na extremidade posterior, possui um apêndice que secreta substâncias digestivas, neutralizantes e imunológicas (MELLO & SILVA, 2012).

O ceco do coelho é proporcionalmente duas vezes maior do que qualquer outro mamífero e comporta de 40 a 60% do volume total do trato gastrointestinal. É um local de passagem obrigatória onde as enzimas das bactérias provocam alterações ao seu conteúdo libertando principalmente ácidos graxos voláteis (AGV's) (JENKINS, 2000). Com a atividade fermentativa da microbiota cecal, são produzidos AGV's nas proporções de 60-80 mmol de acetato, 8-20 mmol de butirato e 3-10 mmol de propionato para cada 100 mmol de

AGV totais. A atividade microbiana do ceco desempenha um papel de grande importância nos processos de digestão, na utilização de nutrientes e no desenvolvimento de mecanismos de barreira intestinal que o protegem contra patologias digestivas (CARABAÑO et al., 2010).

Segundo Campbell-Ward (2012) a produção e ingestão de cecotrofos estão relacionados diretamente com a eficiência digestiva do coelho. Enquanto a fisiologia gastrointestinal de todos os coelhos é semelhante, as necessidades nutricionais variam de acordo com o tipo de animal e o seu estado fisiológico (FORTUN-LAMOTHE & GIDENNE, 2006).

O cólon possui dois segmentos distintos, o proximal e o distal. No cólon proximal ocorre a seleção da digestão oriunda do intestino delgado, através de movimentos peristálticos e antiperistálticos, ocorrendo o ciclo cólico da água, moldagem e revestimento com muco dos cecotrofos (MELLO & SILVA, 2012). No cólon distal ocorrem somente as contrações peristálticas, responsáveis pela formação das fezes. A separação do cólon em duas partes anatômicas e fisiológicas pelo "*fusus coli*" foi o que levou a renomeação destes como cólon "proximal" e "distal", em vez de usar os métodos mais tradicionais, apresentando-se como um diferencial para o início de ondas peristálticas em ambos os lados (colón proximal e cólon distal), e regula a separação de material fermentável de fibraindigestível (RUCKESBUSCH & FIORAMONTI, 1976). No cólon distal, a absorção de água, eletrólitos e AGV's ocorre quando as pelotas passam nesse compartimento e posteriormente expelidos como fezes duras e secas e sem cobertura de muco.

A concentração de AGV, produção de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e o pH cecal, formam importantes indicativos da atividade fermentativa, entretanto, os valores e proporções não são fixos, variam com o período do dia, estágio de desenvolvimento do coelho e com a estratégia de alimentação empregada, assim como a composição dietética (CARABAÑO et al., 2010). O pH nesse compartimento varia com o estágio do ciclocecotrófico, sendo o período mais ácido no meio da tarde. O valor de pH é geralmente maior em coelhos adultos (5,9 a 6,8) do que em desmamados (5,4 a 6,3) (DE BLAS & GIDENNE, 1998).

Após a fermentação, o conteúdo cecal forma uma pasta verde escura e macia que é rico em organismos microbianos. Segundo Davies et al (2003), vários mecanismos podem desencadear a produção de cecotrofos, incluindo o aumento da concentração de AGV's, comportamento alimentar e a presença de alimentos no estômago ou no intestino delgado, além do mecanismo gerado através do *fusus coli*. A composição e a quantidade produzida de

cecotrofos, assim como sua composição e contribuição nutricional, podem ser influenciadas pelo nível e tipo de fibra da dieta, sendo este, o principal substrato para a atividade fermentativa cecal dos coelhos (ARRUDA, et al., 2003).

Os cecotrofos produzidos são ingeridos no momento da sua excreção, comportamento conhecido como cecotrofia, sendo esta ação influenciada pela luz, padrões de ingestão e entre coelhos selvagens e criados em cativeiro (JILGE, 1980; HO et al., 1984). Seguindo a mesma linha de raciocínio, Fekete (1989) e Harcourt-Brown (2002) relatam que os cecotrofos chegam ao ânus e são ingeridos, como uma resposta a uma série de fatores, incluindo o mecanoreceptor retal, estímulos olfatórios e concentrações sanguíneas de vários metabólitos e hormônios. Assim, a prática da cecotrofia com a rápida excreção das partículas de maiores dimensões ou menos digestíveis e a retenção das menores ou de maior digestibilidade, permite se com isso a alimentação desses animais utilizando diversos tipos de alimentos fibrosos (Cunha, 2014; Mendes, 2000; Scapnello, 1986), caracterizando se como uma estratégia para que o animal herbívoro se beneficie com a proteína microbiana que, portanto, possui valor nutricional (LEBAS & LAPLACE, 1997.; FORTUN- LAMOTHE & GIDENNE, 2006).

1.2.1 Fermentação cecal

O papel da microbiota nos processos digestivos pode ser avaliado pelos produtos finais da fermentação no ceco (Carabaño et al., 2010), em que o controle desta, pode apresentar melhorias na eficiência e saúde digestiva dos coelhos (COMBES et al., 2013).

A microbiota intestinal de um animal adulto é caracterizada em sua maior parte por espécies anaeróbias estritas e pela ausência de lactobacilos e de protozoários (PINHEIRO & MOURÃO, 2006). As mudanças na alimentação dos coelhos que inicialmente se faz baseada em leite e posteriormente são inseridos os alimentos sólidos, podem ser a causa das principais mudanças na idade de maturação morfológica e funcional do trato digestivo de coelhos em fase de crescimento (CARABAÑO et al., 2010). Segundo os mesmos autores, os principais gêneros de população microbiana no coelho adulto são os Bacteroides (10^9 a 10^{10} bactérias / g de conteúdo cecal) e os Bifidobacterium, Clostridium, Enterobacter e Streptococcus, que atingem uma população com carga bacteriana de 10^{10} a 10^{12} bactérias / g de conteúdo cecal.

Ainda, os mesmos autores citam que nos processos digestivos, o papel de toda a comunidade microbiana é avaliado pelos produtos finais da fermentação no ceco. Conseqüentemente, como resultado da atividade fermentativa da microbiota, são produzidos

os ácidos gordos voláteis (AGV's) (acético, butírico e propiônico), amoníaco, aminoácidos, e gases como o metano, dióxido de carbono e hidrogênio (GIDENNE, 1997; PINHEIRO & MOURÃO, 2006). Os mesmos autores relatam ainda, que o coelho apresenta padrão fermentativo com maior concentração de ácido butírico em relação ao ácido propiônico. Carabaño et al. (2010) observaram que a proporção destes três AGV's varia, de acordo, com a hora do dia, a dieta e fase de desenvolvimento do coelho. Teoricamente, altos níveis de amido em dietas para coelhos, tem como resultado uma alta atividade fermentativa de bactérias aminolíticas, e conseqüentemente, redução da proporção de acetato e aumento significativo nas concentrações de butirato (BLAS E GIDENNE, 2010; BELENGUER et al., 2011; TAZZOLI et al., 2013).

Os valores de pH neste compartimento (máximos de 6,0 a 6,5) são observados durante o período de cecotrofia e os mínimos (5,5 a 6,0) durante o período de excreção de fezes. Ainda, segundo Pinheiro & Mourão (2006), uma ligeira acidificação do meio pode ter um papel importante no crescimento da mucosa do cólon e na redução da proliferação de microrganismos patogênicos. Em concordância, Combes et al. (2013) alegam que com o controle da microbiota enteral obtêm-se uma melhora na saúde, eficiência digestiva e status imunológico dos coelhos. A atividade fermentativa cecal pode variar dependendo do nível de ingestão de fibra e amido. Com a grande disponibilidade de carboidratos fermentescíveis nas dietas com altos níveis energéticos, pode ocorrer um aumento significativo na atividade microbiana, e conseqüentemente, a produção de AGV's, redução no pH e diminuição da concentração de N-NH₃ (TAZZOLI et al., 2015). Por isso a importância de não ultrapassar o nível máximo de inclusão de amido dietético nas rações para coelhos.

Trocino et al. (2011) trabalharam com coelhos em crescimento e relataram que níveis de até 150 g/kg de amido nas dietas mantiveram a boa saúde intestinal e o equilíbrio do ecossistema cecal dos animais. O efeito do amido sobre a fermentação cecal ainda é contraditório, apesar de o nível relatado pelos autores estejam de acordo com as exigências propostas por (DE BLAS e MATEOS, 2010).

Fato importante elucidado por (Gidenne et al., 2005) é que o amido é digerido quase na sua totalidade no intestino delgado e apenas pequenas quantidades atingem o ceco, apresentando pouca interferência na atividade fermentativa desse compartimento.

Lavrenčić (2007) trabalhou a técnica de produção de gases e avaliou o tempo e extensão da fermentação do amido em inóculos de coelhos com diferentes idades (38 e 78 dias), e encontrou uma ampla variação no padrão fermentativo entre eles, resultados estes que confirmam com resultados obtidos por Combes et al. (2011), que trabalharam à variação

do ecossistema cecal de coelhos de acordo com a idade dos animais. Trocino et al., (2011) e Tazzoli et al., (2013) verificaram que a redução da relação fibra : amido dietética, geralmente, reflete em menor consumo e maior atividade na região do cólon proximal que, por sua vez, permite maior tempo de retenção em função da atividade antiperistáltica induzida pelas pequenas partículas a serem destinadas ao ceco (Rodríguez-Romero et al., 2011), que podem levar à disbiose na atividade microbiana cecal deste animais, e associada com *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium spiroforme* e *Campylobacter spp*, que são os principais agentes causadores de diarreias em coelhos (GOMEZ-CONDE et al., 2007).

1.3 Cenário atual do uso de alimentos energéticos na nutrição de coelhos

Cerca de 85% da produção mundial de milho em países desenvolvidos é destinada à alimentação animal, em que, apenas 15% de toda a produção destina-se ao consumo humano, de forma direta ou indireta (Paes, 2006), sendo com isso, a principal fonte energética empregada na alimentação de animais não-ruminantes. Ainda, segundo a autora, o milho é considerado um alimento energético para as dietas humana e animal, devido à sua composição predominantemente de carboidratos (amido) e lipídeos (óleo), em que, sua composição média em base seca é de 72% de amido, 9,5% proteínas, 9% fibra e 4% de óleo.

Alimentos alternativos ao uso do milho vêm sendo estudados, já que há uma crescente utilização desse cereal na alimentação animal, caracterizando-se como ingrediente mais utilizado para atender a demanda energética (Agustini et al., 2015), e estabelece uma competição com o homem, diminuindo a oferta de grãos disponíveis para alimentação humana (Fialho et al., 2002). Desta forma, se torna imprescindível à busca por alimentos alternativos que possam substituí-lo sem comprometer o desempenho animal.

Atualmente a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é um dos alimentos mais estudados para substituir o milho para suínos e outras espécies (Buitrago, 1990; Almaguel et al., 2011; Hermida, 2012 e Rodríguez, 2013), assim como para alimentação de coelhos (Scapinello et al., 2006).

Segundo o IBGE (2020), a produção de raiz de mandioca no Brasil em 2019 foi de 18.9 milhões de toneladas e a estimativa de produção para o ano de 2020 é de 19 milhões de toneladas, um aumento de 0,06% na produção. Fortalecendo o fato de a mandioca ser uma boa opção de fonte energética para alimentação animal, Moreira et al. (2008) propuseram que dentre os ingredientes fundamentais para a obtenção de boas rações a custos competitivos está a mandioca. Corroborando para este fato, Almeida & Ferreira filho (2005)

relataram que na porção energética das rações, um dos principais ingredientes é a raspa de mandioca, que apresenta como principal vantagem, o menor custo em relação a outras fontes energéticas, como os grãos de milho ou sorgo.

Com a avaliação de alguns alimentos alternativos para alimentação animal, a mandioca se apresenta como excelente fonte de energia (Silva et al., 2018), principalmente nas raízes e nas ramas, constituída de importante fonte de proteína de alto teor de origem vegetal. Confirmando estes dados, Camarão et al. (1993) apontam que a raiz da mandioca, bem como seus subprodutos, pode substituir de forma parcial ou completamente o milho das rações, utilizando para isso uma fonte proteica complementar.

Corroborando com o uso da mandioca na alimentação animal, Zeoula e Caldas(2001) afirmaram que o tubérculo apresenta cerca de 60 a 65% de umidade; 21 a 33% de amido; 1,0 a 1,5% de proteína bruta; 0,18 a 0,24% de extrato etéreo; 0,7 a 1,06% de fibra bruta e 0,6 a 0,9% de matéria mineral. Referindo-se somente à raiz, seu conteúdo energético é alto e seu nível de fibra gira em torno de 4%, com baixo conteúdo proteico (FERREIRA et al., 2006a).

Ainda sobre a importância do uso desse tubérculo, Camarão et al. (1993) relataram que a mandioca é bastante solúvel na digestão, em que o extrato não nitrogenado atinge a faixa dos 90%, onde ela se apresenta pobre em proteínas, cálcio e fósforo. Segundo Ferreira (2013), a raspa de mandioca pode ser utilizada de 20 a 24% de inclusão em rações para frangos de corte e codornas japonesas sem comprometer desempenho zootécnico dos animais. Geron et al. (2014) chegaram a mesma conclusão, alegando que pode-se incluir até 30% de raspa de mandioca na alimentação de codornas de postura. Contrariamente, Pereira et al. (2016) observaram que a inclusão acima de 12%, reduz o peso do ovo e piora a conversão alimentar. Já Cruz et al. (2006), avaliaram a substituição parcial e total do milho pela farinha da rapa de mandioca em rações para poedeiras e observaram que é possível substituir o milho na sua totalidade sem alterar a produção de ovos e conversão alimentar.

Atualmente, os ingredientes energéticos estão sendo aos poucos substituídos ou até mesmo dando origem a produtos_ nutricionalmente melhores como, por exemplo, o processo de silagem de alguns produtos como grão úmido de Milho (Scapinello et al., 2011). Lima et al. (1998) relataram que a fermentação anaeróbica propicia um produto com maior disponibilidade de energia, que neste caso está relacionado ao processo fermentativo, o qual beneficia a gelatinização parcial do amido. Concomitantemente, Lopes et al. (2002) constataram melhora no valor nutricional de dietas contendo silagem e que isso se deve às alterações físicas e químicas que ocorrem na superfície dos grânulos de amido durante o

processo fermentativo, que por sua vez, aumentam a susceptibilidade ao ataque enzimático durante a digestão.

Segundo De Blas & Gidenne (1998), a excreção de amido pode representar 10 a 12% do ingerido, sendo a exatidão desses valores dependentes da fonte de amido e a idade do coelho. Sendo assim, a ensilagem, por aumentar a digestibilidade do amido, aumenta sua utilização pelo animal e minimiza as perdas. Sobretudo, a acidez de silagens favorece a saúde do trato gastrintestinal dos coelhos, reduzindo os riscos de problemas digestivos, principalmente entre o período de desmame até os 50 dias de idade dos animais, em que esses fatos ocorrem com mais frequência (SCAPINELLO et al., 2011).

Corroborando, Silva et al. (2018) indicaram o uso da mandioca na forma de raspa e ensilagem, que são formas que preservam e concentram os princípios nutritivos e facilitam o armazenamento, garantindo banco de reserva alimentar no período crítico com intuito de amenizar as perdas do tubérculo por deterioração após colheita e com isso viabilizar o seu uso, já que a mesma se deteriora rapidamente nesse período.

Dentro do contexto de sustentabilidade, a mandioca apresenta-se como uma boa alternativa de fonte energética para alimentação animal (DUARTE, 2013). A associação da mandioca com outras fontes energéticas como a vinhaça ou o soro de leite, pode ser ferramenta importante a fim de melhorar a eficiência de utilização das mesmas (MOTA et al., 2016).

1.4 Utilização de resíduos agroindustriais na alimentação animal

A crescente utilização de grãos cereais na alimentação animal, a nível mundial, acarreta diminuição na oferta de grãos disponíveis para alimentação humana e um aumento considerável no custo de produção (SILVA et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2015).

Segundo Santos et al. (2004), estudos que tem como objetivo principal a avaliação de produtos alternativos e seus efeitos sobre o desempenho produtivo de coelhos tem demonstrado inconsistência na eficiência alimentar. Provavelmente, um dos motivos se deve a diferenças na composição bromatológica desses produtos, isso pela dificuldade em categoriza-los como subprodutos clássicos de concentrados ou forragens (NRC, 2001).

Diante do problema exposto, acredita-se que os resíduos da agroindústria podem ser fontes de proteína, energia e fibra (OLIVEIRA, 2013), porém, seu uso na nutrição animal ainda é muito restrito e seu descarte para o meio ambiente é a prática mais comum (Klinger, et al., 2016), sendo uma boa alternativa, o seu uso para a produção de proteínas de origem

animal, além disso, segundo os mesmos autores, o uso racional desses resíduos pode trazer benefícios ambientais, sociais e econômicos, principalmente à criações zootécnicas.

1.4.1 Vinhaça

A produção em escala comercial de culturas voltadas à produção de biodiesel vem aumentando a geração de coprodutos que necessitam de destino econômico e ecologicamente correto (SILVA et al., 2012). Atualmente, o descarte desses resíduos agroindustriais, têm recebido atenção, sendo este processo inadequado e indiscriminado. Como cada tipo de efluente industrial tem uma característica e impacto específicos sobre a biota, é essencial avaliar a contribuição de cada tipo de agente poluidor (CHISTOFOLETTI et al., 2013).

Segundo a UNICA (2013) houve estímulo por parte do governo para investimento e subsídios, através da criação do Programa Nacional do Álcool no Brasil em 1975, para a produção de álcool combustível, porém, entre as safras de 2012/2013 e 2013/2014, no centro sul do país, os valores acumulados até dezembro de 2013, houve um aumento na produção de etanol de 20.386,1 para 24.249,4 milhões de litros e na produção de cana-de-açúcar de 510.593,6 para 569.876,4 mil toneladas.

Segundo Cortez et al. (1992), a vinhaça é o principal subproduto líquido da indústria sucroalcooleira, em que, para a produção de 1 litro de etanol gera-se aproximadamente 10 a 13 litros de vinhaça (LAIME et al., 2011). Ainda segundo Cortez et al. (1992), a vinhaça apresenta aproximadamente 930 g/kg de água e 70 g/kg de componentes sólidos, com pH entre 3,5 e 5, com alta demanda bioquímica do oxigênio (DBO) e química do oxigênio (DQO) (50 a 150 g/kg) e compostos minerais, como o K (1,73 a 2,06 g/kg), Ca (0,13 a 1,54 g/kg), Mg (0,20 a 0,49 g/kg), S (0,71 a 1,36 g/kg) e N (0,10 a 0,63 g/kg), (HIDALGO et al., 2009; SALOMON e LORA, 2009; ESPAÑA-GAMBOA et al., 2011; ESPAÑA-GAMBOA et al., 2012).

A vinhaça apresenta, basicamente, glicerol, ácido láctico, etanol, ácido acético, oxalato, malato, outros compostos alcoólicos e uma alta concentração de fenóis (PARNAUDEAU et al., 2008).

A destinação final mais simples e barata para a vinhaça, segundo Prado et al. (2013), é a aplicação no solo, na própria cultura da cana, devido aos nutrientes e ao seu teor de matéria orgânica, tornando-a um bom adubo, contudo, nas proporções ideais. Este método de descarte está amparado pela legislação ambiental brasileira, porém, as práticas contínuas de fertirrigação podem induzir impactos ambientais como a contaminação do solo e das

águas subterrâneas (Cruz et al., 1991), assim como lixiviações e salinização (Madri & Díaz-Barrientos, 1998) e também uma considerável diminuição na germinação de sementes (DÍAZ et al., 2002).

Além da fertirrigação existem outros métodos utilizados para destinação desses subprodutos, dentre eles está a incineração do efluente e o tratamento físico-químico, porém esses métodos somente transferem a poluição do meio líquido para o meio sólido (ZENG et al. 2009).

Com volumes crescentes de vinhaça lançados aos mananciais superficiais, principalmente nos cursos d'água, observou-se, nestas áreas, uma grande proliferação de microrganismos que esgotam o oxigênio dissolvido na água, destruindo a flora e fauna aquática (Coraza e Salles-Filho, 2000), passando a ser o descarte desse material, um problema para os centros de pesquisa e as indústrias. As alternativas tecnológicas desenvolvidas para um destino ambientalmente correto da vinhaça, além da fertirrigação é a concentração por evaporação, fermentação anaeróbica para produção de levedura, produção de energia e como matéria-prima para produção de rações para animais (Camhi, 1979; Dias, 1980; Robertiello, 1982), agregando valor aos mesmos (OLIVEIRA et al., 2013).

Pesquisas utilizando a vinhaça na alimentação de animais estão sendo realizadas colaborando com isso para um destino ambientalmente correto desse resíduo.

Utilizando a vinhaça na alimentação de ovelhas, Fernández et al. (2009) observaram que até 130 g/kg de vinhaça não altera a digestibilidade, consumo, fluxo de N microbiano ao duodeno e parâmetros fermentativos, quando comparados ao grupo controle. López-Campos et al. (2011) trabalharam com cordeiros em engorda e observaram que a adição de até 100 g/kg de vinhaça na alimentação desses animais houve uma redução no consumo e na taxa de crescimento, entretanto, houve um aumento na conversão alimentar e as características de carcaça não foram afetadas.

Testes realizados com intuito de enriquecimento de fenos, bagaços e dietas comerciais com vinhaça alcançaram resultados satisfatórios sobre o desempenho de coelhos (OLIVEIRA et al., 2013; FERREIRA et al., 2015; COELHO et al., 2016). Os primeiros autores encontraram efeito linear sobre a conversão alimentar ao incluir vinhaça líquida em até 100 g/kg em dietas de coelhos em crescimento, sendo a sua inclusão em bagaço de cana de açúcar *in natura* responsável pela melhoria na energia e proteína digestível (FERREIRA et al., 2015). Contribuindo, Coelho et al. (2016) observaram que o uso de dietas semi simplificadas baseadas em tifton 85 enriquecidas com vinhaça afetam a digestibilidade da

matéria mineral e o peso dos rins de coelhos em crescimento, provavelmente em função do elevado teor de minerais presentes na vinhaça.

Atualmente, pesquisadores vem observando uma melhora da atividade microbiana da vinhaça com o uso de dois ou mais substratos associados, favorecendo o desempenho do processo anaeróbio (Deublein & Steinhauser, 2008; Fang et al., 2011a; Fang et al., 2011b), contudo, ainda são necessárias pesquisas para confirmação desta hipótese.

1.4.2 Soro de leite

Sabe-se que a utilização de coprodutos agroindustriais na alimentação animal é uma realidade, e a possibilidade de inclusão depende da disponibilidade, segurança de utilização, custos e valor nutricional desse material (MEJIA, 1999).

O soro de leite é um coproduto obtido a partir da coagulação do leite na elaboração de queijos, logo após a separação da coalhada (caseína) e da gordura (BALDASSO, 2008; PELEGRINE & CARRASQUEIRA, 2008). Segundo Alves, et al. (2014), apesar das várias possibilidades de utilização do soro de leite, no Brasil, grande parte desse material é originário de pequenas e médias queijarias, nas quais se torna difícil o investimento em tecnologia para o processamento deste coproduto.

Devido ao crescente consumo de produtos lácteos no Brasil, torna-se maior a preocupação com relação ao destino dos efluentes industriais a partir da fabricação desses produtos. Nesse caso, segundo Barbosa et al. (2009) e Oliveira et al. (2012), o soro do leite provoca sérios problemas de poluição ao ser despejado no meio ambiente. Este tipo de poluição é grave, uma vez que a fabricação de queijos é obtida pelo volume total de leite empregado, sendo 85% na forma de soro (Alais, 1995; Mello, 1989), em que, para cada quilo de queijo produzido, em média, resulta em 9,0 kg de soro de elevado potencialpoluente (MOREIRA et al., 2010).

No Brasil a produção de soro de leite chega a 1,72 milhões de toneladas por ano, das quais 1,58 milhões de toneladas são descartadas (VIÉGAS, 2017). Estudos apontam que cerca de 40% da produção total do soro do leite no Brasil é descartada de forma inadequada (Rohlfest et al., 2011), causando alto impacto ambiental, pelos prejuízos à fauna e flora, devido a sua decomposição bioquímica de oxigênio (DBO) que se apresenta de 10 a 100 vezes maior que a do esgoto doméstico (BALDASSO, 2009; MOREIRA et al., 2010; PAULA et al., 2011). Isso mostra que alguns setores ainda não utilizam esse coproduto, sendo a indústria de produtos lácteos a responsável pela maior parte da utilização desses coprodutos na fabricação de ricotas e achocolatados (SILVA et al., 2011).

Segundo Lizieire e Campos (2006), a composição do soro de leite *in natura* é de aproximadamente 7% de matéria seca (MS), da qual 71% é formada por lactose, cerca de 10% de proteína bruta (PB), 12% de gordura e 11% de sais minerais. Com elevado valor nutricional, o soro do leite pode ser processado e se transformar em produtos com alto valor agregado (TEIXEIRA & FONSECA, 2008).

O uso do soro de leite na alimentação animal foi aprovado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, na Instrução normativa nº 8/2004 (26/03/2004), entretanto, pouco foi estudado em dietas de coelhos em crescimento. Sua composição mostra um potencial para uso na alimentação de ovinos, o que pode contribuir para a melhoria da eficiência do sistema de produção (KAR & MISRA, 1999).

Beserra et al. (2003) trabalharam com cabritos e asseguraram que o soro de queijo utilizado em níveis de 20 a 60% de substituição ao leite de cabra não prejudica o desenvolvimento dos animais e permite reduzir os custos de produção. A inclusão desses níveis de substituição do leite de cabra pelo soro do leite foi confirmada por Costa et al. (2010) que afirmaram que a substituição de até 45% do leite de cabra por de soro de queijo para aleitamento de cabritos é tecnicamente viável. Contrariamente, Leite et al. (2015) verificaram que o uso do leite bovino associado ao soro de queijo bovino não apresenta vantagem produtiva e econômica que justifique sua utilização na dieta de cabritos desaleitados aos 60 dias (Leite et al., 2015), assim como (Bach, 2018) que ao substituir o milho grão moído por permeado de soro de leite não verificou melhora na produtividade de cordeiros confinados alimentados com maior proporção de forragem na dieta.

Lima, et al. (2011) trabalharam com bezerras mestiças e observaram que ao substituírem o leite integral por soro de queijo não houve piora no desempenho dos animais e ainda possibilitou uma dieta líquida mais vantajosa do ponto de vista econômico. Estes dados foram confirmados por Viégas et al. (2017), que também não observaram pioras no desempenho de bezerras holandesas alimentadas com 10% de soro de leite em substituição ao leite integral da dieta.

1.5 Tecnologia de ensilagem

Com o aumento do interesse por tecnologia de ensilado de grãos de cereais, já existem pesquisas para a alimentação de ovinos, suínos, equinos e coelhos. Santos et al. (2002) relatam que com a ensilagem, os grãos de cereais produzidos em grandes quantidades podem ser melhor aproveitados pelos produtores, já que a técnica acarreta melhor conservação dos grãos que apresentam alto potencial para uso na alimentação animal. Além

deste aspecto, a ensilagem pode melhorar a qualidade dos grãos (Jobim et al., 1997), geralmente, controlando a atividade microbiana pela combinação entre o ambiente anaeróbio e a fermentação dos açúcares (Jobim et al., 2007), além de melhorar a disponibilidade de seus nutrientes (Lopes et al., 2002), e podem também, aumentar a disponibilidade de energia, evitar o desenvolvimento de micotoxinas, e conseqüentemente, melhora o desempenho animal (OWENS et al., 1997).

Nesse processo de ensilagem, carboidratos solúveis são convertidos em ácidos orgânicos pela ação de microrganismos que se proliferam e criam condições adequadas à conservação (PEREIRA & REIS, 2001). As bactérias ácido lácticas fazem parte da microbiota do material vegetal e é o principal grupo fermentativo de micro-organismos que atuam na conservação do material ensilado e, um dos grupos que se destaca são os grupos *Lactobacillus* (ÁVILA, 2007). Diante do exposto, Scapinello et al. (2011) observaram que a ensilagem pode aumentar a digestibilidade do amido, aumentando a utilização pelo animal e reduzindo as perdas. Os mesmos autores relatam ainda que, a acidez da silagem favorece a saúde do trato gastrintestinal dos coelhos e reduz os riscos de problemas digestivos dos animais.

O milho é a espécie forrageira mais utilizada para a ensilagem, apresenta excelente qualidade de fermentação e manutenção do valor nutritivo pós ensilagem, além da boa aceitação pelo animal (Teixeira et al., 2009), tornando-se referência. Além do milho, a rama da mandioca pode constituir-se fonte de material ensilado ou até mesmo, ser consorciado, assim como o seu fornecimento também pode ser em substituição ao milho (ALVES & COSTA, 2010). Apesar das raízes da mandioca substituírem total ou parcialmente o milho, e as ramas fornecerem elevados teores de proteína, vitamina C, β - caroteno e minerais, a participação da mandioca na alimentação animal ainda é limitada (SAMPAIO et al., 1994).

Devido ao contexto apresentado, assim como características positivas como, fácil preparo, melhor tempo de conservação e, principalmente, a boa aceitação dos animais, que, conseqüentemente, consomem quantidades significativas e que resultam em melhoria no GPD de suínos em crescimento, uma nova forma de usar a mandioca começou a ganhar relevância. Lezcano e colaboradores, desenvolveram em 2011, um produto alternativo denominado Cuban Silage Feed (CSF) que se apresenta como um alimento alternativo conservado ao longo do tempo para posteriormente se utilizado na alimentação de suínos, e devido a suas características bromatológicas, têm efeito positivo na alimentação destes animais (PEÑA-VÁZQUEZ et al., 2019). Da mesma forma, (Lezcano, et al., 2014), em experimentos realizados no setor de suinicultura da Universidade Estadual Paulista

(UNESP), foi observado que a raiz de mandioca ensilada com água e iogurte ou vinhaça, pode substituir totalmente a energia de milho para suínos em crescimento.

1.6 Atualidades na utilização de simbióticos em coelhos

O mercado consumidor se apresenta cada vez mais exigente e rigoroso em relação a qualidade dos produtos, desta forma, a produção animal vem se adequando a este crescimento exacerbado. Diante do exposto, as circunstâncias em que os animais de produção são impostos e as consequências que isso pode ocasionar na qualidade do produto, acarreta cada vez mais a preocupação dos produtores (MICHELAN et al., 2002).

O emprego de aditivos em rações para animais melhora o estado sanitário e fisiológico do plantel (De Blas, 1984), além disso, aprimora a produção sem deixar resíduos nas carcaças, neste mesmo viés, vários estudos estão sendo realizados com o uso de probióticos, ácidos orgânicos, entre outros (MICHELAN et al., 2002). Estes aditivos podem colaborar para um maior ganho na produção e diminuição de gastos econômicos (SAKOMURA et al., 2014).

Os probióticos que são aditivos complementares da ração, formados por microrganismos vivos que podem ser extraídos de plantas, leveduras, leite, ou ainda, serem produzidos por hidrólise ácida ou enzimática parcial de polissacarídeos e por reações de transglicosilação (Oku, 1996), geram um balanço positivo na microbiota intestinal (Fuller, 1989), e previne disfunções digestivas, desenvolvimento de organismos patogênicos, além de garantir um melhor aproveitamento dos alimentos (FERREIRA et al., 2006b). Já o uso de prebióticos, alimentos que favorecem a microbiota do animal, sobre o desempenho como, consumo, ganho de peso e eficiência alimentar, não está bem elucidado na alimentação de coelhos, (BERTECHINI, 2006).

Os simbióticos são formados por microrganismos vivos, pela junção de um ou mais probióticos e prebióticos, esta associação possibilita a sobrevivência de bactérias probióticas no alimento e no ambiente gástrico, além de aumentar as cepas que agem contra patógenos (MOURA, 2001). Roberfroid (1998), definiu simbiótico como uma mistura de um probiótico e um prebiótico, melhorando a sua sobrevivência e o uso de suplementos alimentares microbianos no trato gastrointestinal e estimulando seletivamente o crescimento e/ou ativando de bactérias promotoras da saúde.

Ewuola et al. (2011) em avaliações contendo prebióticos, probióticos e simbióticos em dietas para coelhos observaram que tratamentos compostos por prebióticos e simbióticos obtiveram melhoria no ganho de peso, conversão alimentar e na digestibilidade da matéria

seca, proteína bruta, matéria mineral e extrativo não nitrogenado. De Brito et al. (2014) consideram essa associação uma alternativa interessante no sentido de melhorar a saúde do intestino delgado e ceco de frangos em crescimento através dos mecanismos fisiológicos e microbiológicos.

Segundo Faria et al (2000), o Brasil pode se tornar uma potência na produção de ingredientes provenientes da fermentação de leveduras do gênero *Saccharomyces spp.*, por serem oriundas de destilarias de álcool e serem de fácil produção.

Apesar de Ewuola et al. (2011), não terem encontrado diferenças para ganho de peso, consumo e conversão alimentar de coelhos que receberam dietas contendo três micro-organismos (*Lactobacillus acidophilus*, *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces boulardii*), eles observaram que a digestibilidade da MS, FB, Cinzas e Extrato etéreo foram satisfatórios.

Diferenças encontradas na literatura sobre o uso de aditivos na alimentação de coelhos podem estar associadas à sua dosagem, às condições ambientais, às características das dietas e, principalmente ao nível de desafio sanitário (FERREIRA & FERREIRA, 2013). Os autores supracitados mencionam ainda, a necessidade de substituição de alimentos convencionais por alternativos, assim, pesquisas estão sendo desenvolvidas em busca de elucidar a utilização de alimentos menos onerosos, além de diminuir a competição com ingredientes destinados a alimentação humana.

2. OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a eficiência da utilização dos fermentados de mandioca associados a resíduos agroindustriais (vinhaça ou soro de leite) em substituição ao milho da dieta de coelhos em crescimento a partir de respostas de desempenho produtivo, parâmetros fisiológicos, metabólicos e características de carcaça.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar o valor nutricional dos (FMV) e (FMS) por meio de ensaios de digestibilidade *in vivo* e *in vitro*;
- Avaliar o efeito das dietas contendo (FMV) ou (FMS) sobre o consumo de nutrientes, ganho de massa e conversão alimentar de coelhos em crescimento;

- Avaliar o desempenho, parâmetros quali-quantitativos de carcaça e estabelecer qual o fermentado que melhor se apresenta nutricionalmente para substituir o milho da dieta de coelhos da desmama ao abate;
- Avaliar as dietas contendo os fermentados através da técnica semi automática de produção de gases;
- Ampliar os conhecimentos sobre o uso de dietas contendo mandioca associada a diferentes resíduos agroindustriais em substituição ao milho da dieta.

3. CONSIDERAÇÕES

Atualmente as pesquisas em nutrição e alimentação de coelhos estão relacionadas predominantemente a avaliação de alimentos alternativos, apesar disso, na literatura consultada existem poucos relatos sobre a utilização de subprodutos da agroindústria como a vinhaça e o soro de leite na alimentação de coelhos, apesar destas informações serem de grande importância para os sistemas de produção, principalmente em relação aos efeitos sobre o desempenho e as características de carcaça.

Diante disto, a utilização destes subprodutos, resíduos potencialmente poluidores, com um tubérculo (mandioca) e sua utilização na alimentação de coelhos em crescimento vai de encontro aos mais recentes avanços na área.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUSTINI, M. A. B., NUNES, R. V., SILVA, Y. L., VIEITES, F. M., EYNG, C., CALDERANO, A. A., GOMES, P. C. Coeficiente de digestibilidade e valores de aminoácidos digestivos verdadeiros de diferentes cultivares de milho para aves. Ciências Agrárias, 2015.

ALAIS, C. Ciência de la leche: Principios de tecnica lechera. 4 ed. Barcelona: Reverte, 1995. 873p.

ALMAGUEL, R. E.; PILOTO, J. L.; CRUZ, E.; MEDEROS, C. M. Y. e Ly, J. (2011). Utilización del ensilaje artesanal de yuca como fuente energética en dietas para cerdos de engorde. *Livestock Research for Rural Development* v.23, n.1. Disponível em: <http://www.lrrd.org/lrrd23/1/alma23001.htm>. Acesso em 20 de outubro de 2018.

ALMEIDA, J.; FERREIRA FILHO, J. R. Mandioca: uma boa alternativa na alimentação animal. *Bah. Agríc.*, v.7, n.1, p. 50-56. 2005.

ALVES, J. R.; COSTA, E. P. importância do uso da rama de mandioca na alimentação do gado leiteiro. 2010. Disponível em: <http://www.emater.ro.gov.br/siteemater/arquivos/publicacoes/23062010143543.pdf>. Acesso em 25 de maio de 2019.

ALVES, M. P.; MOREIRA, R. O.; RODRIGUES JÚNIOR, P. H. et al. Soro de leite: tecnologias para o processamento de coprodutos. *Rev. Inst. Latic. Când. Tost.*, Juiz de Fora, v. 69, n. 3, p. 212-226, 2014.

ARRUDA, A. M. V.; PEREIRA, E. S.; MIZUBUTI, I. Y.; SILVA, L. D. F. Importância da fibra na nutrição de coelhos. *Sem. Ciênc. Agr.* v.24, n.1, p.181 – 190, 2003.

ÁVILA, C. L. S. *Isolamento e uso de Lactobacillus buchneri na ensilagem de capim-Mombaça e cana-de-açúcar*. 2007. 197 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) -Universidade Federal de Lavras, 2007.

BACH, C. I. S. *Consumo, digestibilidade de nutrientes, desempenho e avaliação bioquímica sanguínea em cordeiros alimentados com níveis de permeado de soro de leite na dieta*. 2018. 94f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em ciência animal) – Universidade Federal do Paraná, 2018.

BALDASSO, C. *Concentração, purificação e fracionamento das proteínas do soro lácteo através da tecnologia de separação por membranas*. 2008. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

BALDASSO, C.; TESSARO, I. C.; RUVIER, G. S. Desmineralização do soro de leite através da eletrodialise. In: Seminário do programa de pós-graduação em Engenharia Química, 2009, Porto Alegre. Anais. VIII Oktoberforum – PPGEQ, 2009.

BARBOSA, C. S.; MENDONÇA, R. C. S.; SANTOS, A. L.; PINTO, M. S. Aspectos e impactos ambientais em um laticínio de pequeno porte. *Rev. Inst. Latic. Când. Tost.*, v. 64, n. 366, p. 28-35, 2009.

BELENGUER, A.; FONDEVILA, M.; BALCELLS, J. et al. Methanogenesis in rabbit caecum as affected by the fermentation pattern: *in vitro* and *in vivo* measurements. *World Rabbit Sci.*, v.19, p.75-83, 2011.

BESSERA, F. J.; BEZERRA, L. C. N. M.; SILVA, E. M. C.; SILVA, C. E. M. Efeito do aleitamento artificial à base de soro de queijo de leite cabra sobre as características da carcaça e da carne de cabritos “mamão” do tipo genético threecross. *Ciênc. Rur.*, v.33, n.5, p.929-935, 2003.

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Editora Ufla, 301p. 2006.

BONAMIGO, A.; DUARTE, C.; WINCK, C. A.; SEHNEM, S. Produção da carne cunícula no Brasil como alternativa sustentável. *Revi. Agro. Meio Amb.*, v. 10, n. 4, p. 1247-1270, 2017.

BONAMIGO, A.; WINCK, C.; SEHNEM, S. Diagnóstico da produção e comércio cunícula no Estado de Santa Catarina. *Rev. Bras. de Cun.*, v. 7, n. 1, 2015. Disponível em: <http://acbc.org.br/site/images/stories/Diagnstico_produo_pronto.pdf>. Acesso em: 26 set. 2018.

BOTHA, G. S. M. Histological observations on the gastroesophageal junction in the rabbit. *J Anat.*, v. 92, p. 441-446, 1958.

BREWER, N. R.; CRUISE, L. J. Anatomy (Chap 3) and Physiology (Chap 4). In: Manning PJ, Ringler DH, Newcomer CE, (ed). *The biology of the laboratory rabbit*. San Diego: *Academic Press.*, p. 63-71, 1994.

BRITO, M. S.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P. et al. Estudo comparativo da proteína do feno de maniçoba em relação à proteína do feno de alfafa na ração de coelhos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.*, v.65, n.1, p.267-274, 2013.

BUITRAGO, J. A. La yuca en la alimentación animal (Ed). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 1990. p. 446, 1990.

CAMARA, V. M.; PRIEUR, D. J. Secretion of colonic isoenzyme of lysozyme in association with cecotrophy of rabbits. *Am J Physiol.*, v. 247, n. 1, p. 19-23, 1984.

CAMARÃO, A. P.; BATISTA, H. A. M.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; CARDOSO, E. M. R. Utilização da mandioca na alimentação de ruminantes na Amazônia. Pará: Embrapa, 1993.

CAMHI, J. D. Tratamento do vinhoto, subproduto da destilação de álcool. *Bras. Açuc.*, v. 94, p.18-23, 1979.

CAMPBELL-WARD, M. L. Gastrointestinal Physiology and Nutrition. In:QUESENBERRY, K. E.; CARPENTER, J. W. (Ed). *Ferrets, Rabbits, and Rodents: Clinical Medicine and Surgery*. 3.ed. Saunders: Copyright. 2012. p. 183-192, 2012.

CARABAÑO, R.; PIQUER, J.; MENOYO, D.; BADIOLA, I. The digestive system of the rabbit. In: DE BLAS, C.; WISEMAN, J. (Ed). *The Nutrition of the Rabbit*. 2.ed. Reino Unido: CABI Publishing, 2010. p.1-18, 2010.

CARABAÑO, R.; PIQUER, J. The digestive system of the rabbit. In: De BLAS E.; WISEMAN, J. (Ed). *The nutrition of the rabbit*. Wallingford: CABI Publishing, 1998. p. 1-16. 1998.

CARVALHO, R. C. *Caracterização da produção cunícula nas regiões De Trás-os-Montes, Minho e Galiza*. 139 f. Dissertação. Universidade de Tras-os-Montes e Alto Douro. 2009.

CHEEKE P. R. Digestive physiology. In: Rabbit feeding and nutrition. Orlando: *Academic Press*; 1987. p. 15-33. 1987.

CHISTOFOLETTI, C. A.; ESCHER, J. P.; CORREIA, J. E. et al. Sugarcane vinasse: environmental implications of its use. *Waste Manage.*, v.33, p. 2752–2761, 2013.

COELHO, C. C. G. M.; FERREIRA, W. F.; MOTA, K. C. N. et al. Utilização digestiva e produtiva de dietas semi simplificadas com fenos enriquecidos com vinhaça para coelhos em crescimento. *B. Indúst. Anim.*, v.73, p. 1-8, 2016.

COMBES S.; FORTUN-LAMOTHE L.; CAUQUIL L. et al. Engineering the rabbit digestive ecosystem to improve digestive health and efficacy. *Animal*, v.7, p. 1429-1439, 2013.

COMBES, S.; MICHELLAND, R. J.; MONTEILS, V. et al. Postnatal development of the rabbit caecal microbiota composition and activity. *FEMS Microbiol. Ecol.*, v.77, p. 680-689, 2011.

CORAZA, R. I.; SALLES-FILHO, S. L. M. Opções produtivas mais limpas: uma perspectiva evolucionista a partir de um estudo de trajetória tecnológica na agroindústria canavieira. XXI SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. 2000, São Paulo. *Anais*. São Paulo: Núcleo PGT, 2000.

CORTEZ, L.; MAGALHÃES, P.; HAPPI, J. Principais subprodutos da agroindústria canavieira e sua valorização. *Rev. Bras. Energ.*, v.2, n.2, 1992.

COSTA, G. R.; BELTRÃO FILHO, E. M.; MEDEIROS, G. R. et al. Substituição do leite de cabra por soro de queijo bovino para cabritos alpinos. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 39, n.4, 2010.

CRUZ, F. G. G.; PEREIRA FILHO, M.; CHAVES, F. A. L. Efeito de substituição do milho pela farinha da apara de mandioca em rações para poedeiras comerciais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 6, p. 2306-308, 2006.

CRUZ, R. L.; RIGHRT, T. O. A. M.; NOGUEIRA, M. A. Experimental Investigation of Soil and Ground Water Impacts Caused by Vinasse Disposal. *Wat. Sc. Techn.*, v. 24, n. 11, p. 77-85. 1991.

CUNHA, L. F. Nutrição e Alimentação: Fisiologia Digestiva do Coelho. Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, Lisboa-PT. [http:// www.utad.pt/apez/APEZ/2000/Cunicultura/S2.htm](http://www.utad.pt/apez/APEZ/2000/Cunicultura/S2.htm). Acesso em: novembro de 2014.

DAVIES, R. R.; DAVIES, J. A. Rabbit gastrointestinal physiology. *Vet Clin North Am Exot Anim Pract.*, v. 6, p. 139-153. 2003.

DE BLAS, C. **Alimentación del conejo**. Madrid: Mundi Prensa, 1984.

DE BLAS, E.; GIDENNE, T. Digestion of starch and sugars. In: DE BLAS E.; WILSEMAN, J. (Ed). *The nutrition of the rabbit*. Wallingford: CABI Publishing; 1998. p. 17-38. 1998.

DE BLAS, E.; GIDENNE, T. Digestion of starch and sugars. In: DE BLAS, C.; WISEMAN, J. (Ed). *The Nutrition of the Rabbit*. 2.ed. Reino Unido: CABI Publishing, 2010. p.19-38, 2010.

DE BLAS, J. C.; MATEOS, G. G. Feed formulation. In: DE BLAS, C.; WISEMAN, J. (Ed). *The Nutrition of the Rabbit*. 2.ed. Reino Unido: CABI Publishing, 2010. p. 222-232, 2010.

DE BRITO, J. M.; FERREIRA, A. H. C.; JUNIOR, H. A. S. et al. Probióticos, prebióticos e simbióticos na alimentação de não-ruminantes. *Rev. eletr. nutr.*, v. 229, n. 11, p. 3070-3084, 2014.

DENARDIN, I. T. *Desempenho e características de carcaça de coelhos oriundos de dois cruzamentos*. 2014. 68 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

DEUBLEIN, D.; STAINHAUSER, A. Biogas from waste and renewable resources. Weinheim: Wiley-VCH. v. 7, n. 4, p. 57-79, 2008.

DIAS, C. A. B. Perspectivas de tratamento do vinhoto com benefícios ambientais e econômicos (1a parte). *Bras. Açuc.*, v. 96, p.45-53, 1980.

DIAZ, M. J.; MADEJÓN, E.; LÓPEZ, F. et al. Optimization of the rate vinasse/grape marc for co-composting process. *Proc. Biochem.*, v. 37, n. 10, p. 1143-1150, 2002.

DUARTE, E. M. Silagem de Mandioca na Alimentação de Codornas. 55p. 2013. Dissertação (mestrado em produção de não ruminantes) Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2013.

EULER, A. C. C. *Utilização digestiva, metodologias de avaliação in vitro de dietas e caracterização da microbiota cecal em coelhos suplementados com Lithothamnium*. 2009. 78f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

EWUOLA, E. O.; AMADI, C. U.; IMAM, T. K. Performance evaluation and nutrient digestibility of rabbits fed dietary prebiotics, probiotics and symbiotics. *Int. J. Appl. Agric. Apic. Res.*, p.107-117, 2011.

ESPAÑA-GAMBOA, E.; MIJANGOS-CORTES, J.; BARAHONA-PEREZ, L. et al. Vinasses: characterization and treatments. *Waste Manage. Res.*, v.29, p.1235-1250, 2011.

ESPAÑA-GAMBOA, E. I.; MIJANGOS-CORTES, J. O.; HERNÁNDEZ-ZÁRATE, G. et al. Methane production by treating vinasses from hydrous ethanol using a modified UASB reactor. *Biotechnol. Biofuels.*, v.5, p.82, 2012.

FANG, C.; BOE, K.; ANDELIDAKI, I. Anaerobic co-digestion of by-products from sugar production with cow manure. *Wat. Res.*, v. 45, p. 3473–3480, 2011b.

FANG, C.; BOE, K.; ANDELIDAKI, I. Anaerobic co-digestion of desugared molasses with cow manure; focusing on sodium and potassium inhibition. *Biores. Technol.*, v. 102, n. 2, p. 1005-1011, 2011a.

FAO - *Food and Agriculture Organization of the United Nations. Production: livestock primary: rabbit meat*. 2018. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/index.html#DOWNLOAD>>. Acesso em: 10 de dezembro de 2018.

FAOSTAT, *Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database*. FAOSTAT. 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>. Acesso em: 10 de dezembro de 2020.

FAOSTAT, *Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database*. FAOSTAT. 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>. Acesso em: 10 de dezembro de 2018.

FARIA, H. G.; SCAPINELLO, C.; FURLAN, A. C. et al. Valor nutritivo das leveduras de recuperação (*Saccharomyces cerevisiae*), seca por rolo rotativo ou por “*spray-dry*”, para coelhos em crescimento. *Rev. Bras. Zoot.*, v.29, n.6, p.1750-1753, 2000.

FEKETE, S. Recent findings and future perspectives of digestive physiology in rabbits: a review. *Acta Vet Hung.*, v. 37, p. 265–79, 1989.

FERNÁNDEZ, B.; BODAS, R.; LÓPEZ-CAMPOS, et al. Vinasse added to dried sugar beet pulp: Preference rate, voluntary intake, and digestive utilization in sheep. *J. Anim. Sci.*, v.87, p.2055-2063, 2009.

FERREIRA D. A. Subprodutos da mandioca em rações de codornas em Postura. 68p. 2013. Tese (Mestrado em zootecnia). Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2013.

FERREIRA, F. N. A.; FERREIRA, W. M. Uso de leveduras na alimentação de coelhos. *Rev. Bras. De Cun.*, v.4, n.1, 2013. Disponível em: http://www.rbc.acbc.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=65&Itemid=76

FERREIRA, F. N. A.; FERREIRA, W. M.; MOTA, K. C. N. et al. Avaliação nutricional do bagaço de cana-de-açúcar enriquecido com vinhaça em dietas para coelhos em crescimento. *Rev. Caat.*, v.28, p.217-226, 2015.

FERREIRA, W. M.; MACHADO, L. C.; JARUCHE, Y. G. et al. Manual prático de cunicultura. (Ed). Bambuí: Ed. do Autor, 2012. 75 f. 2012.

FERREIRA W. M.; FERREIRA S. R. A.; CASTRO EULER A. C. C. et al. Avanços na nutrição e alimentação de coelhos no Brasil. In: ZOOTEC (2006a), *Anais...* Recurso eletrônico CD.

FERREIRA, W. M.; SAAD, F. M. O. B.; PEREIRA, R. A. N. Fundamentos da Nutrição de coelhos. In *Anais do Congresso de Cunicultura das Américas.*, v.3, 2006b.

FIALHO, E. T.; LIMA, J. A. F. de; OLIVEIRA, V. de; SILVA, H. O. Substituição do milho pelo sorgo sem tanino em rações de leitões: digestibilidade dos nutrientes e desempenho animal. *Rev. Bras. Milho e Sorgo*, v.1, p.105-111, 2002.

FORRESTER-ANDERSON, I. T.; MCNITT, J.; WAY, R.; WAY, M. Fatty acid content of pasturereared fryer rabbit meat. *J. Food Comp. Anal.*, Elsevier, New York, v. 19, n. 6-7, p. 715-719, 2006.

FORTUN-LAMOTHE, L.; GIDENNE, T. Recent advances in the digestive physiology of the growing rabbit. In: MAERTENS, L.; COUDERT, P. (Ed). *Recent Advances. In: Rabbit Sciences.* Belgium: ILVO, 2006. p. 201-209, 2006.

FULLER, R. Probiotics in man and animals. A review. *J. Appl. Bact.*, v. 66, p. 365-378, 1989.

FURLAN, A. C.; SCAPINELLO, C.; MOREIRA, I. et al. Avaliação nutricional da silagem de grãos úmidos de sorgo de baixo ou de alto conteúdo de tanino para coelhos em crescimento. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, v. 35, p. 775-784, 2006.

GERON, L. J. V.; MORAES, K. B.; COSTA, F. G.; TRAUTMANN-MACHADO, R. J.; SANTOS, C. M.; MUNIZ, P. R. Raspa de mandioca integral desidratada na alimentação de codornas japonesas sobre a produção de ovos e qualidade dos ovos durante a conservação in natura. *Archives of Veterinary Science*, v.19, n.3, p.36-46, 2014.

GIDENNE, T. Caeco-colic digestion in the growing rabbit: impact of nutritional factors and related disturbances. *Liv. Prod. Sci.*, v. 51, p. 73-88, 1997.

GIDENNE, T.; FORTUM-LAMOTHE, L. Feeding Behaviour of Rabbits. In: DE BLAS, C.; WISEMAN, J. (Ed). *Nutrition of the Rabbit*. 2 ed. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2010. p. 233-52, 2010.

GIDENNE, T.; SEGURA, M.; LAPANOUSE, A. Effect of cereal sources and processing in diets for the growing rabbit. Effects on digestion and fermentative activity in caecum. *Anim. Res.*, v.54, p.55-64, 2005.

GÓMEZ-CONDE, M. S.; GARCIA, J.; CHAMORRO, S. et al. Neutral detergent-soluble fiber improves gut barrier function in twenty-five-day-old weaned rabbits. *J. Anim. Sci.*, v.85, p.3313-3321, 2007.

HARCOURT-BROWN, F. *Textbook of rabbit medicine*. Oxford: Butterworth-Heinemann; 2002.

HERMIDA, H. *Evaluación de la harina de yuca (Manihot esculenta Crantz) como componente energético en la ceba de pollos machos camperos K53*. 2012. 56f. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencia Animal.

HIDALGO, K.; RODRÍGUEZ, B.; VALDIVIÉ, M.; FEBLES, M. Utilización de la vinaza de destilería como aditivo para pollos en ceba. *Cuban J. Agric. Sci.*, v.43, p.281-284, 2009.

HOERNICKE, H.; RUOFF, G.; VOGT, B. et al. Phase relationship of the circadian rhythms of feed intake, caecal motility and production of soft and hard faeces in domestic rabbits. *Lab Anim.*, v. 18, p. 169-72, 1984.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), Diretoria de pesquisas, Coordenação de agropecuária, Pesquisa da pecuária municipal, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Em abril, IBGE prevê safra 2,3% na safra de 2020. Disponível em <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de->

[noticias/releases/27649-em-abril-ibge-preve-alta-de-2-3-na-safra-de-2020](#) cesso em 30 de julho 2020 às 10:57.

JENKINS, J. R. Rabbit and ferret liver and gastrointestinal testing. In: Fudge AM, editor. Laboratory medicine avian and exotic pets. Philadelphia: W.B. Saunders; 2000. p. 291–304.

JILGE, B. The response of the caecotrophy rhythm of the rabbit to single light signals. *Lab Anim.*, v.14, p. 3–5, 1980.

JOBIM, C. C.; REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A. et al. Avaliação das silagens de grãos úmidos de milho (*Zea mays L.*). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.32, n.3, p.311-31, 1997.

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Rev. Bras. Zootec.*, v.36, p.101-119, 2007.

KAR, T.; MISRA, A. K. Therapeutic properties of whey used as fermented drink. *Rev. Microbiol.*, v.30, p.163-169, 1999.

KLINGER, A. C. K. *Resíduos olerícolas em dietas para coelhos de corte*. 2016. 72f. Tese (Dissertação em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Catarina.

KLINGER, A. C. K.; DE TOLEDO, G. S. P. **Cunicultura: didática e prática na criação de coelhos**. Santa Maria: UFSM, 2017. Disponível em: <https://www.livrariacultura.com.br/p/ebooks/cienciasbiologicas/zoologia/cunicultura-111867609;_lcid=wHTHwi4ovzqoA6tfzkar6Kw5FoX1Qp4GURHjxWqHAKev8rH_i4!626421851>. Acesso em: 19 nov. 2019.

LAIME, E. M. O.; FERNANDES, P. D.; OLIVEIRA, D. C. S.; FREIRE, E. A. Possibilidades tecnológicas para a destinação da vinhaça: uma revisão. *Revista Trópica – Ciênc. Agrár. e Biol.*, v. 5, n. 3, p. 16-29, 2011.

LANG, J. The Nutrition of the commercial rabbit. Part 1: Physiology, digestibility and nutrient requirements. *Nutrition Abstracts and Reviews*, Bucksburn, v.51, n.4, p.197-225, 1981.

LAVRENČIČ, A. The effect of rabbit age on *in vitro* caecal fermentation of starch, pectin, xylan, cellulose, compound feed and its fibre. *Animal*, v.1, p.241-248, 2007.

LEBAS, F.; LAPLACE, J. P. Le transit digestif chez le lapin. VII. Influence de la finesse du broyage des constituants d'un aliment granulé. *Ann. Zootec.*, v.26, n.3, p.413-420, 1997.

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

LEZCANO, P.; BERTO, D. A.; BICUDO, S. J. et al. Yuca ensilada como fuente de energía para cerdos en crecimiento. *Avan. Invest. Agro.* v. 18, n. 3, p. 41-47, 2014.

LIMA, G. J. M. M.; SOUZA, O. W.; BELLAVÉR, C. et al. Determinação da composição química e do valor energético de silagem de grãos úmidos de milho para suínos. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 1998, Recife. *Anais...* Recife: ABMS, [1998]. CDROM.

LIMA, R. N.; LIMA, P. O.; CÂNDIDO, M. J. D. et al. Avaliação econômica de dietas líquidas à base de soro de queijo in natura para bezerros. *Rev. Bras. Saúde Prod. An., Salvador*, v.12, n.1, p.14-21, 2011.

LIZIEIRE, R. S.; CAMPOS, O. F. de. Soro de queijo “*in natura*” na alimentação do gado de leite. Instrução Técnica 44 para o Produtor de Leite, ISSN nº 1518-3254, 2006.

LOPES, A. B. R. C.; LEONEL, M.; CEREDA, M. P.; BERTO, D. A. Efeito do processo de ensilagem de grãos úmidos de milho nas características microscópicas do amido. *Braz. Jour. of Food Techn.*, v.5, n.96, p.177-181, 2002.

LÓPEZ-CAMPOS, Ó.; BODAS, R.; PRIETO, N. et al. Vinasse added to the concentrate for fattening lambs: Intake, animal performance, and carcass and meat characteristics. *J. Anim. Sci.*, v.89, p.1153-1162, 2011.

MACHADO, L. C.; FERREIRA, W. M. A cunicultura e o desenvolvimento sustentável. 2011. Disponível em: <<http://acbc.org.br/site/index.php/notas-tecnicas/a-cunicultura-e-odesenvolvimento-sustentavel>>. Acesso em: 16 mar. 2019.

MADRID L.; DÍAZ-BARRIENTOS, E. Release of metals from homogenous soil columns by wastewater from an agricultural industry. **Environ Pollution**, v. 101, p.43–8, 1998.

MEDINA, J. G. **Cunicultura: a arte de criar coelhos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. 1982, 184 p.

MEJIA, A. M. G. *Estratégias para avaliação nutricional da polpa cítrica seca em suínos em terminação*. 1999. 90f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.

MELLO, E. M. *Obtenção e caracterização de concentrado protéico de soro de queijo por ultrafiltração*. Campinas, 1989. 108p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade de Campinas, 1989.

MELLO, H. V.; SILVA, J. F. Criação de coelhos. 2 ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2012. 274 p.

MENDES, A. A note on the cecotrophy behavior in capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*). *Appl. Anim. Behav. Sci.*, v. 66, n. 1-2, p. 161-167, 2000.

MICHELAN, A. E. S.; SCAPINELLO, C.; NATALI, M. R. M. et al. Utilização de Probiótico, Ácido Orgânico e Antibiótico em Dietas para Coelhos em Crescimento: Ensaio de Digestibilidade, Avaliação da Morfometria Intestinal e Desempenho. *Rev. Bras. Zootec.*, v.31, n.6, p.2227-2237, 2002.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Regulamento técnico sobre aditivos para produtos destinados à alimentação animal. Instrução Normativa 13, de 01 de dezembro de 2004. Acesso em 15 junho de 2018. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=133040692>. 2004.

MOREIRA, P. C.; REIS, R. B.; WASCHECK, R. C. et al. Avaliação de alimentos pela técnica semi-automática in vitro de produção de gases: uma revisão. *Estudos*, v.35, p.357- 374, 2008.

MOREIRA, R. W. M.; MADRONA, G. S.; BRANCO, I. G. et al. Avaliação sensorial e reológica de uma bebida achocolatada elaborada a partir de extrato hidrossolúvel de soja e soro de queijo. *Acta Sci. Tech.*, v. 32, n. 4, p. 435-438, 2010.

MOTA, K. C. N. *Avaliação bromatológica e produção de gases de produtos fermentados à base de tubérculos, vinhaça e soro de leite*. 74f. Dissertação – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

MOURA, M. R. L. Alimentos Funcionais: seus benefícios e a legislação. 2001. Disponível em: <<http://acd.ufrj.br/consumo/leituras/ld.htm#leiturasKwak N, Jukes DJ. Functional foods. Part 1: the development of a regulatory concept. Food Control>> Acesso em: 5/12/2018.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. (7 Ed). Washington, D. C.: NAS., 2001.

OKU T. Oligosaccharides with beneficial health effects: a Japanese perspective. *Nutrition Review*, v. 54, n. 11, p. 59-66, 1996.

OLIVEIRA, A. F. G.; SCAPINELLO, C.; MORAES, G. V.; LEITE, M. C. P. et al. Avaliação de dieta formulada com subprodutos de mandioca na produção de sêmen de coelhos. *Arch. Bras. Med. Vet e Zoot.* Belo Horizonte, v. 67, n. 1, p. 109-118, 2015.

OLIVEIRA, D. F.; BRAVO, C. E. C.; TONIAL, I. B. Soro de leite: um subproduto valioso. *Ver. Inst. Latic. Când. Tost.*, v. 67, n. 385, 2012.

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. *Rev. Bras. Zootec.*, v.42, n.4, p.259-263, 2013.

OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. F. et al. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. *J. Animal Sci.*, v. 75, n. 2, p. 868-879, 1997.

PAES, M. C. D. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 75f.

PARNAUDEAU, V.; CONDOM, N.; OLIVER, R. et al. Vinasse organic matter quality and mineralization potential, as influenced by raw material, fermentation and concentration processes. *Bior. Technol.*, v.99, p.1553-1562, 2008.

PAULA, L. DE; ROLIM, M. M.; BEZERRA NETO, E. et al. Crescimento e nutrição mineral de milho forrageiro em cultivo hidropônico com soro de leite bovino. *Rev. Bras. Eng. Agr. Amb.*, v.15, p.931-939, 2011.

PELEGRINE, D.; CARRASQUEIRA, R. L. Aproveitamento do soro do leite no enriquecimento nutricional de bebidas. *Braz. J. of Food Technol.*, p. 145-151, 2008.

PELLECCHIA, M. S. R.; SERAFIM, R. S. Qualidade da carne de coelhos alimentados com folha de bananeira desidratada ou in natura. *Rev. Bras. Cun.*, v. 12, n. 1, p. 01-08, 2017.

PEÑA-VÁZQUEZ, A.; GOMEZ-HÉRNANDEZ, A.; PERDIGÓN-LEZCANO, P. et al. Proposal of industrial technological process for the production of Cuban Silage Feed (CSF). *Rev. Cien. Téc. Agr.* v. 28, n. 2, 2019.

PEREIRA, A. A.; FERREIRA, D. A.; GRIEP JÚNIOR, D. N. et al. Raspa da Mandioca para Codornas em Postura. *Acta Veterinaria Brasilica (UFERSA)*, v. 10, p. 123-129, 2016.

PEREIRA, J. R., REIS, R. A. Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais. In: SIMPSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS. Maringá. Anais Maringá: UEM, 2001. v. 1, p.64-86.2001.

PINHEIRO, V.; MOURÃO, J. Alimentação do coelho. Vila Real: Universidade de Trás-os Montes e Alto Douro. 2006.

PRADO, R. M.; CAIONE, G.; CAMPOS, C. N. S. Filter Cake and Vinasse as Fertilizer Contributing to Conservation Agriculture. *Applied and Environmental Soil Sci.*, v.1, 8f,2013.

ROBERFROID, M. B. Prebiotics and synbiotics: concepts and nutritional properties. *Brit. J. Nutr.*, v. 80, n. 2, p. 197-202, 1998.

ROBERTIELLO, A. Upgrading of agricultural and agro-industrial wastes: the treatment of distillery effluents (vinasses) in Italy. *Agr. Wastes*, v.4, p.387-395, 1982.

RODRÍGUEZ, N. R. *La yuca (Manihot esculenta Crantz) como fuente de energía en piensos locales para pollos sintéticos tipo campero Holguín*. 2013. 76f. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencia Animal, Cuba.

RODRIGUEZ-ROMERO, N.; 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 Sci.*, v.19, p.85-94, 2011.

ROHLFEST, A. L. B.; BACCAR, N. M.; OLIVEIRA, M. S. R. et al. Indústrias lácteas: alternativas de aproveitamento do soro de leite como forma de gestão ambiental. *Tecnológica*, v. 15, n. 2, p. 79-83, 2011.

RUCKESBUSCH, Y.; FIORAMONTI, J. The fusus coli of the rabbit as a pacemaker area. *Experientia*, v. 32, 1023–4, 1976.

RUCHESBUSCH, Y.; PHANEUF, L. P.; DUNLOP, R. The digestive system. In: *Physiology of small and large animals*. Philadelphia: W.B. Saunders; 1991. p. 191–298, 1991.

SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P. **Nutrição de Não Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2014. 678p.

SALOMON K.; LORA, E. Estimate of the electric energy generating potential for different sources of biogás in Brazil. *Biom. and Bioenerg.*, v.33, p.1101-1107, 2009.

SAMPAIO, A. O.; FERREIRA FILHO, J. R.; ALMEIDA, P. A. Cultivo consorciado da mandioca para alimentação animal. *R. Bras. Mand.* v.14, n.1, p.89-98, 1994.

SANTOS, C. P.; FURTADO, C. E.; JOBIM, C. C. et al. Avaliação da silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de equinos em crescimento: valor nutricional e desempenho. *Rev. Bras. Zootec.*, v.31, n.3, p.1214-1222, 2002.

SANTOS, E. A.; LUI, J. F.; SCAPINELLO, C. Efeito dos níveis de fibra em detergente ácido sobre os coeficientes de digestibilidade das dietas e desempenho de coelhos em crescimento. *Act. Sci. Animal Sci.*, Maringá, v. 26, n. 1, p. 79-86, 2004.

SCAPINELLO, C. Alimentação de Coelhos. Atualização em Cunicultura, 1 ed. Editora Coopernorte Coelhos: Maringá, cap 7, p.52-60, 1986.

SCAPINELLO, C.; JOBIM, C. C.; FARIA, H. G. Silagem de grão úmido de milho na alimentação de coelhos em crescimento. *Ciê. Rur.*, v. 41, n. 3, p. 507-512, 2011.

SCAPINELLO, C.; MICHELAN, A. C.; FURLAN, A. C. et al. Utilização da farinha de varredura de mandioca na alimentação de coelhos. *Acta Scie.. Anim. Sci.*, v. 28, n. 1, p. 39-45, 2006.

SILVA, C. A.; GOMES, J. P.; SILVA, F. L. H. et al. Utilização de soro de leite na elaboração de pães: estudo da qualidade sensorial. *Rev. Bras. Prod. Agroind.*, v.13, p.355-362, 2011.

SILVA, D. A. V.; VAN CLEEF, E. H. C. B.; EZEQUIEL, J. M. B. et al. Glicerina bruta na dieta de bovinos de corte confinados: efeito sobre o hemograma. *Braz. J. of Vet. Res. and Anim. Sci.*, v. 49, n. 3, p. 202-209, 2012.

SILVA, H. O.; FONSECA, R. A.; FILHO, R. S. G. Características produtivas e digestibilidade da farinha de folhas de mandioca em dietas para frangos de corte com e sem adição de enzimas. *Rev. Soc. Bras. de Zootec.*, v. 29, p. 823-829, 2000.

SILVA, L. E. B.; SANTOS, J. K. B.; BARBOSA, J. P. F. et al. Aspectos gerais e peculiaridades sobre mandioca (*Manihot esculenta Crantz*). *Diver. J.*, v.3, n. 1, p. 13 – 23, 2018.

TAZZOLI, M.; BIROLO, M.; FILIOU, E. et al. Increasing dietary energy with starch and soluble fibre and reducing ADF at different protein levels for growing rabbits. *Agric. Conspec. Sci.*, v.78, p.1-5, 2013.

TAZZOLI, M.; TROCINO, A.; BIROLO, M. et al. Optimizing feed efficiency and nitrogen excretion in growing rabbits by increasing dietary energy with high-starch, high-soluble fibre, low-insoluble fibre supply at low protein levels. *Livest. Sci.*, v.175, p.59-68, 2015.

TEIXEIRA, F. A.; AMIN, W. G.; MELLO, S. de P. Avaliação da produtividade das silagens de girassol, milho, sorgo e milheto em diferentes espaçamentos. *NUCLEUS*, Ituverava, SP. v. 6, n. 2, 2009.

TEIXEIRA, L.; FONSECA, L. Perfil físico-químico do soro de queijos mozzarella e minaspadrão produzidos em várias regiões do estado de Minas Gerais. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*, v. 60, n. 1, p. 243-250, 2008.

TROCINO A.; FRAGKIADAKIS M.; MAJOLINI D. et al. Effect of the increase of dietary starch and soluble fibre on digestive efficiency and growth performance of meat rabbits. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.165, p.265-277, 2011.

UNICA – União da Indústria de Cana-de-Açúcar. *Avaliação quinzenal da safra 2013/2014 DA REGIÃO CENTRO-SUL* – São Paulo, p.1-2, 2013.

VIÉGAS, J.; SKONIESKI, F. R.; WEBER, A. et al. Soro de leite em substituição ao leite na cria de bezerros. *Arq. Ciênc. Vet. Zool.*, v. 20, n. 1, p. 9-13, 2017.

ZEFERINO, C. P. *Indicadores fisiológicos, desempenho, rendimento ao abate e qualidade de carne de coelhos puros e mestiços submetidos ao estresse pelo calor intenso ou moderado*. 2009. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

ZENG, Y. F.; LIU, Z. L.; QIN, Z. Z. Decolorization of molasses fermentation wastewater by SnO₂-catalyzed ozonation. *Journal of hazardous materials*, v. 162, n. 2, p. 682-687, 2009.

ZEOULA, L. M.; CALDAS, S. F. N. Recentes avanços em amido na nutrição de vacas leiteiras. In: TEIXEIRA, J. C.; SANTOS, R. A.; DAVID, F. M. e TEIXEIRA, L. F. A. C. II SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE: Novos conceitos em nutrição. Lavras, Minas Gerais: UFLA – FAEPE, 2001.

ZOTTE, A. D.; SZENDRO, Z. The role of rabbit meat as functional food. *Meat Science*, v. 88, n. 3 p. 319-331, 2011.

ARTIGO I: Alimentos fermentados de mandioca associados à resíduos agroindustriais em dietas para coelhos em crescimento

Resumo:

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar nutricionalmente a substituição de 1% do milho pelos fermentados de mandioca com vinhaça e/ou soro de leite como aditivos na dieta de coelhos, para o alcance de melhores resultados no seu desempenho zootécnico e parâmetros *in vivo* e *in vitro*. O experimento consistiu-se em cinco ensaios, sendo estes, para avaliar o efeito no desempenho produtivo com avaliação das características pós-morte, digestibilidade *in vivo* e *in vitro*, produção de gases e contribuição nutritiva dos cecotrófos de coelhos da raça Nova Zelândia Branco em fase de crescimento. Para o ensaio de desempenho foram utilizados 120 coelhos com 30 ± 3 dias de idade, distribuídos de forma uniforme e equilibrados quanto ao sexo, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso, com três tratamentos e quarenta repetições, com dois animais por unidade experimental. Os três tratamentos utilizados consistiram em uma dieta sem os fermentados (controle) e outras duas, sendo uma com substituição de 1% do milho da dieta pelo fermentado de mandioca com vinhaça (FMV) e outra com substituição de 1% do milho pelo fermentado de mandioca com soro de leite (FMS). Os resultados do ensaio de desempenho não apresentaram diferença significativa ($P > 0.05$) para nenhum dos parâmetros avaliados. No ensaio de morbidade e mortalidade somente a morbidade apresentou efeito significativos ($P \leq 0.05$), em que, os animais do tratamento controle não apresentaram nenhuma morbidade, diferentemente dos tratamentos contendo os fermentados. Na avaliação das características pós-morte, foram encontrados resultados significativos ($P \leq 0.05$) para o pH do conteúdo cecal, em que, a substituição do milho pelo FMS apresentou aumento de 6.18 no tratamento controle para 6.50 no tratamento com FMS, e redução ($P \leq 0.05$) no rendimento de carcaça

(48.80 para 46.67 %, respectivamente). O resultado da digestibilidade *in vivo* demonstrou que com a substituição do milho pelo FMV houve um aumento ($P \leq 0.05$) somente para o CDPB de 0.72 para 0.77 g/kg MS, não havendo diferenças entre os demais parâmetros. O CMD, MS e a produção de cecotrofos da dieta com FMV durante a cecotrofia apresentaram aumento ($P \leq 0.05$) (102.00 para 130.24 g MS, 163.97 para 183.28 g/kg e 34.73 para 41.57 g MS, respectivamente) se comparado ao tratamento controle, contrariamente ao conteúdo em PB dos cecotrofos que foi menor ($P \leq 0.05$) quando oferecida dieta contendo FMV (275.84 g/kg) em comparação a dieta controle (309.34 g/kg). Na produção de gás, o decaimento na taxa específica de produção de gás (A) foi maior ($P \leq 0.05$) para a dieta contendo FMS do que para as dietas controle e com FMV, contrariamente ao parâmetro de tempo para máxima taxa de fermentação (TMTF, h) que foi reduzido ($P \leq 0.05$) quando incluiu-se o FMS em comparação as dietas controle e com FMV. A produção de ácido propiônico foram significativamente menores ($P \leq 0.05$) quando se incluiu o FMS quando comparado ao tratamento controle e com FMV, da mesma forma, o ácido Butírico do tratamento controle apresentou-se maior ($P \leq 0.05$) quando comparado aos tratamentos com FMV e FMS e contrariamente, a produção do ácido acético do tratamento controle e com FMV apresentou-se menor ($P \leq 0.05$) quando comparado ao tratamento com FMS). A substituição do milho pelos FMV e FMS ao nível testado (1%) não prejudicou as performances dos animais da presente pesquisa. Estudar um nível mais elevado de substituição do produto estudado poderá mostrar-se interessante, já que apresentaram resultados positivos com a substituição de 1%.

Keywords: coelhos, desempenho produtivo, soro de leite, vinhaça

1. Introdução

A criação de coelhos é uma boa alternativa de renda para pequenos produtores, por necessitarem de pouco espaço e capital para iniciar a atividade, além de obterem bom aproveitamento de seus subprodutos (Santos, 2010). A espécie apresenta alta capacidade reprodutiva, sendo lucrativo e com alto para produção de proteína animal, devido a sua alta taxa de crescimento e rendimento de carcaça (Puschel et al., 2010; Basavaraj et al., 2011).

A ocorrência de distúrbios digestivos na produção cunícula acarreta a propagação de microrganismos patógenos, que geram impacto negativo no crescimento, desempenho, eficiência alimentar e saúde dos animais (Licois, 2000; Bovera et al., 2010). Estes distúrbios são decorrentes também de vários fatores como, mudança nos hábitos alimentares, alto consumo de alimentos sólidos, assim como as características nutricionais das rações fornecidas (Gidenne, 1997).

Com o mercado consumidor cada vez mais exigente com a qualidade dos produtos de origem animal, a produção vem se adaptando as exigências impostas pela agroindústria, a fim de atender estes requisitos, e conseqüentemente se tornarem mais competitivos. Diante disto, a utilização de aditivos alimentares em dietas para coelhos podem ser uma alternativa, se usados com segurança, para melhorar o desempenho desses animais. Atualmente, estudos revelam que os antibióticos utilizados como aditivos alimentares, podem ser substituídos por probióticos, prebióticos, bacteriocinas e ácidos orgânicos (Marounek et al., 2003) e, provaram ser eficazes na redução da mortalidade em animais (Collier et al., 2010), mantendo o equilíbrio microbiano no trato gastrointestinal (Corcionivoschi et al., 2010). Desta forma, mais pesquisas com a utilização de aditivos na alimentação de coelhos devem ser realizadas, afim de tornar mais eficiente a sua utilização.

Alguns estudos demonstram um efeito antagônico microbiano da levedura *S. cerevisiae* sobre diferentes microrganismos patogênicos e melhora de animais que consumiram ração

suplementada com leveduras ativas secas. Além da levedura, o soro de leite tem sido considerado excelente opção como aditivos para a alimentação animal.

O soro de leite é um importante co-produto gerado pelos laticínios e reconhecido atualmente como fonte de proteínas de alta qualidade nutricional e funcional. Devido ao grande volume produzido, estão sendo utilizados associados à ingredientes funcionais como matéria prima (Marshall, 2004; Globalfood, 2006; Marrett, 2009). Diante do exposto, este trabalho foi realizado com o objetivo de se avaliar a adição dos fermentados de mandioca associados à vinhaça e/ou soro de leite em substituição de 1% do milho da dieta de coelhos, considerando-se o desempenho e avaliações *in vivo* e *in vitro*.

2. Material e Métodos

2.1. Animais, localização e delineamento experimental

Os coelhos utilizados nestes ensaios foram adquiridos no setor de cunicultura da Fazenda Experimental da EV/UFMG em Igarapé/MG/Brasil. Estes animais foram mantidos em gaiolas de arame galvanizado nas medidas de 60 x 60 x 40 cm instaladas em galpões de alvenaria com ventilação natural. O período experimental foi compreendido entre maio e julho de 2017. A temperatura do galpão experimental foi medida diariamente, sendo a temperatura máxima, mínima e a umidade relativa do ar no período experimental de 27.17 ± 2.28 °C, 9.54 ± 2.16 °C e $66.14 \pm 9.48\%$, respectivamente. Todos os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética para Uso Animal (CEUA) da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, sob protocolo de número 132/2017.

2.2. Confeção dos fermentados e rações experimentais

As matérias primas para confeção dos tratamentos como a mandioca, 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 confeccionados dois fermentados, sendo estes: mandioca com vinhaça e iogurte natural (FMV) e mandioca com soro de leite e iogurte natural (FMS). As combinações dos produtos estão expostas na tabela 1.

Tabela 1. Composição dos fermentados (%).

Ingredientes	Quantidades FMV	Quantidades FMS
Mandioca	41.26	41.26
Vinhaça	22.72	-
Soro	-	22.72
Iogurte natural	0.64	0.64

FMV – Fermentado de mandioca com vinhaça; FMS – Fermentado de mandioca com soro de leite.

Para a confecção dos fermentados foram empregadas bombonas de 70 litros com tampa de rosca contendo em sua tampa uma mangueira de 2 cm de diâmetro para escape do ar produzido pela fermentação. A mandioca utilizada foi picada em picadeira modelo PP-25 *Pinheiro* e misturada a vinhaça e/ou soro de leite e posteriormente acondicionada em bombonas. Este processo foi realizado no galpão experimental de animais silvestres situado nas dependências do Laboratório de Metabolismo Animal. O material permaneceu nas bombonas que se encontravam no Laboratório de Metabolismo animal por um período de 9 dias. Após os 9 dias de fermentação esse material foi seco ao sol em lonas de vinil em camadas de ± 3 cm de altura por 72 horas. Posteriormente, foram retiradas amostras de cada tratamento, sendo estas acondicionadas em sacos plásticos para posteriores análises químicas e bromatológicas.

Os tratamentos utilizados nesta pesquisa consistiram de uma dieta controle, em que os requisitos nutricionais seguiram as recomendações de De Blas e Mateos (2010) e outras duas a partir da substituição de 1% de fermentado de mandioca com vinhaça (FMV) e 1% de fermentado de mandioca com soro de leite (FMS). Após a formulação dessas dietas, todas foram peletizadas a 4.0 mm de diâmetro para posteriormente serem administradas aos animais a serem utilizados na presente pesquisa. A composição das dietas está exposta na tabela 2.

Tabela 2. Ingredientes (g/kg) das dietas experimentais sem o fermentado (controle), contendo 1% de fermentado de mandioca com vinhaça (FMV) e 1% fermentado de mandioca com soro de leite (FMS).

Ítems	Controle	FMV	FMS
Fermentado de mandioca com vinhaça	-	10	-
Fermentado de mandioca com soro de leite	-	-	10
Feno de alfafa	397.5	397.0	395.5
Farelo de trigo	165.7	167.3	172.4
MDPS ¹	100.0	100.0	100.0
Farelo de soja	105.0	105.0	103.0
Milho	150.0	140.0	140.0
Óleo de soja	33.0	32.1	32.3
Melaço de cana	20.0	20.0	20.0
Sal comum	5.0	5.0	5.0
Premix Vit. & Min. ²	5.0	5.0	5.0
Calcário	1.0	1.9	-
Fosfato bicálcico	4.9	3.4	3.4

Bentonita	5.0	5.0	5.0
L-lisina	4.7	5.0	5.0
DL-metionina	3.2	3.3	3.3

¹MDPS: milho desintegrado com palha e sabugo; ²Premix vitamínico e mineral, conteúdo por kg de dieta: 10.000 IU Vit. A; 100 IU Vit. D3; 20 IU Vit. E; 3.61 mg Vit. K; 2.0 mg Vit. B1; 5.0 mg Vit. B2; 3.0 mg Vit. B6; 0.01 mg Vit. B12; 15.0 mg Ácido Pantatênico; 30.0 mg Niacina; 0.11 mg Biotina; 0.5 mg Ácido Fólico; 500 mg Cloreto de colina; 70.0 mg Zn; 20.0 mg Mn; 100.0 mg Fe; 20.0 mg Cu; 0.7 mg I; 0.1 mg Se. e 133.4 mg Mg.

2.3. *Análises químicas*

As 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 dos ensaios experimentais, amostras das dietas, assim como as fezes, cecotrofos e conteúdo cecal, foram moídos em moinho tipo Willey, com peneira de 1mm 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.

2.4. *Digestibilidade in vitro da matéria seca*

Para o ensaio da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), foram seguidos os métodos propostos por Ramos et al. (1992) e Boisen (1991), técnica modificada por Abad et al. (2013) que utilizaram sacos filtrantes Ankom.

Foram pesadas 0.5 g das amostras das dietas, previamente moídas a 1 mm, e posteriormente acondicionadas em sacos filtrantes Ankom e colocados em jarros para incubadora Daisy II (modelo D220, Ankom Technology Corp., Macedon, New York, USA). Para cada amostra foram utilizadas seis réplicas e para cada jarro, três bolsas sem amostra foram incubadas como branco. Foram adicionados nos jarros 25 mL de tampão fosfato (0.1 M, pH 6.0) e 10 mL de solução HCl 0.2 M para cada bolsa. O pH foi mensurado e ajustado para pH 2.0 com solução HCl 1 M ou NaOH 1 M. Em seguida, foi adicionado aos jarros 1 mL/bolsa de solução fresca de pepsina [25 mg de pepsina (pepsina porcina, 2000 unidades FIP/g proteína, Merck nº 7190) / mL de HCl 0.2 M] e misturado. Os jarros foram fechados e as amostras incubadas a 40 °C por 1.5 h. Após esta incubação, foram adicionados aos jarros 10 mL/bolsa de tampão fosfato (0.2 M, pH 6.8) e 5 mL/bolsa de solução NaOH 0.6 M. Após misturar o conteúdo, o pH foi ajustado para 6,8 adicionando-se soluções de HCl 1 M ou NaOH 1 M. Posteriormente, 1 mL/bolsa de solução de pancreatina fresca [100 mg de pancreatina (pancreatina porcina, grau VI, Sigma nº 1750) / mL de tampão fosfato pH 6.8] foi adicionado. O jarro foi novamente fechado e as amostras incubadas a 40 °C por 3.5 h. Após a segunda incubação, foi empregada uma adaptação que utilizou conteúdo cecal diluído a uma proporção de 1:1 (p/v) com solução de Theodorou et al. (1994) como inóculo. O pH foi ajustado para 4.8 com ácido acético e então adicionou-se 16.5 mL/bolsa de inóculo e incubou-se a 40 °C por 24h. Após o período de incubação de 24 hs, os resíduos solúveis foram eliminados e as bolsas foram colocadas novamente nos jarros com água limpa e

lavadas. Esta lavagem foi realizada por três vezes, e em seguida, submergidas em acetona para prevenir aderência de qualquer resíduo nas bolsas. Posteriormente, as bolsas foram levadas à estufa 105 °C por 4h.

A DIVMS foi obtida calculando-se a diferença de peso entre a MS da amostra antes e após a incubação, corrigindo-a para as amostras em branco.

2.5. *Produção de Gás e degradabilidade*

O ensaio de produção de gases foi realizado entre os meses de agosto e setembro de 2017 no Laboratório de produção de gases, Laboratório de nutrição animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, nas dependências do Departamento de Zootecnia e no setor de Cunicultura da Fazenda Experimental Prof. Hélio Barbosa (FEPHB), situada no município de Igarapé/MG/Brasil, onde foram coletados os conteúdos cecais. A técnica utilizada neste ensaio foi descrita por Theodorou et al. (1994) e adaptada por Maurício et al. (1999), utilizando bolsas Ankom (Ankom Technology, Macedon, New York, USA). Para obtenção do inóculo e seleção dos animais, foram empregadas as técnicas descritas por Calabrò et al. (1999), com conteúdo cecal fresco de três coelhos da raça Nova Zelândia branco, com 72 dias de idade alimentados com ração comercial. Para o abate dos animais foram utilizadas as combinações de Cetamina(C) + Xilasina (X) em três vezes as doses de 150 mg/Kg (C) + 30 mg/Kg (X) Intra-muscular seguida por exanguinação por volta das 08:00 h, sem jejum prévio e os cecos foram isolados com fios de nylon amarrados em suas extremidades e posteriormente armazenados em recipientes preaquecidos a 39 °C, até o transporte para o laboratório.

Foram pesadas 0.5 g de amostras em bolsas Ankom, seladas e introduzidas em frascos de 50 ml previamente lavados com água destilada, secos em estufa e preaquecidos a 39 °C. O conteúdo cecal foi diluído na proporção de 1:1 (p/v) com a solução de Theodorou et al.

(1994). Para cada amostra, foram utilizadas seis repetições e seis frascos contendo amostra branca (frasco sem substrato) também foram incubados.

Toda a manipulação e o enchimento dos frascos foi realizada sob fluxo constante de CO₂ livre de oxigênio, para assegurar as condições de anaerobiose, e a temperatura foi mantida sempre em 39 °C. Foram adicionados 16.5 ml do inoculo sobre as amostras nos frascos, que foram imediatamente vedados com rolhas de borracha e levados a estufa. A pressão gerada pelos gases acumulados na parte superior dos frascos foi medida por meio de um transdutor digital de pressão (modelo T443A, Bailey & Mackey, Birmingham, UK) acoplado a uma agulha de 0.70 x 25 mm inseridas através das tampas de borracha dos frascos. A cada duas horas de incubação, a produção de gás resultante da atividade fermentativa microbiana foi mensurada: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 e 24 hs. Após a leitura dos frascos, o mesmo foi retirado do transdutor e a agulha mantida por alguns segundos para estabilização entre pressão externa e interna. Os valores de gás produzido nos diferentes tempos de incubação foram corrigidos para a quantidade de gás produzido pela amostra branca no tempo correspondente para cada repetição. Estes valores foram também corrigidos para o conteúdo de matéria seca das amostras.

Os valores corrigidos foram então ajustados ao Modelo de Gompertz (Lavrenčič et al., 1997; Lavrenčič, 2007).

A degradabilidade *in vitro* da matéria seca (DEGMS) foi obtida calculando-se a diferença de peso entre a MS da amostra antes e após a incubação, corrigindo-a para as amostras em branco.

2.6. Ácidos graxos voláteis

A análise de ácidos graxos voláteis (AGV's) foi realizada no laboratório de pesquisa animal situado no departamento de zootecnia da Universidade Federal de Lavras, MG. Foram

coletadas amostras do conteúdo cecal de 12 coelhos de cada grupo que foram abatidos ao final do período experimental. Após a sangria, os conteúdos cecais foram acondicionados em tubos falcon previamente identificados com adição de 1 ml de solução de ácido metafosfórico 25% e posteriormente congelados em freezer -18°C. As amostras foram transferidas para tubos de centrifuga de 10 mL e homogeneizados por 10 minutos a 5000rpm a frio. Os sobrenadantes foram retirados e filtrados em filtros milipore 0.45 µm com auxílio de uma seringa, e os materiais filtrados foram acondicionados em frascos eppendorfspreviamente identificados. Alíquotas foram então analisadas para ácido acético, propiônico e butírico através do cromatógrafo gasoso (Varian Modelo CP3800; Varian, Inc, WalnutCreek, CA) equipada com uma coluna GC capilar nukol (comprimento: 15 m; diâmetro interno: 0.53 mm; espessura de filme de fase estacionária: 0.50 µm) fase colada - polietileno glicol modificado ácido [Supelco, Bellefonte, PA]), onde N₂ foi usado como gás portador a uma taxa de fluxo de 2.5 mL/min. A seguinte programação de temperatura foi utilizada no forno: 110°C para 1 min seguido de uma rampa de 6°C/min a 160°C e rampa de 30°C/min até 195°C com um planalto final de 5 min. As temperaturas da porta de injeção e do detector foram de 220 e 250°C, respectivamente.

2.7. *Digestibilidade in vivo e cecotrofia*

O experimento foi realizado no Laboratório de Calorimetria e Metabolismo Animal na EV/UFMG em Belo Horizonte/MG/Brasil entre os meses de agosto e setembro de 2017. A temperatura média e umidade relativa do ar foram obtidas por meio de termo-higrômetro instalado no local, no qual apresentaram médias de 24.7°C e 70%, respectivamente. Foram utilizados 36 coelhos da raça Nova Zelândia branco, com idade média de 55 dias e peso vivo médio de 2174 ± 382 g de peso vivo, designados aleatoriamente a todos os três tratamentos, com 12 repetições cada. Os animais foram distribuídos em gaiolas individuais suspensas; de

aramé galvanizado de dimensões 0.6 x 0.4 x 0.3 m; instaladas em galpão de alvenaria, com ventilação natural e exaustores eólicos. As gaiolas foram providas de comedouros de ferro e bebedouros tipo *nipple*. O período experimental teve duração de 11 dias, sendo os sete primeiros dias para adaptação dos animais às dietas e 4 dias para coleta de dados. O consumo foi determinado através da diferença entre a ração fornecida durante o período e as sobras ao final do ensaio, e as fezes coletadas às 09:00 (Perez et al., 1995). As fezes de cada animal referente aos quatro dias de coleta foram misturadas, secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 horas, moídas a 2mm e, posteriormente, armazenadas em sacos plásticos tipo “ziploc” em que permaneceram vedados até o momento da realização das análises químicas. Para a determinação do coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes foram utilizados os métodos propostos por Perez et al. (1995), e os cálculos para determinação do valor nutricional dos ingredientes foram realizados de acordo com as recomendações de Villamide et al. (2001).

Após o último dia do ensaio de digestibilidade, os coelhos, em sua totalidade, foram mantidos na mesma gaiola, recebendo as mesmas dietas, em que, cada um recebeu o colar elisabetano circular de madeira, medindo 25 cm de diâmetro, utilizados de acordo com Gidenne e Lapanouse (2000). Esses colares foram utilizados para contenção dos animais em não consumir cecotrofos. A coleta de cecotrofos foi realizada a cada duas horas por um período de 24 horas ininterruptas. Foi utilizada a fórmula sugerida por Motta Ferreira et al. (1996) para obtenção do valor da contribuição nutritiva dos cecotrofos.

2.8. Desempenho produtivo e saúde animal

Foram utilizados 120 coelhos, equilibrados quanto ao sexo, da raça Nova Zelândia Branca, desmamados com 30 ± 2 dias de idade e peso vivo médio de 633 ± 95 g/animal divididos

aleatoriamente em três grupos com 40 animais cada grupo, sendo a unidade experimental constituída de dois animais. Os coelhos receberam as três dietas experimentais na forma peletizada (4.0 mm de diâmetro) e água *ad libitum* durante todo o período experimental, sendo dieta controle, FMV e FMS. Os animais foram pesados aos 30 e 72 dias de idade e nos mesmos dias as sobras eram pesadas para controle do consumo médio diário (CMD), ganho de peso diário (GPD) e conversão alimentar (CA). Os animais foram alojados dois por gaiola. As gaiolas eram de arame galvanizado, medindo 60 x 60 x 40 cm, equipadas com comedouros com abertura interna de 7cm de largura por 15cm de comprimento. Os efeitos na produção dos diferentes tratamentos foram avaliados sobre o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar da desmama (30 dias de idade) aos 72 dias de idade. O ganho de peso foi obtido pela diferença entre os pesos inicial e final. O consumo de ração foi medido através da diferença entre a ração fornecida durante o período e as sobras ao final da experiência. A conversão alimentar foi mensurada dividindo o consumo diário de ração pelo ganho de peso vivo final. Para o índice de morbidade, os animais foram avaliados visualmente e diariamente, um a um, observando a parte posterior a incidência de diarreia.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e 40 animais por tratamento, sendo a unidade experimental constituída de dois animais alojados. Cada tratamento foi constituído equilibradamente com igual quantidade de animais e sexo. Os animais foram pesados individualmente aos 30, 51 e 72 dias de vida, em que, foram determinados o consumo médio diário (CMD), ganho de peso diário (GPD) e a conversão alimentar (CA).

2.9. Avaliação de carcaça e órgãos

Ao final do ensaio de desempenho, 12 coelhos de ambos os sexos, de cada grupo experimental foram abatidos aos 72 dias de idade, com peso médio de 2383 ± 362 kg. Os

Coelhos foram abatidos utilizando as combinações de Cetamina(C) + Xilasina(X) em três vezes as doses de 150 mg/Kg (C) + 30 mg/Kg (X) Intra-muscular, seguida por exanguinação por volta das 18:00 hs. Os animais selecionados foram pesados individualmente como peso ao abate. Pele comercial (sem cabeça e patas), vísceras torácicas (coração, pulmões, traqueia, esôfago e timo), trato gastrointestinal, estômago, fígado, rins, ceco e carcaçareferência (sem cabeça e vísceras) foram coletados e pesados (Blasco e Ouhayoun, 1996). O fígado, rins, vísceras torácicas, estômago e ceco foram pesados em relação ao peso ao abate. O pH do conteúdo cecal foi mensurado e posteriormente, alíquotas de aproximadamente 1 g foram pesadas e diluídas com 3 mL de solução de ácido sulfúrico 2% para análise de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), e conseqüentemente armazenadas a – 80 °C até o momento da análise. O conteúdo cecal remanescente foi armazenado a – 20 °C para realização de análise de MS.

2.10. Análise estatística

Todas as análises estatísticas foram realizadas usando o Software R (R Core Team, 2017) e os parâmetros avaliados foram submetidos ao teste Tukey e os resultados são apresentados como média ± erro padrão (SEM).

3. Resultados

3.1. Composição química analisada dos produtos fermentados e das dietas experimentais

As composições químicas analisada das dietas experimentais e dos fermentados utilizados na presente pesquisa estão expostos na tabela 3.

A composição química dos fermentados mostraram níveis de FDN bem próximos para FMV e FMS (139.9 e 138.5 g/kg MS), diferença considerável de FDA (79.4 e 94.7 g/kg MS) e

ligninas (46.0 e 55.0 g/kg MS), respectivamente. Tanto o fermentado com vinhaça quanto com soro de leite apresentaram baixo teor de PB (36.5 e 43.9 g/kg MS, respectivamente), sendo uma parte deste nitrogênio insolúvel em detergente neutro (6.7 e 6.2 % PB) e ácido (3.2 e 2.9 % PB), respectivamente.

Tabela 3. Composição química analisada (g/kg de MS) dos fermentados e das dietas experimentais sem o fermentado (controle), contendo 1% de fermentado de mandioca com vinhaça (FMV) e 1% fermentado de mandioca com soro de leite (FMS).

Itens	Dietas experimentais			Fermentados	
	Controle	FMV	FMS	FMV	FMS
Matéria seca	869.7	862.3	869.5	854.3	891.2
Matéria orgânica	911.9	906.8	910.8	908.3	881.7
Cinzas	76.6	80.3	77.6	78.4	105.4
Proteína bruta (PB)	161.8	158.4	155.7	36.5	43.9
FDN ¹	389.3	373.9	366.1	139.9	138.5
FDA ²	140.5	141.1	138.1	79.4	94.7
Ligninas	3.0	3.1	3.3	46.0	55.0
Hemiceluloses (FDN-FDA)	258.0	242.6	236.9	66.3	48.7
Celulose (FDA-Ligninas)	110.3	109.0	106.8	35.0	43.4
NIDN ³ , % PB	2.2	2.2	2.1	6.7	6.2
NIDA ⁴ , % PB	4.7	4.6	4.8	3.2	2.9
Amido	33.8	37.1	34.6	801.0	842.0
Extrato etéreo	87.4	98.1	104.6	22.7	14.2
Cálcio	12.1	14.1	11.5	1.6	1.6
Fósforo total	6.3	6.7	6.0	1.4	1.3

Lisina ⁵	0.80	0.82	0.82	-	-
Met+Cis ⁵	0.60	0.60	0.60	-	-
Energia bruta, kcal	-	-	-	3952,5	3802,3
pH	-	-	-	3.43	3.78

¹Fibra em detergente neutro analisada com amilase termoestável e expressa incluindo cinzas residuais; ²Fibra em detergente ácido, expressa incluindo cinzas residuais; ³Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; ⁴Nitrogênio insolúvel em detergente ácido; ⁵Calculado (Maertens et al., 2002).

3.2. *Produção de gases e digestibilidade in vitro e degradabilidade da matéria seca*

Como observado na tabela 4, houve diferença significativa ($P \leq 0.05$) no decaimento na taxa específica de produção de gás (A) apresentando-se maior para a dieta contendo FMS do que para as dietas controle e com FMV (0.17 vs. 0.16 e 0.16, respectivamente), contrariamente, o parâmetro de tempo para máxima taxa de fermentação (TMTF, h) foi significativamente menor ($P \leq 0.05$) quando incluiu-se o FMS (14.35 h) em comparação as dietas controle e com FMV (15.80 e 15.66 h, respectivamente). Não foram observados efeitos significativos para os parâmetros de DIVMS e DEGMS, assim como para os parâmetros B, mL/g MS, C, TMF, mL/h e LAG, h.

Tabela 4. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), degradabilidade *in vitro* da matéria seca (DEGMS) e parâmetros ajustados ao modelo Gompertz para quantidade máxima de gás produzido (B, mL / g de MS), taxa específica de produção de gás (C), decaimento da taxa específica de produção de gás (A), taxa máxima de fermentação (TMF, mL / h), tempo para máxima taxa de fermentação (TMTF, h) e tempo de latência (LAG, h) dos fermentados e tratamentos.

Fermentados	DIVMS	DEGMS	B, mL/g MS	C	A	TMF, mL/h	TMTF, h	LAG, h
FMV	0.92	0.88	162	5.13 ^a	0.14 ^a	6.26	17.80 ^b	4.41
FMS	0.87	0.85	171	4.83 ^b	0.13 ^b	5.89	19.12 ^a	4.27
<i>SEM</i>	0.01	0.01	2.27	0.03	0.002	0.09	0.26	0.06
<i>Valor P</i>	0.41	0.50	0.27	0.05	0.04	0.10	0.05	0.42
Dietas experimentais								
Controle	0.72	0.68	137.49	3.17	0.16 ^b	4.42	15.80 ^a	0.97
FMV	0.76	0.72	133.00	3.18	0.16 ^b	4.36	15.66 ^{ab}	1.01
FMS	0.73	0.71	131.16	3.23	0.17 ^a	4.75	14.35 ^b	1.00
<i>SEM</i>	0.01	0.01	2.27	0.03	0.002	0.09	0.26	0.06
<i>Valor P</i>	0.42	0.34	0.53	0.77	0.02	0.23	0.04	0.95

¹SEM: erro padrão da média; Médias na mesma coluna seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0.05$).

Foi observado uma diminuição ($P \leq 0.05$) na produção de ácido propiônico quando se incluiu o FMS (tabela 5), quando comparado ao tratamento controle e com FMV (3.74 vs. 10.46 e 9.07 $\mu\text{g/mL}$; 6.36 vs. 12.74 e 12.69 %, respectivamente), já o ácido butírico do tratamento controle apresentou-se maior ($P \leq 0.05$) quando comparado aos tratamentos com FMV e FMS (14.41 vs. 10.66 e 8.78 $\mu\text{g/mL}$, respectivamente), e contrariamente, a produção do ácido acético do tratamento controle e com FMV apresentaram-se menores ($P \leq 0.05$) quando comparado ao tratamento com FMS (66.89 e 69.94 vs. 77.34, respectivamente).

Tabela 5. Proporção de ácidos graxos voláteis nos conteúdos cecais de coelhos em crescimento alimentados com dietas sem fermentado (controle), dieta com fermentado de mandioca com vinhaça (FMV) e fermentado de mandioca com soro de leite (FMS), em substituição ao milho da dieta.

Item	Tratamentos			SEM ¹	Valor de P
	Controle	FMV	FMS		
Acético, $\mu\text{g/mL}$	49.59	46.50	47.94	2.07	0.83
Butírico, $\mu\text{g/mL}$	14.41 ^a	10.66 ^b	8.78 ^b	0.71	0.01
Propiônico, $\mu\text{g/mL}$	10.46 ^a	9.07 ^a	3.74 ^b	0.67	<0.001
AGV totais, $\mu\text{g/mL}$	74.46	66.23	61.35	2.69	0.14
Acético, %	66.89 ^b	69.94 ^b	77.34 ^a	1.05	<0.001
Butírico, %	19.80	16.44	16.30	0.71	0.07
Propiônico, %	12.74 ^a	12.69 ^a	6.36 ^b	0.72	<0.001

¹SEM: erro padrão da média; Médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0.05$).

3.3. Digestibilidade *in vivo* e contribuição nutritiva dos cecotrofos

A substituição do milho pelo FMV proporcionou aumento significativo ($P \leq 0.05$) para o CDPB de 0.72 para 0.77 g/kg MS, não havendo diferenças entre os demais parâmetros no ensaio de digestibilidade *in vivo* (Tabela 6).

Tabela 6. Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, cinzas, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e da energia bruta e proteína digestível (g/kg MS) e energia digestível (kcal/kg MS) das dietas, composição química dos cecotrofos (g/kg), peso vivo (g), consumo médio diário (CMD), produção diária de cecotrofos e contribuição nutritiva dos cecotrofos em matéria seca (CNMS) e proteína bruta (CNPB) de acordo com as dietas experimentais ($n = 12$ coelhos/tratamento).

	Tratamentos dietéticos			SEM ¹	P valor
	Controle	FMV	FMS		
Peso vivo, g	2158.30	2196.52	2167.03	46.65	0.94
CMD, g MS	144.61	153.40	146.56	4.24	0.69
Coeficiente de digestibilidade					
Matéria seca	0.63	0.62	0.63	0.31	0.52
Matéria orgânica	0.64	0.63	0.63	0.29	0.31
Matéria mineral	0.53	0.55	0.54	0.72	0.61
Proteína bruta	0.72 ^b	0.77 ^a	0.73 ^b	0.72	0.01
Fibra em detergente neutro	0.42	0.41	0.42	0.43	0.28
Fibra em detergente ácido	0.09	0.08	0.09	0.78	0.81
Energia bruta	0.64	0.63	0.64	0.33	0.56
Valores nutricionais da dieta					
Energia digestível, kcal/kg MS	2996	2969	3019	15.55	0.43
Proteína digestível, g/kg MS	100	106	100	0.13	0.15

Relação ED / PD ²	29.96	28.00	30.19	-	-
Composição química em matéria seca e proteína bruta dos cecotrofos (g/kg)					
CMD, g MS	102.00 ^b	130.24 ^a	117.60 ^{ab}	4.62	0.04
Matéria seca, g/kg	163.97 ^b	183.28 ^a	177.27 ^{ab}	0.31	0.04
Proteína Bruta, g/kg	309.34 ^a	275.84 ^b	290.94 ^{ab}	0.55	0.04
PDC, g MS	34.73 ^b	41.57 ^a	40.67 ^a	1.05	0.01
CNMS, %	26.04	24.70	26.15	0.66	0.62
CDPB, %	11.09	9.59	10.64	0.34	0.19

¹SEM: erro padrão da média; ²ED = EB da dieta (kcal/kg) x CDEB da dieta (%); Médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Tukey (P≤0.05).

O CMD, MS e a produção de cecotrofos da dieta com FMV durante a cecotrofia apresentaram aumento significativo (P≤0.05) de 102 para 130.24 g MS, 163.97 para 183.28 g/kg e 34.73 para 41.57 g MS, respectivamente) se comparado ao tratamento controle. A PB dos cecotrofos se apresentou significativamente menor (P≤0.05) quando oferecida dieta contendo FMV (275.84 g/kg) em comparação a dieta controle (309.34 g/kg).

3.4. Desempenho produtivo e saúde dos animais

Os resultados do ensaio de desempenho não apresentaram diferença significativa (P>0.05) para nenhum dos parâmetros avaliados. No entanto, o parâmetro de morbidade apresentou efeito significativos (P≤0.05), somente para os animais do tratamento controle, não apresentaram nenhuma morbidade, diferentemente dos tratamentos contendo ambos os fermentados (Tabela 7).

Tabela 7. Peso vivo, consume médio diário (CMD, g/dia), ganho de peso diário (GPD, g/dia), conversão alimentar (CA, g/g), morbidade, mortalidade e índice de risco à saúde de problemas digestivos de coelhos em crescimento alimentados com dietas controle (sem inclusão de fermentado), contendo 1% de fermentado de mandioca com vinhaça (FMV) e 1% fermentado de mandioca com soro de leite (FMS) ($n = 40$ coelhos/tratamento).

Peso vivo	Tratamentos dietéticos			SEM ¹	Valor de P
	Controle	FMV1	FMS1		
30 dias, g	634.11	626.40	634.73	12.52	0.96
51 dias, g	1625.38	1615.60	1639.38	21.56	0.67
72 dias, g	2372.88	2367.68	2396.28	24.95	0.72
Primeiro período (30 a 51 dias)					
GPD, g/dia	47.20	47.32	47.84	0.56	0.89
CMD, g/dia	108.22	115.59	112.38	2.15	0.38
CA, g/g	2.29	2.36	2.35	0.03	0.59
Segundo período (51 a 72 dias)					
GPD, g/dia	35.59	35.64	35.29	0.40	0.93
CMD, g/dia	141.66	148.57	144.35	1.81	0.30
CA, g/g	3.99	4.18	4.03	0.05	0.27
Período total (30 a 72 dias)					
GPD, g/dia	41.39	41.48	41.94	0.42	0.86
CMD, g/dia	124.94	132.08	128.37	3.44	0.24
CA, g/g	3.01	3.18	3.05	0.03	0.06
Morbidade, mortalidade e índice de risco à saúde					
	Controle	FMV	FMS	X ²	Valor de P

Mortalidade, %	5.0 (2)	5.0 (2)	7.5 (3)	0.6996	0.70
Morbidade, %	0.0 (0)	7.5 (3)	2.5 (1)	0.0126	0.01
² Índice de risco a saúde, %	5.0 (2)	12.5 (5)	10.0 (4)	0.2037	0.20

¹SEM: erro padrão da média; Médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0.05$); Entre parênteses, o número de animais mortos ou doentes;

²Índice de risco a saúde: mortalidade + morbidade.

3.5. Características de abate e carcaça

Na avaliação das características pós-morte, foram encontrados resultados significativos ($P \leq 0.05$) para o pH do conteúdo cecal, em que, a substituição do milho pelo FMS apresentou aumento de 6.18 no tratamento controle para 6.50 no tratamento com FMS e redução ($P \leq 0.05$) no rendimento de carcaça (48.80 para 46.67 %, respectivamente). Resultados expostos na tabela 8.

Tabela 8. Características de carcaça e trato gastrointestinal do conteúdo cecal de coelhos em crescimento alimentados com dietas controle (sem inclusão de fermentado), contendo 1% de fermentado de mandioca com vinhaça (FMV) e 1% fermentado de mandioca com soro de leite (FMS) ($n = 40$ coelhos/tratamento).

	Tratamentos dietéticos			SEM ¹	Valor de P
	Controle	FMV	FMS		
Peso ao abate, g	2365.25	2382.72	2401.49	10.94	0.40
Pele comercial, % PA	11.96	12.27	11.76	0.15	0.42
Fígado, % PA	6.67	6.94	6.83	0.16	0.81
Rins, % PA	1.44	1.62	1.60	0.03	0.10

Carcaça referência, g	1154.45	1148.71	1120.80	7.87	0.16
Coração e anexos, g	2.47	2.76	2.56	0.06	0.18
Rendimento de carcaça, %	48.80 ^a	48.21 ^a	46.67 ^b	0.28	<0.01
<hr/>					
Peso relativo dos segmentos do trato digestivo					
<hr/>					
Trato gastro cheio, % PA	14.35	14.29	14.81	0.22	0.60
Estômago cheio, % PA	3.34	3.70	3.79	0.10	0.17
Estômago vazio, % PA	1.22	1.24	1.27	0.01	0.48
Conteúdo estomacal, % PA	2.12	2.45	2.51	0.09	0.21
Ceco cheio, % PA	5.45	5.20	5.57	0.12	0.49
Ceco vazio, % PA	1.55	1.41	1.47	0.02	0.09
Conteúdo cecal, % PA	3.89	3.79	4.10	0.10	0.51
<hr/>					
Características conteúdo cecal					
<hr/>					
Matéria seca, g/kg	96.1	66.1	105.9	1.10	0.314
pH	6.18 ^b	6.25 ^b	6.50 ^a	0.03	<0.001
N-NH mmol/L	3.91	3.68	4.53	0.17	0.101

%PA: proporcional ao peso ao abate; ¹ SEM: erro padrão da média; Médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0.05$).

4. Discussão

4.1. Produção de gases e digestibilidade *in vitro* e degradabilidade da matéria seca

O valor nutritivo dos alimentos é determinado pelas concentrações de sua composição química e sua taxa de digestão, pensando nisso, técnicas *in vitro* são realizadas com a finalidade de avaliar ingredientes e dietas para coelhos (De Blas et al., 2015; Kara, 2016). Os valores semelhantes de DIVMS e DEGMS entre as dietas desse estudo revelam que a inclusão do FMV e FMS não alteraram ($P > 0.05$) a digestibilidade e degradabilidade da MS

das dietas, sendo os valores da DIVMS se apresentaram próximos à média obtida por Villamide et al. (2009) e Ferreira et. al. (2017) ao avaliar ingredientes tradicionais para alimentação de coelhos.

É necessário adaptação da colonização dos microrganismos presentes no inóculo diluído ao substrato (Lavrenčič, 2007). Esta pode ser uma explicação para a diferença significativa encontrada para o menor tempo para a máxima taxa de fermentação (TM_{TF}, h) no tratamento com FMS, onde, provavelmente a comunidade microbiana presente no soro de leite pode ter apresentado um efeito sobre o substrato, pelo simples fato de que os animais já estariam adaptados enzimaticamente para a fermentação e posterior digestão de componentes derivados do leite. Apesar da presença de substâncias inibidoras no processo de fermentação da vinhaça (Compart et al. 2013), fitotoxinas, fenóis e polifenóis, também são comuns nesse tipo de resíduo agroindustrial (España-Gamboa et al., 2011), contudo, sua inclusão não causou diferença significativa nos parâmetros avaliados para produção de gases (PG) e proporção de AGV, quando comparada ao tratamento controle. Sabe-se que a quantidade de gás produzida na fermentação *in vitro* é diretamente relacionado com a quantidade de produção de ácidos graxos de cadeia curta (Blümmel et al., 1997; Getachew et al., 1998), que nessa pesquisa, não apresentaram diferenças significativas ($P > 0.05$), quanto a concentração de AGV totais entre os grupos. Entretanto, os ácidos propiônico e butírico nos tratamentos controle e com FMV foram significativamente maiores do que no FMS ($P \leq 0.05$), contrariamente ao ácido acético que se apresentou predominante do grupo com FMS em comparação com o controle e FMV que foram similares ($P \leq 0.05$). Resultados contraditórios foram relatados por alguns autores, como Kimsé et al. (2012), Rotolo et al. (2014) e Belhassen, et al. (2016) que não encontraram efeito da levedura *S. cerevisiae* nas proporções de ácidos graxos voláteis, assim como Maertens et al. (1994) e Bonai et al. (2008) não observaram nenhum efeito do *Bacillus* na fermentação.

Apesar da incompatibilidade dos resultados encontrados no presente estudo com alguns trabalhos, os valores para AGV total e proporções predominante de ácidos acético, seguido de butírico e propiônico dessa pesquisa estão todos de acordo com a literatura (Garcia et al., 2002; Gidenne et al., 2008) e são explicados por alguns autores que alegam que este fato pode estar associado a uma maior disponibilidade de substratos fermentados por bactérias celulolíticas, concomitantemente a uma menor atividade de microbiota amilolítica no ceco (Falcão-e-Cunha et al., 2004; Blas e Gidenne, 2010; Xiccatto et al., 2011).

4.2. Digestibilidade *in vivo* e contribuição dos cecotrofos

No ensaio de digestibilidade *in vivo* as dietas experimentais não foram influenciadas ($P > 0.05$) pela adição dos fermentados de vinhaça ou de soro de leite, com exceção do coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), que apresentou valor mais alto no tratamento com FMV (0.77 g/kg MS) quando comparado aos tratamentos controle e com FMS, que foram similares (0.72 e 0.73 g/kg MS, respectivamente), contrariamente aos valores encontrados por Coelho et al., (2016), que não encontraram diferenças significativas para o CDPB quando utilizaram vinhaça na dieta de coelhos em crescimento, assim como os achados por Khayyall et al., (2017), que avaliaram o efeito de dietas contendo 0.5% levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) na dieta de coelhos em crescimento e observaram melhora na digestibilidade da PB, FB, e EE quando comparada a dieta controle. Segundo Fernandez et al., (1994), a melhora do CDFB pode estar relacionada a melhora na concentração de microrganismos benéficos, que exercem importante papel na digestão das fibras em coelhos, fato confirmado por outros autores (Hammad e Gomaa, 2001; Abdou e Gomaa, 2002) que observaram melhora significativa na digestibilidade dos nutrientes das dietas de coelhos suplementados com levedura viva. Posteriormente, estes resultados foram novamente confirmados por Ojokoh (2007), que relatou o importante papel que as leveduras

desempenham, podendo apresentar aspectos positivos através do processo de fermentação e conseqüentemente, melhorar a digestibilidade das proteínas e fibras das dietas, assim como Abang & Shittu (2015), observaram que com a fermentação prolongada das leveduras houve uma diminuição significativa de taninos, oxalatos, fitatos e saponina.

Quanto a substituição do milho pelos fermentados, não houve diferença significativa para o CDMO, contrariamente aos dados encontrados por Stemme, et al., (2005), que trabalharam com a inclusão de vinhaça acima de 43% na dieta de suínos e observaram diminuição da digestibilidade da matéria orgânica. Segundo os mesmos autores, este fato está atribuído a redução do tempo de retenção do quimo, que resulta em diarreia impulsionada osmoticamente pela alta concentração de sulfato provinda da vinhaça. No caso da presente pesquisa, a concentração de vinhaça foi menor que a utilizada pelos autores supracitados, sendo este, um dos prováveis motivos de não ter havido diferenças significativa para o parâmetro de CDMO, diferentemente do encontrado por El-Badawil, et al., (2017) trabalharam com dietas contendo 0.1 % de levedura e/ou 0.1% de *Bacillus subtilis* para coelhos e constataram diferença significativamente melhores na digestibilidade dos nutrientes das dietas suplementadas com leveduras ou bactérias quando comparada a dieta controle. Em resumo, tanto a levedura advinda da vinhaça quanto as bactérias do leite (*Bacillus spp.*) podem ser utilizados em dietas para coelhos sem alterações negativas na digestibilidade dos nutrientes.

No ensaio de cecotofia, foram observados valores mais altos ($P \leq 0.05$) para o CMD, MS, PB e produção do tratamento contendo FMV, quando comparado ao tratamento controle, exceto para a PB que se apresentou inferior no tratamento com FMV, isso se deve, muito provavelmente, pela viação encontrada na composição da ração. Contrariamente aos achados por Coelho et al., (2016) que utilizaram feno enriquecido com vinhaça para coelhos em crescimento e não observaram diferenças significativas em nenhum dos tratamentos

avaliados no ensaio de cecotrofia. Não obstante, Kayyall, et al., (2017) observaram que a suplementação com a levedura em dietas para coelhos melhorou o consumo de ração, fato confirmado na presente pesquisa. Contudo, é possível o uso de vinhaça na dieta de coelhos em crescimento sem prejuízos a contribuição nutritiva dos cecotrofos.

4.3. Desempenho produtivo e saúde dos animais

Os resultados do ensaio de desempenho não apresentaram diferença significativa ($P > 0.05$) para nenhum dos parâmetros avaliados. Estes resultados estão de acordo com os achados por Oliveira et al, (2013), que utilizaram vinhaça líquida na dieta de coelhos em crescimento e não verificaram diferenças significativas nos parâmetros de peso final, GPD e características de rendimento de carcaça. Ainda, segundo os autores, a ingestão diária de ração e conversão alimentar diminuiu linearmente com o aumento da vinhaça na dieta, apresentando-se contrariamente aos resultados encontrados na presente pesquisa. Contudo, Oliveira et al, (2013), indicaram o uso da vinhaça líquida *in natura* em rações para coelhos em até 87.8 g por quilograma de dieta sem afetar o desempenho dos animais. Da mesma forma, Ferreira et al., (2017) avaliaram o uso de bagaço de cana enriquecido com vinhaça em dietas para coelhos em crescimento e observaram o mesmo resultado para a CA, que apresentou decaimento quando houve inclusão de vinhaça nas dietas, porém, assim como na presente pesquisa, não houve diferença significativa para o PV, GMD, CMD e peso de abate entre os grupos. Cientificamente, existem poucos estudos sobre o uso da vinhaça na alimentação de coelhos, e os resultados da presente pesquisa, referentes a mortalidade dos animais não corroboram com os achados por Belhassen, et al., (2015), que os coelhos foram alimentados com 1g de levedura / kg de pré mistura mineral e apresentaram taxa de mortalidade significativamente menor ($P \leq 0.05$) quando comparados ao grupo controle. Este resultado pode ser explicado por um possível beneficiamento da levedura sobre a microbiota no ceco, já que

os autores supracitados utilizaram levedura concentrada. Trabalho semelhante foi realizado por Belhassen, et al., (2016), que suplementaram a dieta de coelhos com 1 g de *Saccharomyces cerevisiae* / kg de dieta e não observaram alteração na mortalidade entre os grupos avaliados. Não obstante, El-Badawil et al., (2017) verificaram que a suplementação de 0.1% de *Saccharomyces cerevisiae* e *Bacillus spp.* em rações peletizadas para coelhos não afetam o CR, porém, o GP e CA apresentou melhora com as dietas suplementadas por bactérias e leveduras quando comparadas ao tratamento controle. Assim como Ahmed et al., (2019) não encontraram diferenças significativas para o CR entre os tratamentos com 4 e 5 g de *Saccharomyces cerevisiae* / kg de ração, exceto para o GP, que apresentaram aumento nos tratamentos com a levedura. Pesquisa realizada por Hegab, et al., (2019) para avaliar o efeito da *S. cerevisiae* e *Lactobacillus acidophilus* por via oral em coelhos em fase de crescimento, observaram melhoras no GPD e CA dos animais que receberam o tratamento com *Lactobacillus*, assim como ausência de algumas bactérias patogênicas e presença de leveduras benéficas, resultados estes que corroboram com os achados por Ahmed et al., (2019) que mostraram que com a adição de *Saccharomyces cerevisiae* em dietas para coelhos melhoram algumas características de carcaça.

A vinhaça mantém o equilíbrio da microbiota intestinal e diminui a incidência de patógenos intestinais que atuam negativamente na produção (HIDALGO et al., 2009), melhora as alterações histopatológicas de vários órgãos e promovem efeitos positivos no desempenho produtivo animal (ESHAK et al., 2013), havendo a necessidade de mais pesquisas para confirmar estes resultados e compreender o modo de ação da levedura como um probiótico (BELHASSEN, et al., 2015).

4.4. Características de abate e carcaça

A suplementação com fermentado de mandioca com vinhaça e fermentado de mandioca com soro de leite na dieta de coelhos não proporcionou alterações sobre as características de carcaça e rendimento das vísceras, neste trabalho observou-se que o rendimento de carcaça, quando incluído fermentado de mandioca com vinhaça, apresentou resultados similares ao tratamento controle, a inclusão de vinhaça fornece leveduras que beneficiam as características de carcaça diretamente, assim como observado por Ahmed et al. (2019).

Pesquisas com a utilização de vinhaça e/ou soro de leite na alimentação de coelhos são escassos, caracterizando uma necessidade clara da realização de mais trabalhos, principalmente no que tange a utilização de resíduos agroindustriais, resultando com isso, a diminuição dos impactos ambientais devido ao descarte irregular desses resíduos. Contudo, por serem substâncias ácidas, têm sido usadas como aditivos na alimentação animal, por apresentarem melhoras na digestibilidade energética e protéica, e na absorção de minerais (Diebold e Eidelsburger, 2006). Coelho et al. (2016) relataram maior peso do rim em animais que receberam feno de Tifton 85 com vinhaça. Semelhante a presente pesquisa, Oliveira et al., (2013) constataram que mesmo com a presença de leveduras e nutrientes da vinhaça, substâncias estas, que melhoram a digestibilidade e absorção de nutrientes através do beneficiamento da microbiota intestinal, não houve efeito significativo nas vísceras de coelhos que receberam levedura na dieta, corroborando com os achados por Ferreira et al., (2017) que não observaram diferenças significativas nas características de carcaça de coelhos alimentados com bagaço de cana enriquecido com vinhaça. Uma explicação para a diferença encontrada no pH cecal e no rendimento de carcaça dos animais da presente pesquisa, é que as características físico-químicas do soro de leite podem ter influenciado a capacidade tamponante do alimento ingerido (Gabert et al., 1995) e, portanto, haver interferido nos processos digestivos e consequentemente ter reduzido o rendimento de carcaça. Do mesmo modo, Belhassen, et al., (2016) avaliaram dieta contendo 1 g de

Saccharomyces cerevisiae / kg de ração e observaram que a levedura não afetou as características de abate, exceto para o peso do ceco vazio que foi maior no tratamento controle, diferentemente dos resultados encontrados nesta pesquisa que apresentou diferença no peso do ceco em nenhum dos tratamentos avaliados. Os autores relataram que os tratamentos não afetaram significativamente a microbiota cecal, contradizendo os achados por Belhassen, et al., (2015) que os coelhos foram alimentados com levedura apresentaram taxa de mortalidade significativamente menor, corroborando com os achados na presente pesquisa e diferentemente dos achados por EL-Badawil, et al., (2017) que avaliaram as características de carcaça de coelhos que receberam *S. cerevisiae* e *Bacillus* na concentração de 0.1% e não observaram alterações entre os diferentes grupos. Contrariamente aos autores supracitados, Ahmed, et al., (2019) trabalharam com levedura *Saccharomyces cerevisiae* como aditivo na dieta de coelhos em crescimento e os resultados mostraram que com a adição da levedura nas proporções de 4 e 5 g / kg de ração foi apresentada significância positiva para o peso da carcaça em comparação ao tratamento controle, assim como a presente pesquisa, porém, para os parâmetros gastrointestinais avaliados pelos autores, não foram observadas diferenças significativas, corroborando com os achados neste trabalho.

5. Conclusão

Os resultados deste estudo revelaram que a substituição do milho pelos fermentados de mandioca com vinhaça e/ou soro como aditivos em rações para coelhos em crescimento não apresentam quaisquer mudanças significativas no desempenho. Além disso, uma explicação contundente para a maior digestibilidade da proteína bruta encontrada no tratamento que continha a vinhaça, seria a variação no momento da batida da ração, já que a quantidade inserida foi somente de 1%. Contudo, mais estudos são necessários para entender os efeitos

dos fermentados para coelhos em crescimento. Estudar um nível mais elevado de substituição poderá mostrar-se interessante.

Conflito de interesses

Os autores declaram que não existem conflitos de interesse.

Agradecimentos

Este trabalho foi apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento e Científico e Tecnológico (CNPq; sob o número 443305 / 2014-5) e Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG). Agradecimentos especiais à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Educação Superior (CAPES) pelo apoio ao desenvolvimento desta pesquisa, a Fazenda Coreias de propriedade de Fábio Santos, pelo fornecimento da vinhaça, e a fazenda Coqueiros de propriedade de João Dutra, pelo fornecimento do soro de leite, ambas situadas na zona rural de Coronel Xavier Chaves.

Referências

AOAC international. 2012. Official Methods of Analysis, 16th edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.

AOAC international. 2000. Official Methods of Analysis, 17th edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.

AOAC international. 1995. Official Methods of Analysis, 16th edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.

Abad R, Ibáñez MA, Carabaño R, García J. 2013. Quantification of soluble fibre in feedstuffs for rabbits and evaluation of the interference between the determinations of soluble fibre and intestinal mucin. Anim. Feed Sci. Technol. 182: 61-70.

- Abang FB and Shittu HA. 2015. Effect of fermentation on the chemical composition of peeled taro cocoyam meal (*Colocasia esculenta var esculenta*). IOSR J. of Agric. and Veterinary Sci. 8: 2319-2380.
- Abdou AM and Gomaa AM. 2002. Pelleted diet enrichment with a yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) and its impact on growth, carcass traits and caecal microbial content of growing New Zealand White rabbits. Egyptian J. of Applied Sci. 17: 18-30.
- Basavaraj M, Nagabhushana V, Prakash N, Appannavar MM, Waggmare P, Mallikarjunappa S. 2011. Effect of Dietary Supplementation of Curcuma Longa on the Biochemical Profile and Meat Characteristics of Broiler Rabbits under Summer Stress. Vet. World. 4: 15- 18.
- Belhassen T, Bonai A, Gerencsér ZS, Matics ZS, Tuboly T, Bergaoui R, Kovacs M. 2016. Effect of diet supplementation with live yeast *Saccharomyces cerevisiae* on growth performance, caecal ecosystem and health of growing rabbits. World Rabbit Sci. 24: 191-200.
- Blasco A, Ouhayoun J. 1996. Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. Revised proposal. World Rabbit Sci. 4: 93-99.
- Boisen S. 1991. A model for feed evaluation based on in vitro digestibility dry matter and protein. In: Fuller, M.F. (Ed.), *In vitro* Digestion for Pigs and Poultry. CAB International, Wallingford, UK. 135-145.
- Bónai A, Szendrő ZS, Matics ZS, Fébel H, Pósa R, Tornyos G, Horn P, Kovács F, Kovács M. 2008. Effect of *Bacillus cereus* var. *toyoi* on caecal microflora and fermentation in rabbits. In: Proceedings of the 9th World Rabbit Congress, June 10-13, Verona, Italy. 561- 565.
- Blummel M, Makkar HPS and Becker K. 1997. In vitro gas production: a technique revisited. J. of Anim. Phy. and Anim. Nutr. 77: 24-34.

Bovera F, Nizza S, Marono S. 2010. Effect of mannan oligosaccharides on rabbit performance, digestibility and rectal bacterial anaerobic populations during an episode of epizootic rabbit enteropathy. *World Rabbit Sci.* 18:916.

Calabrò S, Nizza A, Pinna W, Cutrignelli MI, Piccolo V. 1999. Estimation of digestibility of compound diets for rabbits using the *in vitro* gas production technique. *World Rabbit Sci.* 7:197-201.

Coelho CCGM, Ferreira WF, Mota KCN, Rocha LF, Sousa TN, Costa Júnior MB, Neta CSS, Ferreira FNA. 2016. Utilização digestiva e produtiva de dietas semi simplificadas com fenos enriquecidos com vinhaça para coelhos em crescimento. *B. Indúst. Anim.* 73:1-8.

Collier CT, Carroll JA, Ballou MA, Starkey JD, Sparks JC. 2010. Oral administration of *Saccharomyces cerevisiae* reduces mortality associated with immune and cortisol responses to *Escherichia coli* endotoxin in pigs. *Journal of Animal Science.* 89:52-58.

Compart DMP, Carlson AM, Crawford GI, Fink RC, Diez-Gonzalez F, DiCostanzo A, Shurson GC. 2013. Presence and biological activity of antibiotics used in fuel ethanol and corn co-product production. *J. Anim. Sci.* 91:2395–2404.

Corcionivoschi N, Drinceanu D, Mircea PI, Stack D, Stef L, Julean C, Bourke B. 2010. The effect of probiotics on animal health. *Animal Science and Biotechnologies.* 43:35-41.

De Blas E, Gidenne T. 2010. Digestion of starch and sugars. In: De Blas, C., Wiseman, J. (Ed). *The Nutrition of the Rabbit.* 2.ed. Reino Unido: CABI Publishing. 19-38.

De Blas JC, Mateos GG. 2010. Feed formulation. In: De Blas, C., Wiseman, J. (Ed). *The Nutrition of the Rabbit.* 2.ed. Reino Unido: CABI Publishing. 222-232.

De Blas JC, Rodríguez CA, Bacha F, Fernández R, Abad-Guamán R. 2015. Nutritive value of co-products derived from olive cake in rabbit feeding. *World Rabbit Sci.* 23:255–262.

Diebold G, Eidelsburger U. 2006. Acidification of diets as an alternative to antibiotic growth promoter. In: Barug D, Long J, Kies AK, Verstegen MWA. (Eds.) Antimicrobial growth promoter. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. 311-327.

El-Badawi AY, Helal FIS, Yacout MHM, Hassan AA, El-Naggar S, Elsabaawy EH. 2017. Growth performance of male NZW rabbits fed diets supplemented with beneficial bacteria or live yeast. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, Special issue: 220–226.

Eshak MG, Farag IM, Fadel M, Stino FKR. 2013. Effect of distillery vinasse on the productive performance, DNA, damage, expression of IGF1 gene and histopathological changes in Japanese quail fed diets contaminated with phenol. *Glob. Vet.* 11:657–673.

España-Gamboa E, Mijangos-Cortes J, Barahona-Perez L, Dominguez-Maldonado J, Hernández-Zarate G, Alzate-Gaviria L. 2011. Vinasses: characterization and treatments. *Waste Manag. Res.* 29:1235–1250.

Falcão-e-Cunha L, Peres H, Freire JPB, Castro-Solla L. 2004. Effects of alfalfa, wheat bran or beet pulp, with or without sunflower oil, on caecal fermentation and on digestibility in the rabbit. *Anim. Feed Sci. Tech.* 117:131-149.

Fernandez C, Cobos A, Fraga MJ. 1994. Effect of fat inclusion on diet digestibility in growing rabbits. *J. Animal Sci.* 72:1508-1518.

Ferreira FNA, Ferreira WM, Silva Neta CS, Inácio DFS, Mota KCN, Costa Júnir MB, Rocha LF, Lara LB, Fontes DO. 2017. Effect of dietary inclusion of dried or autoclaved sugarcane bagasse and vinasse on live performance and *in vitro* evaluations on growing rabbits. *Anim. Feed Sci. Techn.* 230:87-95.

Gabert VM, Sauer WC, Schmitz M, Ahrens, F, Mosenthin R. 1995. The effect of formic acid and buffering capacity on the ileal digestibilities of amino acids and bacterial

populations and metabolites in the small intestine of weanling pigs fed semipurified fish meal diets. *J. of Anim. Sci.* 75: 615-623.

García J, Gidenne T, Falcão-e-Cunha L, De Blas C. 2002. Identification of the main factors that influence caecal fermentation traits in growing rabbits. *Anim. Res.* 51:165-173.

Getachew G, Blümmel M, Makkar HPS, Becker K. 1998. In vitro gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. *Animal Feed Science and Technology.* 72:261-281.

Gidenne T. 1997. Caeco-colic digestion in the growing rabbit: impact of nutritional factors and related disturbances. *Liv. Prod. Sci.* 51:73-88.

Gidenne T, Combes S, Licois D, Carabaño R, Badiola I, García J. 2008. The caecal ecosystem and the nutrition of the rabbit: interaction with digestive health. *INRA Productions Animales.* 21:239-249.

Gidenne T, Lapanouse A. 2000. Technical note: The measurement of soft faeces production is affected by the type of collar. *World Rabbit Sci.* 8:41-42.

Globalfood. Soro um alimento saudável e base econômica para produtos inovadores. 2006. Acesso em: 11 outubro. 2019.

Hammad MR, Gomaa AM. 2001. Influence of supplying mash diet with a probiotic yeast culture on growth performance and caecal microbial content of New Zealand White rabbits. *Egypt. J. of App. Sci.* 16:1-10.

Hegab IM, Eman AA, Rania AH, El-Azzazi FE. 2019. Effect of probiotics on productive, physiological and microbiological parameters of new zeland White rabbits reared under hot summer conditions. *Egypt. Poult. Sci.* 39:599-614.

Hidalgo K, Rodríguez B, Valdivié M, Febles M. 2009. Utilización de la vinaza de destilería como aditivo para pollos en ceba, Cuban. *J. Agric. Sci.* 43:281–284.

- Kara K. 2016. Effect of dietary fibre and condensed tannins concentration from various fibrous feedstuffs on gas production kinetics with rabbit faecal inoculum. *J. Anim. Feed Sci.* 25:266–272.
- Khayyal1 AA, Bakr EOA, Phillip YL, Hussein AM, Khir AA. 2017. Effect of diets containing dried taro (*Colocasia esculenta*) waste and dried Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on performande of growing rabbits. *J. Anim. and Poultry Prod., Mansoura Uni.* 8:109-117.
- Kimsé M, Bayourthe C, Monteils V, Fortun-Lamothe L, Cauquil L, Combes S, Gidenne T. 2012. Live yeast stability in rabbit digestive tract: Consequences on the caecal ecosystem, digestion, growth and digestive health. *Anim. Feed Sci. Technol.* 173:235-243.
- Lavrenčič A. 2007. The effect of rabbit age on in vitro caecal fermentation of starch, pectin, xylan, cellulose, compound feed and its fibre. *Animal.* 1:241-248.
- Lavrenčič A, Stefanon B, Susmel P. 1997. An evaluation of the Gompertz model in degradability studies of forage chemical components. *Anim. Sci.* 64:423-431.
- Licois DCP, Ceré N, Vautherot JF. 2000. Epizootic enterocolitis of the rabbit: review of current research., In: *Proceedings of the 7th World Rabbit Congress, Valencia, Spain.* 187-194.
- Maertens L, Van Renterghem R, De Groote G. 1994. Effects of dietary inclusion of Paciflor R (*Bacillus Cip 5832*) on the milk composition and performances of does and caecal and growth parameters of their weanlings. *World Rabbit Sci.* 2: 67-73.
- Maertens L, Perez JM, Villamide M, Cervera C, Gidenne T, Chiccatto G. 2002. Nutritive value of raw materials for rabbits: Egran tables 2002. *World Rabbit Sci.* 10:157-166.
- Marounek M, Skrivanova E, Rada V. 2003. *Folia Microbiologica.* 48:731-735.
- Marret N. Manufacturer says refinery tech aids whey process ‘purity’. 2009. Acesso em: 25 agosto 2020.

- Marshall K. 2004. Therapeutic applications of whey protein. *Alternative Medicine*, Buffalo, 9:136- 156.
- Mauricio RM, Mould FL, Dhanoa MS, Owen E, Channa KS, Theodourou MK. 1999. A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminants feedstuff evaluation. *Anim. Feed Sci. Technol.* 79:321-330.
- Motta Ferreira W, Fraga MJ, Carabaño R. 1996. Inclusion of grape pomace, in substitution for alfalfa hay, in diets for growing rabbits. *Anim. Sci.* 63:167-174.
- Ojokoh AO. 2007. Effect of fermentation on the chemical composition of mango (*Mangifera indica*) peels. *Afr. J. of Biotech.* 6:1979-1981.
- Oliveira MC, Silva DM, Carvalho CAFR, Alves MF, Dias DMB, Martins PC, Bonifácio NP, Souza Júnior MAP. 2013. Effect of including liquid vinasse in the diet of rabbits on growth performance. *R. Bras. Zootec.* 42:259-263.
- Perez JM, Lebas F, Gidenne T, Maertens L, Xiccato G, Parigi-Bini R, Zotte AD, Cossu ME, Carazzolo A, Villamide MJ, Carabaño R, Fraga MJ, Ramos MA, Cervera C, Blas E, Fernández J, Falcão-e-Cunha L, Freire J. B 1995. European reference method for *in vivo* determination of diet digestibility in rabbits. *World Rabbit Sci.* 3:41-43.
- Püschel B, Daniel N, Bitzer E, Blum M, Renard J, Viebahn C. 2010. The Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*): A model for mammalian reproduction and Early Embryology. Acessado em: <http://cshprotocols.cshlp.org/content/2010/1/pdb.emo139>.
- Ramos MA, Carabano R, Boisen S. 1992. An *in vitro* method for estimating digestibility in rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.* 15:938-946.
- R Core Team. 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna. Austria, 2017.

Rotolo L, Gai F, Peiretti PG, Ortoffi M, Zoccarato I, Gasco L. 2014. Live yeast (*Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*) supplementation in fattening rabbit diet: effect on productive, performance and meat quality. *Livest. Sci.*, 162:178-184.

Santos FB. Cunicultura: análise de viabilidade de gerar uma empresa voltada para criação de 500 coelhos por mês em Feira de Santana, Bahia. 93p. 2010. Monografia (Bacharel em Administração) – Curso de Administração, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana - Dpto de Ciências Sociais Aplicadas.

Silva JD, Queiroz AC. 2002. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa, MG: UFV. 235.

Stemme K, Gerdes B, Harms A, Kamphues J. 2005. Beet-vinasse (condensed molasses solubles) as an ingredient in diets for cattle and pigs – nutritive value and limitations. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 89:179-183.

Theodorou MK, Williams BA, Dhanoa MS, McAllan AB, France J. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 48:185-197.

Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583–3597.

Villamide MJ, Maertens L, Cervera C, Perez JM, Chiccatto G. 2001. A critical approach of the calculation procedures to be used in digestibility determination of feed ingredients for rabbits. *World Rabbit Sci.* 9:19-25.

Villamide MJ, Carabaño R, Maertens L, Pascual JJ, Gidenne T, Falcão-e-Cunha L, Chiccatto G. 2009. Prediction of the nutritional value of European compound feeds for rabbits by chemical components and in vitro analysis. *Anim. Feed Sci. Technol.* 150:283–294.

Xiccato G, Trocino A, Majolini D, Fragkiadakis M, Tazzoli M. 2011. Effect of decreasing dietary protein level and replacing starch with soluble fibre on digestive physiology and performance of growing rabbits. *Animal*. 5:1179-1187.

ARTIGO II: Alimentos fermentados de mandioca: Uma nova opção para dieta de coelhos em crescimento

Resumo:

O objetivo desse trabalho foi avaliar o desempenho de coelhos Nova Zelândia Branco alimentados com dietas contendo fermentado de mandioca com vinhaça e/ou soro de leite em substituição total ao milho da dieta. Os três tratamentos consistiram em uma dieta sem inclusão dos fermentados (controle) e outras duas com substituição total do milho pelo fermentado de mandioca com vinhaça (FMV) ou com soro de leite (FMS). Para o ensaio de desempenho foram utilizados 120 coelhos distribuídos em três grupos com 40 animais cada. O delineamento foi inteiramente casualizado com dois animais por unidade experimental. Foram avaliados desempenho produtivo, morbidade e mortalidade, e avaliação de carcaça e órgãos. Foram realizados ensaios de digestibilidade *in vivo* e *in vitro* e a contribuição nutritiva dos cecotrofos, além dos parâmetros fermentativos produção de gases e a produção de ácidos graxos voláteis (AGV's) por cromatografia gasosa. Os resultados mostraram que no desempenho houve diferença significativa ($P < 0.05$) somente para a CA que foi maior na dieta contendo FMS nos três períodos (2.29 para 2.58, 3.99 para 4.44 e 3.01 para 3.36 g/g, respectivamente). Para os parâmetros de morbidade e mortalidade não foram encontrados efeitos significativos ($P > 0.05$). Foram encontrados resultados significativos ($P < 0.05$) para o peso relativo do estômago cheio, conteúdo estomacal e pH do conteúdo cecal, em que a inclusão do FMS apresentou aumento linear (3.35 para 4.02, 2.13 para 2.74 e 6.19 para 6.67, respectivamente) e redução linear ($P < 0.05$) na carcaça referência (1154.46 para 109.10 g) e rendimento de carcaça (48.80 para 46.57 %), contrariamente aos valores encontrados para o peso dos rins que apresentou um aumento ($P < 0.05$) considerável de 1.45 para 1.64 % em relação ao peso ao abate. O resultado da digestibilidade aparente demonstraram que com a inclusão do FMS houve uma queda ($P < 0.05$) no coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO) e proteína bruta (CDPB) em comparação as dietas controle e com FMV. Da mesma forma, os valores nutricionais de ED e PD diminuíram com a substituição do milho pelo FMS, não havendo diferenças entre os demais parâmetros no ensaio de digestibilidade aparente. O CMD da dieta com FMS durante a cecotrofia aumentou ($P < 0.05$) de 102 para 128.57 g MS se comparado ao tratamento controle, e o conteúdo em PB dos cecotrofos foi menor ($P < 0.05$) quando oferecidas dietas contendo FMS (271.62 g/kg) em comparação a dieta controle que teve um aumento (309.34 g/kg). O decaimento na taxa específica de produção de gás (A) foi maior ($P < 0.05$) para a dieta

contendo FMS do que para as dietas controle e com FMV (0.18 vs. 0.16 e 0.15 mL/h, respectivamente), contrariamente ao parâmetro de tempo para máxima taxa de fermentação (TMTF, h) que foi reduzido ($P < 0.05$) quando incluiu-se o FMS (13.42 h.) em comparação as dietas controle e com FMV (15.80 e 16.07 h., respectivamente. A produção total de AGV, assim como a produção individual dos ácidos foram significativamente menores ($P < 0.05$) quando se incluiu o FMS quando comparado ao tratamento controle e com FMV. O presente estudo nos revela que a substituição total do milho pelo FMV em rações para coelhos em crescimento não alterou o desempenho produtivo e a digestibilidade dos animais, e contribuiu para um destino viável do resíduo, transformando em proteína animal e consequentemente, a redução considerável do impacto ambiental.

Keywords:

Alimentos alternativos Desempenho Digestibilidade Soro de leite Vinhaça

Abreviações:

FMV - fermentado de mandioca com vinhaça, FMS - fermentado de mandioca com soro de leite, CMD - consumo médio diário, GPD-ganho de peso diário, PDC - produção diária de cecotofos, CA - conversão alimentar, CNMS - contribuição nutritiva da matéria seca, CNPB- contribuição nutritiva da proteína bruta, AGV- ácidos graxos voláteis, DIVMS - digestibilidade *in vitro* da matéria seca, DEGMS - degradabilidade da matéria seca, B - quantidade máxima de gás produzido, C - taxa específica de produção de gás, A - decaimento na taxa específica de produção de gás, TMF - taxa máxima de fermentação; TMTF - tempo para máxima taxa de fermentação; LAG - tempo de latência, FDA – fibra em detergente ácido, FDN –fibra em detergente neutro, ED – energia digestível, PD – proteína digestível, AOAC - Association of Official Analytical Chemists, NIDN - nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA - nitrogênio insolúvel em detergente ácido, pH - potencial hidrogeniônico, N-NH₃ - nitrogênio amoniacal, MDPS – milho desintegrado com palha e sabugo, SEM – erro padrão da média.

1. Introdução

Na atualidade, parte dos consumidores já busca por alimentos produzidos de maneira ambientalmente sustentável, que seja de acordo com os preceitos de bem-estar animal e que sejam seguros. Esta é uma realidade que pode avançar ainda mais na cunicultura brasileira, principalmente por se tratar de uma espécie com alto potencial produtivo, elevada taxa de crescimento e, sobretudo, habilidade em utilizar forragem e subprodutos de forma eficiente em sua alimentação, além do baixo impacto ambiental durante o processo de criação. Devido aos aumentos da produção de resíduos e os impactos ambientais consideráveis gerados pelas indústrias agrícolas, tornou-se cada vez mais urgente a necessidade de reutilizar e tornar mais sustentável o sistema de produção agrícola e animal.

Alimentos alternativos ao uso do milho vêm sendo estudados, já que há uma crescente utilização desse cereal na alimentação animal, caracterizando-se como ingrediente mais utilizado para atender a demanda energética (Agustini et al., 2015), e estabelece uma competição com o homem, diminuindo a oferta de grãos disponíveis para alimentação humana (Fialho et al., 2002). Desta forma, se torna imprescindível à busca por alimentos alternativos que possam substituí-lo sem comprometer o desempenho animal.

Atualmente a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é um dos alimentos mais estudados para substituir o milho para suínos e outras espécies (Buitrago, 1990; Almaguel et al., 2011; Hermida, 2012 e Rodríguez, 2013), assim como para alimentação de coelhos (Scapinello et al., 2006). Uma forma de utilização da mandioca é ensilada em silos de bunker, que têm sido usado por diferentes autores com bons resultados em suínos e coelhos (Silva et al. 2008 e Oliveira et al. 2011). Esta técnica vêm sendo utilizada por cubanos camponeses nos sistemas de alimentação de suínos a mais de uma década e se apresenta, desde então, de forma satisfatória (Almaguel et al., 2011 e lezcano, et al., 2014).

Sabe-se que a utilização de coprodutos agroindustriais na alimentação animal é uma realidade, e a possibilidade de inclusão depende da disponibilidade, segurança de utilização, custos e valor nutricional desse material (MEJIA, 1999).

Com volumes crescentes de vinhaça lançados aos mananciais superficiais, principalmente nos cursos d'água (Coraza e Salles-Filho, 2000), passando a ser o descarte desse material, um problema para os centros de pesquisa e as indústrias. As alternativas tecnológicas desenvolvidas para um destino ambientalmente correto da vinhaça é como matéria-prima para produção de rações para animais (Robertielo, 1982), agregando valor aos mesmos (OLIVEIRA et al., 2013).

Assim como a vinhaça, outro coproduto que merece atenção é o soro de leite, que, devido ao crescente consumo de produtos lácteos no Brasil, torna-se maior a preocupação com relação ao destino dos efluentes industriais a partir da fabricação desses produtos, que provoca sérios problemas de poluição ao ser despejado no meio ambiente (Barbosa et al., 2009 e Oliveira et al., 2012). Segundo Alves, et al. (2014), apesar das várias possibilidades de utilização do soro de leite, no Brasil, grande parte desse material é originário de pequenas e médias queijarias, nas quais se torna difícil o investimento em tecnologia para o processamento deste coproduto. O uso do soro de leite na alimentação animal foi aprovado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, na Instrução normativa nº 8/2004 (26/03/2004), entretanto, pouco foi estudado em dietas de coelhos em crescimento.

Sendo assim, uma importante estratégia no que se refere ao uso desses subprodutos derivados da agroindústria é a associação desses resíduos (vinhaça e/ou soro de leite) à mandioca, em virtude de suas características nutricionais, considerada um alimento alternativo ao milho na alimentação animal.

Desta forma, 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. Destacando cada vez mais o grande potencial nutricional destes resíduos na alimentação animal, especialmente em coelhos que são transformadores potenciais desses produtos em proteína animal de alto valor biológico. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo de coelhos Nova Zelândia branco dos 30 aos 72 dias de idade alimentados com dietas contendo fermentados de mandioca associados a vinhaça e /ou soro de leite em substituição total ao milho da dieta.

2. Material e Métodos

2.1. Animais, localização e instalações

Os animais utilizados nestes ensaios foram adquiridos no setor de cunicultura da Fazenda Experimental da EV/UFMG em Igarapé/MG/Brasil. Os animais do desempenho foram mantidos em gaiolas de arame galvanizado nas medidas de 60 x 60 x 40 cm em galpões de alvenaria com ventilação natural no próprio setor. O período experimental foi de maio a julho 2017. A temperatura do galpão experimental foi medida diariamente, sendo a temperatura máxima, mínima e a umidade relativa do ar no período experimental de 27.17 ± 2.28 °C, 9.54 ± 2.16 °C e $66.14 \pm 9.48\%$, respectivamente. Todas as análises químicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da EV/UFMG em Belo Horizonte/MG/Brasil. Todos os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética para

Uso Animal (CEUA) da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, sob protocolo de número 132/2017.

2.2. Confeções dos fermentados e rações experimentais

As matérias primas para confecção dos tratamentos como a mandioca, 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 confeccionados dois fermentados, sendo estes: mandioca com vinhaça e iogurte natural (FMV) e mandioca com soro de leite e iogurte natural (FMS). As combinações dos produtos estão expostas na tabela 1.

Tabela 1. Composição dos fermentados (%).

Ingredientes	Quantidades FMV	Quantidades FMS
Mandioca	41.26	41.26
Vinhaça	22.72	-
Soro	-	22.72
Iogurte natural	0.64	0.64

FMV – Fermentado de mandioca com vinhaça; FMS – Fermentado de mandioca com soro de leite.

Para a confecção dos fermentados foram empregadas bombonas de 70 litros com tampa de rosca contendo em sua tampa uma mangueira de 2 cm de diâmetro para escape do ar produzido durante a fermentação. A mandioca utilizada foi picada em picadeira modelo PP- 25 Pinheiro e misturada a vinhaça e/ou soro de leite e posteriormente acondicionada em bombonas. Este processo foi realizado no galpão experimental de animais silvestres situado nas dependências do Laboratório de Metabolismo Animal. O material permaneceu nas bombonas por um período de 9 dias. Após esse período de fermentação esse material foi seco ao sol em lonas de vinil em camadas de ± 3 cm de altura por 72 horas. Posteriormente, foram retiradas amostras de cada tratamento, sendo estas acondicionadas em sacos plásticos para posteriores análises químicas e bromatológicas.

Os tratamentos utilizados nesta pesquisa consistiram de uma dieta controle, em que os requisitos nutricionais seguiram as recomendações de De Blas e Mateos (2010) e outras duas a partir da inclusão de 15% de fermentado de mandioca com vinhaça (FMV) e 15% de

fermentado de mandioca com soro de leite (FMS). A composição das dietas está exposta na tabela 2.

Tabela 2. Ingredientes (g/kg) das dietas experimentais sem fermentado (controle), contendo 15% de fermentado de mandioca com vinhaça (FMV) e 15% fermentado de mandioca com soro de leite (FMS).

Ingredientes	Controle	FMV	FMS
Fermentado de mandioca com vinhaça	-	150.0	-
Fermentado de mandioca com soro de leite	-	-	150.0
Feno de alfafa	397.5	384.9	383.1
Farelo de trigo	165.7	166.0	172.2
MDPS ¹	100.0	100.0	100.0
Farelo de soja	105.0	124.1	118.9
Milho	150.0	-	-
Óleo de soja	33.0	26.1	27.4
Melaço de cana	20.0	20.0	20.0
Sal comum	5.0	5.0	5.0
Premix Vit. & Min. ²	5.0	5.0	5.0
Calcário	1.0	-	-
Fosfato bicálcico	4.9	5.6	5.0
Bentonita	5.0	5.0	5.0
L-lisina	4.7	4.7	4.9
DL-metionina	3.2	3.5	3.5

¹MDPS: milho desintegrado com palha e sabugo; ²Premix vitamínico e mineral, conteúdo por kg de dieta: 10.000 IU Vit. A; 100 IU Vit. D3; 20 IU Vit. E; 3.61 mg Vit. K; 2.0 mg Vit.B1; 5.0 mg Vit. B2; 3.0 mg Vit. B6; 0.01 mg Vit. B12; 15.0 mg Ácido Pantatênico; 30.0 mg Niacina; 0.11 mg Biotina; 0.5 mg Ácido Fólico; 500 mg Cloreto de colina; 70.0 mg Zn; 20.0 mg Mn; 100.0 mg Fe; 20.0 mg Cu; 0.7 mg I; 0.1 mg de Se e 133.4 mg Mg.

2.3. Análises químicas

As análises químicas seguiram a metodologia da (AOAC, 2012). Após o término dos ensaios experimentais, amostras das dietas, assim como as fezes, cecotrofos e conteúdocecal, foram moídos em moinho tipo Willey, com peneira de 1mm 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.

2.4. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca

Para o ensaio da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), foram seguidas as metodologias propostas por Ramos et al. (1992) e Boisen (1991), técnica modificada por Abad et al. (2013) que utilizaram sacos filtrantes Ankom. Foram pesadas 0,5 g das amostras das dietas, previamente moídas a 1 mm, e posteriormente acondicionadas em sacos filtrantes Ankom e colocados em jarros para incubadora Daisy II (modelo D220, Ankom Technology Corp., Macedon, New York, USA). Para cada amostra foram utilizadas seis réplicas e para cada jarro, três bolsas sem amostra foram incubadas como branco. Foram adicionados nos jarros 25 mL de tampão fosfato (0,1 M, pH 6,0) e 10 mL de solução HCl 0,2 M para cada bolsa. O pH foi mensurado e ajustado para pH 2,0 com solução HCl 1 M ou NaOH 1 M. Em seguida, foi adicionado aos jarros 1 mL/bolsa de solução fresca de pepsina [25 mg de pepsina (pepsina porcina, 2000 unidades FIP/g proteína, Merck nº 7190) / mL de HCl 0,2M] e misturado. Os jarros foram fechados e as amostras incubadas a 40 °C por 1,5 h. Após esta incubação, foram adicionados aos jarros 10 mL/bolsa de tampão fosfato (0,2 M, pH 6,8) e 5 mL/bolsa de solução NaOH 0,6 M. Após misturar o conteúdo, o pH foi ajustado para 6,8 adicionando-se soluções de HCl 1 M ou NaOH 1 M. Posteriormente, 1 mL/bolsa de solução de pancreatina fresca [100 mg de pancreatina (pancreatina porcina, grau VI, Sigma nº 1750) / mL de tampão fosfato pH 6,8] foi adicionado. O jarro foi novamente fechado e as amostras incubadas a 40 °C por 3,5 h. Após a segunda incubação, foi empregada uma adaptação que utilizou conteúdo cecal diluído a uma proporção de 1:1 (p/v) com solução de Theodorou et al. (1994) como inóculo. O pH foi ajustado para 4,8 com ácido acético e então adicionou-se 16,5 mL/bolsa de inóculo e incubou-se a 40 °C por 24h. Após o período de incubação, os resíduos solúveis foram eliminados e as bolsas foram colocadas novamente nos jarros com

água limpa e lavadas. Esta lavagem foi realizada por três vezes, e em seguida, submergidas em acetona para prevenir aderência de qualquer resíduo nas bolsas. Posteriormente, as bolsas foram levadas à estufa 105 °C por 4h.

A DIVMS foi obtida calculando-se a diferença de peso entre a MS da amostra antes e após a incubação, corrigindo-a para as amostras em branco.

2.5. Produção de gases e degradabilidade

A metodologia utilizada neste ensaio foi descrita por Theodorou et al. (1994) e adaptada por Maurício et al. (1999), utilizando bolsas Ankom (Ankom Technology, Macedon, New York, USA). Para obtenção do inóculo e seleção dos animais, foram empregadas as técnicas descritas por Calabrò et al. (1999), com conteúdo cecal fresco de três coelhos da raça Nova Zelândia branco, com 72 dias de idade alimentados com ração comercial. Para o abate dos animais foram utilizadas as combinações de Cetamina(C) + Xilasina(X) em três vezes as doses de 150 mg/Kg (C) + 30 mg/Kg (X) Intra-muscular seguida por exanguinação por voltadas 08:00 hs., sem jejum prévio e os cecos foram isolados com fios de nylon amarrados em suas extremidades e posteriormente armazenados em recipientes preaquecidos a 39 °C, até o transporte para o laboratório. Foram pesadas 0,5 g de amostras em bolsas Ankom, seladas e introduzidas em frascos de 50 ml previamente lavados com água destilada, secos em estufa e preaquecidos a 39 °C. O conteúdo cecal foi diluído na proporção de 1:1 (p/v) com a solução de Theodorou et al. (1994). Para cada amostra, foram utilizadas seis repetições e seis frascos contendo amostra branca (frasco sem substrato) também foram incubados. Toda a manipulação e o enchimento dos frascos foi realizada sob fluxo constante de CO₂ livre de oxigênio, para assegurar as condições de anaerobiose, e a temperatura foi mantida sempre em 39 °C. Foram adicionados 16,5 ml do inóculo sobre as amostras nos frascos, que foram imediatamente vedados com rolhas de borracha e levados a estufa. A pressão gerada pelos gases acumulados na parte superior dos frascos foi medida por meio de um transdutor digital de pressão (modelo T443A, Bailey & Mackey, Birmingham, UK) acoplado a uma agulha de 0,70 x 25 mm inseridas através das tampas de borracha dos frascos. A cada duas horas de incubação até as 24hrs, a produção de gás resultante da atividade fermentativa microbiana foi mensurada. Após a leitura dos frascos, os mesmos foram retirados do transdutor e a agulha foi mantida por alguns segundos para estabilização entre pressão externa e interna. Os valores de gás produzido nos diferentes tempos de incubação foram corrigidos para a quantidade de gás produzido pela amostra branca no tempo correspondente para cada repetição. Estes valores foram também corrigidos para o conteúdo de matéria seca das

amostras e então, ajustados ao Modelo de Gompertz (Lavrenčič et al., 1997; Lavrenčič, 2007). A degradabilidade *in vitro* da matéria seca (DEGMS) foram obtidas calculando-se a diferença de peso entre a MS da amostra antes e após a incubação, corrigindo-a para as amostras em branco.

2.6. Ácidos graxos voláteis

Foram coletadas amostras do conteúdo cecal de 12 coelhos de cada grupo que foram abatidos ao final do período experimental. Após a sangria, os conteúdos cecais foram acondicionados em tubos *falcon* previamente identificados com adição de 1 ml de solução de ácido metafosfórico 25% e posteriormente congelados em freezer -18°C. As amostras foram transferidas para tubos de centrifuga de 10 mL e homogeneizadas por 10 minutos a 5000 rpm a frio. Os sobrenadantes foram retirados e filtrados em filtros *milipore* 0,45 µm com auxílio de uma seringa, e os materiais filtrados foram acondicionados em *ependorfs* previamente identificados. Alíquotas foram então analisadas para ácido acético, propiônico e butírico através do cromatógrafo gasoso (Varian Modelo CP3800; Varian, Inc, WalnutCreek, CA) equipada com uma coluna GC capilar *nukol* (comprimento: 15 m; diâmetro interno: 0,53 mm; espessura de filme de fase estacionária: 0,50 µm) fase colada - polietileno glicol modificado ácido [Supelco, Bellefonte, PA]), onde N₂ foi usado como gás portador a uma taxa de fluxo de 2,5 mL/min. A seguinte programação de temperatura foi utilizada no forno: 110°C para 1 min seguido de uma rampa de 6°C/min a 160°C e rampa de 30°C/min até 195°C com um planalto final de 5 min. As temperaturas da porta de injeção e do detector foram de 220 e 250°C, respectivamente.

2.7. Digestibilidade *in vivo* e cecotrofia

O experimento foi realizado no Laboratório de Calorimetria e Metabolismo Animal na EV/UFMG em Belo Horizonte/MG/Brasil. A temperatura média e umidade relativa do ar foram obtidas por meio de termo-higrômetro instalado no local, no qual apresentaram médias de 24,7°C e 70%, respectivamente. Foram utilizados 36 coelhos da raça Nova Zelândia branco, com idade média de 55 dias e peso vivo médio de 1604 kg de peso vivo, designados aleatoriamente a todos os três tratamentos, com 12 repetições cada, recebendo alimentação e água *ad libitum*. O período experimental teve duração de 11 dias, sendo os sete primeiros dias para adaptação dos animais às dietas e 4 dias para coleta de dados. O consumo foi determinado e as fezes coletadas às 09:00 (Perez et al., 1995). As fezes de cada

animal referente aos quatro dias de coleta foram misturadas, secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 horas, moídas a 2mm e, posteriormente, armazenadas em sacos plásticos tipo “ziploc” em que permaneceram vedados até o momento da realização das análises químicas.

Para a determinação do coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes foram utilizados os métodos propostos por Perez et al. (1995), e os cálculos para determinação do valor nutricional dos ingredientes foram realizados de acordo com as recomendações de Villamide et al. (2001).

Após o último dia do ensaio de digestibilidade, os coelhos, em sua totalidade, agora pesando em média 2186 kg de pesos vivo e com 66 dias de idade, foram mantidos na mesma gaiola, recebendo as mesmas dietas, em que, cada um recebeu o colar de elisabetano circular de madeira, medindo 25 cm de diâmetro, utilizados de acordo com Gidenne e Lapanouse (2000). Esses colares foram utilizados para contenção dos animais em não consumir cecotrofos. A coleta de cecotrofos foi realizada a cada duas horas por um período de 24 horas ininterruptas. Foi utilizada a fórmula sugerida por Motta Ferreira et al. (1996) para obtenção do valor da contribuição nutritiva dos cecotrofos.

2.8. Desempenho produtivo e saúde animal

Foram utilizados 120 coelhos, equilibrados quanto ao sexo, da raça Nova Zelândia Branca, desmamados com 30 ± 2 dias de idade e peso vivo médio de 633 ± 95.04 g/animal. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e 40 animais por tratamento, sendo a unidade experimental constituída de dois animais por gaiola. Cada tratamento foi constituído equilibradamente com igual quantidade de animais e sexo. Os coelhos receberam as três dietas experimentais na forma peletizada (4.0 mm de diâmetro) e água *ad libitum* durante todo o período experimental, sendo dieta controle, FMV e FMS. Os animais foram pesados aos 30 e 72 dias de idade e nos mesmos dias as sobras eram pesadas para controle do consumo médio diário (CMD), ganho de peso diário (GPD) e conversão alimentar (CA). Os efeitos na produção dos diferentes tratamentos foram avaliados sobre o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar da desmama (30 dias de idade) aos 72 dias de idade. O ganho de peso foi obtido pela diferença entre os pesos inicial e final. O consumo de ração foi medido através da diferença entre a ração fornecida durante o período e as sobras ao final da experiência. A conversão alimentar foi mensurada dividindo o consumo diário de ração pelo ganho de peso vivo final.

2.9. Avaliação de carcaça e órgãos

Ao final do ensaio de desempenho, 12 coelhos de ambos os sexos, de cada grupo experimental foram abatidos aos 72 dias de idade, com peso médio de 2364 kg. Os coelhos foram abatidos utilizando as combinações de Cetamina(C) + Xilasina(X) em três vezes as doses de 150 mg/Kg (C) + 30 mg/Kg (X) intra-muscular, seguida por exanguinação por volta das 18:00 hs. Os animais selecionados foram pesados individualmente como peso ao abate. Pele comercial (sem cabeça e patas), vísceras torácicas (coração, pulmões, traqueia, esôfago e timo), trato gastrointestinal, estômago, fígado, rins, ceco e carcaça referência (sem cabeça e vísceras) foram coletados e pesados (Blasco e Ouhayoun, 1996). O fígado, rins, vísceras torácicas, estômago e ceco foram pesados em relação ao peso ao abate. O pH do conteúdo cecal foi mensurado e posteriormente, alíquotas de aproximadamente 1 g foram pesadas e diluídas com 3 mL de solução de ácido sulfúrico 2% para análise de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), e consequentemente armazenadas a – 80 °C até o momento da análise. O conteúdo cecal remanescente foi armazenado a – 20 °C para realização de análise de MS.

2.10. Análise estatística

Todas as análises estatísticas foram realizadas usando o Software R (R Core Team, 2017) e os parâmetros avaliados foram submetidos ao teste Tukey e os resultados são apresentados como média ± erro padrão (SEM).

3. Resultados

3.1. Composição química analisada dos produtos fermentados e das dietas experimentais

Os dados para composição química dos dois tipos de fermentados mostraram níveis de FDN bem próximos para FMV e FMS (139.9 e 138.5 g/kg MS), diferença considerável de FDA (79.4 e 94.7 g/kg MS) e ligninas (46.0 e 55.0 g/kg MS), respectivamente (Tabela 3).

Diferenças notáveis entre a composição química dos fermentados com vinhaça ou com soro de leite foram encontradas, como o baixo teor de PB notado no FMV e FMS (36.5 e 43.9 g/kg MS, respectivamente), sendo uma parte pequena deste nitrogênio insolúvel em detergente neutro (6.7 e 6.2 % PB) ou ácido (3.2 e 2.9 % PB).

Tabela 3. Composição química analisada (g/kg de MS) dos fermentados e das dietas experimentais.

Itens	Dietas experimentais			Fermentados	
	Controle	FMV	FMS	FMV	FMS
Matéria seca	869,7	862,3	871,0	854,3	891,2
Matéria orgânica	911,9	897,1	894,5	908,3	881,7
Cinzas	76,6	88,7	91,9	78,4	105,4
Proteína bruta (PB)	161,8	157,3	154,6	36,5	43,9
FDN ¹	389,3	366,4	355,3	139,9	138,5
FDA ²	140,5	144,6	142,8	79,4	94,7
Ligninas	30,0	36,0	37,0	46,0	55,0
Hemiceluloses (FDN-FDA)	258,0	231,7	221,8	66,3	48,7
Celulose (FDA-Ligninas)	110,3	108,6	105,3	35,0	43,4
NIDN ³ , % PB	2,2	2,0	2,0	6,7	6,2
NIDA ⁴ , % PB	4,7	4,4	4,5	3,2	2,9
Amido	338,0	343,0	350,0	801,0	842,0
Extrato etéreo	87,4	71,9	78,1	22,7	14,2
Cálcio	12,1	11,9	11,5	1,6	1,6
Fósforo total	6,3	6,2	6,2	1,4	1,3
Lisina ⁵	0,8	0,8	0,8	-	-
Met+Cis ⁵	0,6	0,6	0,6	-	-
Energia bruta, kcal	-	-	-	3952,5	3802,3
pH	-	-	-	3.43	3.78

¹Fibra em detergente neutro analisada com amilase termoestável e expressa incluindo cinzas residuais; ²Fibra em detergente ácido, expressa incluindo cinzas residuais; ³Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; ⁴Nitrogênio insolúvel em detergente ácido; ⁵Calculado (Maertens et al., 2002).

As composições químicas das dietas experimentais apresentaram valores bem próximos de PB (161.8 a 154.6 g/kg de MS), FDN (355.3 a 389.3 g/kg de MS), FDA (140.5 a 144.6 g/kg de MS), NIDN 2.0 a 2.2 % PB), NIDA (4.4 a 4.7 % PB) e Amido (338.0 a 350.0 g/kg de MS).

3.2. Produção de gases, degradabilidade e digestibilidade *in vitro* da matéria seca

Os parâmetros cinéticos da produção cumulativa de gases estão expressos na tabela 4.

Foi observada diferença significativa no decaimento da taxa produção de gás específica (A) ($P \leq 0.05$), apresentando-se maior para a dieta com FMS (0.18) e menor para as dietas controle e com FMV (0.16 e 0.15, respectivamente). Para o parâmetro do tempo para máxima taxa de fermentação (TMTF, h), foi encontrada diferença significativa ($P \leq 0.05$) nas dietas controle e FMV (15.80 e 16.07 h, respectivamente) em comparação a dieta com FMS que apresentou valor inferior (13.42 h). Verificou-se que os coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca, degradabilidade, assim como os demais parâmetros, não foram influenciados ($P > 0.05$) pela inclusão de nenhum dos fermentados na dieta.

Tabela 4. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), degradabilidade *in vitro* da matéria seca (DEGMS) e parâmetros ajustados ao modelo Gompertz para quantidade máxima de gás produzido (B, mL / g de MS), taxa específica de produção de gás (C), decaimento na taxa específica de produção de gás (A), taxa máxima de fermentação (TMF, mL / h), tempo para máxima taxa de fermentação (TMTF, h) e tempo de latência (LAG, h) dos tratamentos.

	Tratamentos dietéticos			SEM ¹	Valor de P
	Controle	FMV	FMS		
DIVMS	0.72	0.75	0.74	0.01	0.59
DEGMS	0.68	0.69	0.73	0.03	0.78
B, mL/g MS	137.49 ^a	137.03 ^a	126.94 ^b	2.08	0.05
C	3.17	3.20	3.07	0.03	0.34
A	0.16 ^b	0.15 ^b	0.18 ^a	0.01	<0.01
TMF, mL/h	4.42	4.37	4.77	0.09	0.13
TMTF, h	15.80 ^a	16.07 ^a	13.42 ^b	0.35	<0.01
LAG, h	0.97	1.08	0.67	0.08	0.11

¹SEM: erro padrão da média; Médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0.05$).

Na tabela 5, encontram-se os resultados de produção de AGV's. Nesta tabela podemos verificar que foram encontradas diferenças significativas ($P \leq 0.05$) para quase todos os parâmetros relacionados a produção dos ácidos nos conteúdos cecais dos coelhos

alimentados com as diferentes dietas testadas, onde somente a porcentagem do Butírico não apresentou diferença significativa ($P>0.05$) em relação as dietas experimentais. Nota-se pelos resultados apresentados que a substituição do milho pelo FMS apresentou redução tanto na concentração de AGV's totais (74.46 para 52.53 $\mu\text{g/mL}$) quanto na concentração individual desses ácidos em comparação a dieta controle (acético de 52.56 para 38.98 $\mu\text{g/mL}$; butírico de 14.41 para 9.53 $\mu\text{g/mL}$ e propiônico de 10.46 para 3.46 $\mu\text{g/mL}$), respectivamente.

Tabela 5. Proporção de ácidos graxos voláteis nos conteúdos cecais de coelhos em crescimento alimentados com dietas sem fermentado (controle), dieta com fermentado de mandioca com vinhaça (FMV) e fermentado de mandioca com soro de leite (FMS), em substituição ao milho da dieta.

Item	Tratamentos			SEM ¹	Valor de P
	Controle	FMV	FMS		
Acético, $\mu\text{g/mL}$	52.56 ^a	44.30 ^{ab}	38.98 ^b	2.04	0.02
Butírico, $\mu\text{g/mL}$	14.41 ^a	11.29 ^{ab}	9.53 ^b	0.71	0.02
Propiônico, $\mu\text{g/mL}$	10.46 ^a	7.15 ^b	3.46 ^c	0.62	<0.01
AGV totais, $\mu\text{g/mL}$	74.46 ^a	63.45 ^{ab}	52.53 ^b	2.89	0.01
Acético, %	66.89 ^b	69.66 ^b	73.98 ^a	0.84	<0.01
Butírico, %	19.00	17.92	18.21	0.79	0.59
Propiônico, %	12.74 ^a	11.51 ^a	5.66 ^b	0.75	<0.01

¹SEM: erro padrão da média; Médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Tukey ($P\leq 0.05$).

3.3. Digestibilidade *in vivo* e contribuição dos cecotrofos

Na tabela 6 estão apresentados o peso vivo (PV), consumo médio diário (CMD), os resultados da digestibilidade *in vivo*, energia digestível (ED) e proteína digestível (PD) das dietas experimentais. Diferenças significativas ($P \leq 0.05$) foram verificadas no coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), no qual os tratamentos controle e FMV obtiveram valores iguais (0.63 g/kg MS) e foram superiores a dieta contendo FMS (0.51 g/kg MS) e da mesma forma a proteína bruta (CDPB) quando comparado a dieta controle e com FMV que obtiveram valores iguais (0.72) e contendo FMS (0.63).

Os valores de ED apresentaram diferenças significativas ($P \leq 0.05$), onde o tratamento controle obteve o maior valor (2996.16 kcal/kg MS), seguido da dieta contendo o FMV

(2854.79 kcal/kg MS) e FMS que apresentou o menor valor (2458.17 kcal/kg MS) (Tabela 6). A PD das dietas teve resultados semelhantes ao da ED, em que, a dieta controle e com FMV apresentaram-se superiores (100.98 e 99.00 g/kg MS, respectivamente) e FMS (85.32 g/kg MS). Foram observados que o PV, CMD, assim como os coeficientes de digestibilidade aparente das cinzas, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e energia bruta, não apresentaram diferença significativa ($P>0.05$), quando se substituiu o milho da dieta pelos fermentados.

Tabela 6. Peso vivo (g), consumo médio diário (CMD, g MS), coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, cinzas, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, energia bruta e proteína digestível (g/kg MS), energia digestível (kcal/kg MS) e Relação ED / PD (Kcal/g) das dietas ($n = 12$ coelhos/tratamento)

	Tratamentos dietéticos			SEM ¹	P valor
	Controle	FMV	FMS		
Peso vivo, g	2158.30	2179.11	2229.35	42.37	0.80
CMD, g MS	144.61	154.21	155.78	3.27	0.33
Coeficiente de digestibilidade					
Matéria seca	0.63 ^a	0.63 ^a	0.51 ^b	1.94	0.02
Matéria orgânica	0.64 ^{ab}	0.65 ^a	0.54 ^b	1.82	0.03
Cinzas	0.53	0.49	0.52	0.97	0.15
Proteína bruta	0.72 ^a	0.72 ^a	0.63 ^b	1.44	0.02
Fibra em detergente neutro	0.42	0.40	0.38	1.67	0.61
Fibra em detergente ácido	0.10	0.11	0.09	0.80	0.56
Energia bruta	0.64	0.63	0.54	1.84	0.07
Valores nutricionais da dieta					
Energia digestível	2996.16 ^a	2854.79 ^{ab}	2458.17 ^b	85.55	0.03
Proteína digestível	100.98 ^a	99.00 ^a	85.32 ^b	0.21	0.01
Relação ED / PD ²	29.67	28.83	28.81	-	-

¹SEM: erro padrão da média; ²ED = EB da dieta (kcal/kg) x CDEB da dieta (%); Médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Tukey ($P\leq 0.05$).

Não houve efeito significativo ($P>0.05$) com a inclusão dos fermentados nas dietas sobre a composição dos cecotrofos dos princípios nutritivos avaliados, exceto para a proteína bruta

que apresentou significância ($P \leq 0.05$) quando comparada a dieta controle que apresentou valores superiores (309.34 g/kg) as demais dietas contendo os fermentados (FMV, 282.68; e FMS, 271.62 g/kg) (Tabela 8). Por outro lado, maior CMD foi verificado na dieta contendo o FMS (128.57 g MS) em relação as dietas contendo FMV e controle (118.07 e 102.00 g MS, respectivamente) ($P \leq 0.05$).

Tabela 7. Composição química em matéria seca e proteína bruta dos cecotrofos de acordo com as dietas experimentais (g/kg), peso vivo (g), consumo médio diário (CMD), produção diária de cecotrofos (PDC) e contribuição nutritiva dos cecotrofos em matéria seca (CNMS) e proteína bruta (CNPB) de acordo com as dietas experimentais ($n = 12$ coelhos/tratamento)

	Tratamentos dietéticos			SEM ¹	P Valor
	Controle	FMV	FMS		
Peso vivo, g	2158.30	2179.11	2229.35	42.37	0.80
CMD, g MS	102.00 ^b	118.07 ^{ab}	128.57 ^a	4.48	0.04
Matéria seca, g/kg	163.97	174.82	181.06	0.34	0.12
Proteína Bruta, g/kg	309.34 ^a	282.68 ^{ab}	271.62 ^b	0.61	0.03
PDC, g MS	34.73	36.16	42.81	1.50	0.07
CNMS, %	26.04	24.60	25.09	0.60	0.62
CNPB, %	11.09	9.88	9.51	0.32	0.10

¹SEM: erro padrão da média; Médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0.05$).

3.4. Desempenho produtivo dos animais

A tabela 8 apresenta os efeitos da substituição do milho pelos fermentados nas dietas sobre o peso vivo, GPD, CMD e CA. A substituição do milho pelo FMS resultou em um aumento sobre a CA ($P \leq 0.05$) dos animais nos três períodos, primeiro período de 30 a 51 dias (2.29 para 2.58 g/g), segundo período de 51 a 72 dias (3.99 para 4.44 g/g) e período total dos 30 aos 72 dias de idade (3.01 para 3.36 g/g), igualmente ao CMD do segundo período (141.66 para 153.82 g/dia) para os quais houve diferenças significativas ($P \leq 0.05$). Contudo, não foi encontrada diferença significativa ($P > 0.05$) para o peso vivo e GPD em nenhum dos períodos avaliados.

Tabela 8. Peso vivo, consumo médio diário (CMD, g/dia), ganho de peso diário (GPD, g/dia) e conversão alimentar (CA, g/g) em períodos de coelhos em crescimento alimentados

com dietas sem inclusão de fermentado (controle), contendo fermentado de mandioca com vinhaça (FMV) e fermentado de mandioca com soro de leite (FMS) ($n = 40$ coelhos/tratamento).

	Tratamentos dietéticos			_SEM ¹	P Valor
	Controle	FMV	FMS		
Peso vivo					
30 dias, g	634.11	633.20	634.40	11.96	1.00
51 dias, g	1625.38	1627.76	1617.07	21.61	0.92
72 dias, g	2372.88	2360.76	2351.82	26.99	0.88
Primeiro período (30 a 51 dias)					
GPD, g/dia	47.20	47.36	46.78	0.60	0.92
CMD, g/dia	108.22	113.45	110.47	1.61	0.42
CA, g/g	2.29 ^b	2.40 ^{ab}	2.58 ^a	0.04	0.05
Segundo período (51 a 72 dias)					
GPD, g/dia	35.59	34.46	34.98	0.47	0.63
CMD, g/dia	141.66	148.60	153.82	2.10	0.06
CA, g/g	3.99 ^b	4.25 ^{ab}	4.44 ^a	0.06	0.01
Período total (30 a 72 dias)					
GPD, g/dia	41.39	40.25	40.88	0.44	0.59
CMD, g/dia	124.94	131.03	132.35	3.75	0.23
CA, g/g	3.01 ^b	3.18 ^{ab}	3.36 ^a	0.04	0.01

¹SEM: erro padrão da média; médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0.05$).

3.5. Morbidade e mortalidade

Na tabela 9 estão expostos os dados de morbilidade e mortalidade encontrados durante o período experimental.

Tabela 9. Morbilidade, mortalidade e índice de risco à saúde de problemas digestivos de coelhos em crescimento alimentados com dietas contendo fermentados de mandioca associada a vinhaça e/ou soro de leite em substituição ao milho no período de 30 a 72 dias ($n = 40$ coelhos / tratamento).

	Tratamentos dietéticos			X ²	Valor de P
	Controle	FMV	FMS		
Mortalidade, %	5.0 (2)	0.0 (0)	2.5 (1)	0.0820	0.08
Morbidade, %	0.0 (0)	0.0 (0)	2.5 (1)	0.0820	0.08
¹ Índice de risco a saúde, %	5.0 (2)	0.0 (0)	5.0 (2)	0.0820	0.08

Entre parênteses, o número de animais mortos ou doentes; ¹Índice de risco a saúde: mortalidade + morbidade.

Durante o ensaio, os problemas de saúde entre os animais foram mínimos e ocorreram na primeira fase de crescimento (30 a 51 dias) e, somente nas dietas controle e com FMS, com três mortes no total. Na segunda fase (51 a 72 dias), apenas morbidades foram verificadas e somente nos tratamentos controle e com FMS.

3.6. Características de abate e carcaça

Na tabela 10 estão expostas as características do trato gastrointestinal do conteúdo cecal dos coelhos alimentados com as dietas avaliadas.

Tabela 10. Características do trato gastrointestinal do conteúdo cecal de coelhos em crescimento alimentados com dietas sem inclusão de fermentado (controle), contendo fermentado de mandioca com vinhaça (FMV) e fermentado de mandioca com soro de leite (FMS) ($n = 40$ coelhos/tratamento).

	Tratamentos dietéticos			SEM ¹	P valor
	Controle	FMV	FMS		
Peso ao abate, g	2365.25	2370.07	2355.74	11.02	0.87
Peso relativo do trato digestivo					
Trato gastrointestinal cheio, % PA	14.35	13.81	14.52	0.25	0.51
Estômago cheio, % PA	3.35 ^b	3.43 ^{ab}	4.02 ^a	0.11	0.03
Estômago vazio, % PA	1.22	1.20	1.28	0.02	0.26
Conteúdo estomacal, % PA	2.13 ^b	2.23 ^{ab}	2.74 ^a	0.10	0.03
Ceco cheio, % PA	5.45	5.17	5.55	0.12	0.44
Ceco vazio, % PA	1.55	1.47	1.52	0.02	0.33
Conteúdo cecal, % PA	3.90	3.70	4.03	0.10	0.49

Características do conteúdo cecal

Matéria seca, g/kg	96.13	70.41	93.28	1.11	0.60
pH	6.19 ^c	6.42 ^b	6.67 ^a	0.04	<0.01
N-NH mmol/L	3.91	4.74	4.20	0.15	0.07

%PA: proporcional ao peso ao abate; ¹ SEM: erro padrão da média; médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0.05$).

Nesta tabela foram encontrados resultados significativos para o peso relativo do estômago cheio, conteúdo estomacal e pH do conteúdo cecal, em que a inclusão do FMS apresentou aumento linear de 3.35 para 4.02, 2.13 para 2.74 e 6.19 para 6.67 ($P \leq 0.05$), respectivamente. Os demais parâmetros de características de abate não apresentaram diferença significativa ($P > 0.05$).

Como demonstrado na tabela 11, a dieta contendo o FMS proporcionou redução linear na carcaça referência (1154.46 para 109.10 g) e rendimento de carcaça (48.80 para 46.57 %) ($P \leq 0.05$), contrariamente aos valores encontrados para o peso dos rins que apresentou um aumento considerável de 1.45 para 1.64 % em relação ao peso ao abate ($P \leq 0.05$), entretanto não houve diferenças significativas ($P > 0.05$) entre os demais parâmetros de carcaça avaliados, tendo sido obtidos médias para peso ao abate de 2363 g.

Tabela 11. Características de carcaça de coelhos em crescimento alimentados com dietas sem inclusão de fermentado (controle), contendo fermentado de mandioca com vinhaça (FMV) e fermentado de mandioca com soro de leite (FMS) ($n = 40$ coelhos/tratamento).

	Tratamentos dietéticos			_SEM ¹	P Valor
	Controle	FMV	FMS		
Peso ao abate, g	2365.25	2370.07	2355.74	11.02	0.87
Pele comercial, % PA	11.96	12.33	11.72	0.16	0.31
Fígado, % PA	6.67	7.70	7.05	0.19	0.08
Rins, % PA	1.45 ^b	1.62 ^{ab}	1.64 ^a	0.03	0.03
Carcaça referência, g	1154.46 ^a	1121.46 ^{ab}	1097.10 ^b	8.99	0.03
Coração e anexos, g	2.47	2.62	2.53	0.06	0.59
Rendimento de carcaça, %	48.80 ^a	47.31 ^{ab}	46.57 ^b	0.29	0.01

%PA: proporcional ao peso ao abate; ¹ SEM: erro padrão da média; médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0.05$).

4. Discussão

4.1. Composição química dos fermentados e das dietas experimentais

A mandioca utilizada para a confecção dos fermentados é caracterizada como uma matéria prima rica em amido e baixo em fibras indigestíveis (FDN, FDA, ligninas), valores estes, observados na composição química dos fermentados (tabela 3) e inicialmente os tornam interessantes sob o ponto de vista nutricional, sobretudo para animais não-ruminantes. A composição química dos fermentados de FMV e FMS mostraram níveis bem próximos de amido (801.0 e 842.0 g/kg MS) e FDN (139.9 e 138.5 g/kg MS) e, diferença considerável de FDA (79.4 e 94.7 g/kg MS) e ligninas (46.0 e 55.0 g/kg MS), respectivamente. Silva et al. (2014) trabalharam com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* em fermentação semissólida, com e sem ureia, com a finalidade de enriquecimento proteico da crueira através do crescimento de microrganismos, e observaram alto valor agregado similar ou maior aos concentrados convencionais. Há evidências sob a utilização de resíduos agroindustriais através de bioprocessos que possibilita sua utilização como substratos alternativos e, acima de tudo, minimizar o impacto ambiental que estes resíduos possam causar, quando descartados indevidamente (Miranda, 2014). Neste mesmo sentido, Araújo et al. (2017) trabalharam com a casca da mandioca enriquecidos com fontes de proteína (uréia e /ou levedura) por meio da fermentação semissólida para fabricação de ração animal peletizada. Os autores verificaram que a bioconversão da casca da mandioca em meio da fermentação semissólida, promoveu o enriquecimento proteico de até 11,4%, deixando evidente que a qualidade nutritiva se tornou similares ou maiores que a do milho, contrário aos achados nesta pesquisa, em que a levedura não alterou os níveis de PB com a inclusão da vinhaça. Isto provavelmente ocorreu pelo fato de não ter havido o acréscimo de uma fonte denitrogênio não proteico.

A composição dos fermentados confeccionados na presente pesquisa estão bem próximos ao do milho encontrado na literatura que reportam conteúdos em amido de 720.0 a 771.1 g/kg (Alcalde et al., 2009), FDN de 126.4 a 163.3 g/kg, FDA de 31.1 a 39.3 g/kg (Dian et al., 2009; Alcalde et al., 2009; Moreno et al., 2010) e, os valores de lignina de 12.7 a 21.5 g/kg (Lima et al., 2012; Moreno et al., 2010) encontrados na literatura foram consideravelmente mais baixos que o encontrado nessa pesquisa, com aproximadamente 130.0 g/kg de celulose e 328.0 a 388.0 g/kg de hemiceluloses (Pires et al., 2010; Nouredini & Byun, 2010). Diferenças notáveis foram encontradas na PB do FMV e FMS (36.5 e 43.9 g/kg MS, respectivamente) se comparado ao do milho (82.6 g/kg MS) (Rostagno et al., 2005). Coelho em crescimento apresentam altos requerimentos por FDN e FDA (330 a 350 g/kg e 180 a 200 g/kg, respectivamente; De Blas e Mateos, 2010), valores estes encontrados nas dietas

contendo os FMV e FMS (366.4 e 355.3; 144.6 e 142.8 g/kg, respectivamente), pois estes são relacionados diretamente ao efeito regulatório do fluxo intestinal e retenção cecal da digesta (Gómez-Conde et al., 2007; Martínez-Vallespín et al., 2011). As composições químicas das dietas experimentais apresentaram valores bem próximos de PB (161.8 a 154.6g/kg de MS), FDN (355.3 a 389.3 g/kg de MS), FDA (140.5 a 144.6 g/kg de MS), NIDN 2.0 a 2.2 % PB), NIDA (4.4 a 4.7 % PB) e amido (338.0 a 350.0 g/kg), valores bem próximos aos encontrados na literatura (Arruda et al., 2003) de 319.1 e 328.1 g/kg, que trabalharam com diferentes níveis de amido na dieta de coelhos. Segundo os autores os níveis mais altos de amido proporcionaram maior enriquecimento nutricional do conteúdo cecal. De modo geral, a composição química dos dois fermentados (FMV e FMS) se aproximaram dos valores do milho encontrados na literatura, conseqüentemente, as dietas teste da presente pesquisa também apresentaram valores equiparados quimicamente.

4.2. Produção de gases, degradabilidade e digestibilidade in vitro da matéria seca

Segundo Gidenne et al. (2000), o trato gastrointestinal do coelho em condições normais retém a digesta no compartimento cecal por aproximadamente dez horas, tempo este, insuficiente para obtermos dados relacionados ao parâmetro B que é normalmente obtido somente após incubação prolongada de substratos nos inóculos (30 horas) (Kermauner e Lavrencic, 2012), que no presente trabalho apresentou a TMTF de 16.07, h. no tratamento com FMV em 24 horas de incubação. Verificou-se também que o tempo latência (LAG) não sofreu alteração com nenhum dos tratamentos ($P > 0.05$), ou seja, o tempo de colonização dos microrganismos ao substrato foi similar para todos os tratamentos. Portanto, os demais parâmetros avaliados na técnica proposta podem descrever melhor o padrão de fermentação dos substratos, que no presente estudo, se mantiveram semelhantes ($P > 0.05$), exceto para os parâmetros do tempo para a máxima taxa de fermentação (TMTF), quantidade máxima de gás produzido (B) e decaimento da taxa específica de produção de gás (A) ($P \leq 0.05$). Diante disso, observou-se, na presente pesquisa, uma lenta fermentação das dietas testadas, que foi demonstrada pelos elevados valores para a TMTF (15.80; 16.07, h), “B” (137.49; 137.03 mL/g MS) e valores mais baixos para “A” (0.16 e 0.15), encontrados no tratamento controle e com FMV, respectivamente, isso se comparado ao tratamento com FMS (TMTF, 13.42 h; B, 126.94 mL/g MS). Contrariamente aos demais parâmetros, o decaimento na taxa específica de produção de gás “A” do FMS apresentou-se maior (0.18). Em resumo, isso significa que o tempo para a obtenção da taxa máxima de fermentação ocorreu em maior tempo e a quantidade de gás produzido foi maior, se comparado ao tratamento com FMS.

Este estreitamento no tempo para a obtenção da fermentação máxima encontrado no tratamento com FMS se deve, muito provavelmente, pela composição do soro de leite, já que, um fato importante elucidado por (Gidenne et al., 2005) é que o amido é digerido quase na sua totalidade no intestino delgado e apenas pequenas quantidades atingem o ceco, apresentando pouca interferência na atividade fermentativa desse compartimento. Kermauner & Lavrencic (2012) trabalharam com diferentes fontes de amido utilizando a técnica de produção de gás *in vitro* e os parâmetros de tempo para a máxima taxa de fermentação e a máxima taxa de fermentação do milho (TMTF, 14.0 h; TMF, 2.8 mL/h) que neste caso, se equipararam com os encontrados na presente pesquisa.

Os coeficientes de DIVMS e DEGMS, também não foram influenciados ($P > 0.05$) pela inclusão de nenhum dos fermentados na dieta. Segundo Blümmel e Bullerdick (1997), a determinação do resíduo mostra o quanto o substrato foi utilizado na fermentação e a quantificação dos gases revela quanto do substrato fermentado foi transformado em AGV e gases.

4.3. Contribuição de ácidos graxos voláteis

Para Carabaño et al. (2010), os AGV's são os principais produtos da fermentação cecal de constituintes da parede celular e do amido que não foi digerido no intestino delgado. A concentração de AGV's é um dos indicativos da atividade fermentativa, entretanto, os valores e proporções não são fixos, tendo a estratégia de alimentação empregada, assim como a composição dietética (Carabaño et al., 2010) como alguns dos principais motivos para a variação destas concentrações. Os coelhos diferem de outros animais no nível de ácido butírico, que normalmente excede o ácido propiônico. As proporções de AGV's no conteúdo cecal são de 60 a 70% acético, 15 a 20% butírico e 10 a 15% ácido propiônico (Carabaño & Piquer, 1998), dados estes, confirmados na presente pesquisa para todos os tratamentos testados.

Místa et al. (2018) avaliaram o perfil de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) em ceco de coelhos alimentados com dietas a base de milho e farelo de trigo, encontraram valores semelhantes aos apresentados nessa pesquisa, onde a proporção de acetato, butirato de propionato nas diferentes dietas foram de 63.62 a 74.34%, 17.29 a 27.29% e 4.28 a 5.92 %, respectivamente. Este resultado corrobora os achados na presente pesquisa, onde os valores de foram de 66.89 a 73.98% para o acetato, 17.92 a 19.00% de butirato e 5.66 a 12.74% de propionato nas diferentes dietas avaliadas.

Como verificado em outros parâmetros avaliados dentro desta pesquisa, os dados referentes aos tratamentos controle e FMV se apresentaram similares, diferentemente do tratamento com FMS ($P \leq 0.05$). Houve uma redução tanto na concentração de AGV's totais (74.46 para 52.53 $\mu\text{g/mL}$) quanto na concentração individual desses ácidos na dieta controle em comparação a dieta com FMS (acético de 52.56 para 38.98 $\mu\text{g/mL}$; butírico de 14.41 para 9.53 $\mu\text{g/mL}$ e propiônico de 10.46 para 3.46 $\mu\text{g/mL}$), respectivamente. Uma explicação lógica para este fato seria os altos valores encontrados de lignina e energia na dieta controle em relação a dieta com FMS, onde Tazzoli et al. (2015) explica que a grande disponibilidade de carboidratos fermentescíveis nas dietas com altos níveis energéticos, acarreta um aumento significativo na atividade microbiana, e conseqüentemente, na produção de AGV's. Por outro lado, Beuvinck e Spoelstra (1992) sugeriram que a produção de acetato gera 2.0 moles de CO_2 por mol de glicose pela produção direta, e 0.87 mol/mol de AGV, indiretamente, assim como o propionato que também gera somente 0.87 mol/mol de AGV por meio da produção indireta e nenhum gás diretamente. Isto explica que a comparação de alimentos somente com base na produção acumulativa de gás pode levar a conclusões equivocadas sobre o valor energético dos alimentos, isso porque o volume de gás produzido por mol de hexoses dos AGV's tem diferentes molaridades.

O nível de amido, que neste estudo possuiu relação direta ao nível de FDA dietético, também contribuiu para o efeito responsivo observado sobre a concentração total de AGV no ceco dos coelhos, que na presente pesquisa teve relação inversa, contradizendo os efeitos encontrados por Carabaño et al. (1988), Gidenne (1995) e Arruda et al. (2000) de que, rações com maiores níveis de amido proporciona maior disponibilidade de energia para a atividade fermentativa no ceco. Possivelmente, esta diferença se deu devido a diferença na fonte de amido utilizada nas dietas teste (FMV e FMS) que no presente estudo derivou-se de mandioca. Arruda et al. (2000) trabalharam com coelhos que receberam dietas com diferentes níveis de amido e constataram que ao elevar o nível do amido das dietas pela inclusão de amido de milho, houve tendência de redução na concentração de AGV. Resultados estes que corroboram com o encontrado nesta pesquisa. Ainda, os mesmos autores relatam que este fator se deve provavelmente a redução no consumo com o maior nível de amido dietético provindo da dieta contendo o amido de milho e com isso, ter acarretado menor taxa de renovação do substrato para atividade fermentativa e conseqüentemente, uma melhora na degradação da fibra.

As proporções molares dos AGV apresentadas nessa pesquisa mostraram que, independente dos tratamentos, houve dominância da fermentação acética com média de 70%, seguida pela

maior proporção de ácido butírico com média de 18% em relação ao ácido propiônico que apresentou média de 10%, concordando com as citações da literatura (Lang, 1981; Marty e Vernay, 1984; Cheeke, 1987).

4.4. Digestibilidade in vivo e contribuição dos cecotrofos

A total retirada do milho em favor do FMS (100%) demonstrou uma redução ($P \leq 0.05$) nos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS, 0.63 para 0.51) e proteína bruta (CDPB, 0.72 para 0.63), respectivamente. Segundo Rocha (2016), que trabalharam com fermentados de mandioca com vinhaça e/ou soro de leite para suínos, relata que tal fato já era previsto, já que o valor de MS do FMV apresentou níveis mais elevados que o FMS. Não obstante, Silva et al. (2010), encontraram valores para o CDPB de 79.52% na silagem de mandioca, resultado que comprova os valores encontrados na presente pesquisa.

Segundo Toral et al. (2002) o amido da raspa de mandioca é mais digestível em relação ao amido do milho, dados estes, não encontrados na presente pesquisa, já que para todos os parâmetros avaliados, os tratamentos controle e com o FMV se mantiveram similares ($P > 0.05$). A digestibilidade da MS, PB e EB apresentados neste estudo se apresentaram bem próximos aos encontrados por Michelan et al. (2007), que utilizaram subprodutos da mandioca para coelhos em crescimento. Os autores verificaram que a mandioca pode ser incorporada até 26.4 e 27.3%, respectivamente, substituindo totalmente a energia digestível do milho. Os resultados de CDPB e CDEB encontrados por Rostagno et al. (2011) que trabalharam com a raspa integral de mandioca e encontraram valores de 35 e 84.18%, respectivamente, se apresentaram mais baixos que os resultados encontrados por Rocha (2016) que trabalhou com a ensilagem da mandioca associada a vinhaça e/ou soro de leite, que foi de (42.32 e 89.05%; 41.59 e 90.56%), respectivamente, que o autor conclui que o processo de fermentação, juntamente aos resíduos agroindustriais pode ter sido a causa na melhora do valor nutricional da mandioca. O coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica (CDMO) também apresentou diferença significativa ($P \leq 0.05$) entre os tratamentos, em que, o tratamento contendo o FMV foi maior que os demais. Coelho et al. (2016) avaliaram a influência de duas qualidades de feno de Tifton 85 enriquecidos ou não com vinhaça em dietas para coelhos e não observaram diferenças no CDMO no tratamento com inclusão da vinhaça. Fato este não comprovado na presente pesquisa. Não houve diferença para o PV, CMD, assim como os coeficientes de digestibilidade das cinzas, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e energia bruta em nenhum dos tratamentos avaliados.

A ED das dietas apresentaram diferenças significativas ($P \leq 0.05$), onde o tratamento controle obteve o maior valor (2996.16 kcal/kg MS), se comparado a dieta contendo o FMS que apresentou o menor valor (2458.17 kcal/kg MS). Estes dados conferem com os dados apresentados por Michelan et al. (2007) em que os autores trabalharam com níveis de inclusão da raspa da mandioca e verificaram que ao aumentarem o nível de inclusão, obteve-se uma queda da ED. Os resultados de ED e PD têm uma correlação com o rendimento de carcaça e a carcaça referência encontrados nessa pesquisa, em que, nos valores mais altos encontrados no tratamento controle, tanto a carcaça referência quanto o rendimento de carcaça foram superiores ao tratamento com FMS que os valores de ED e PD foram mais baixos. Contrariamente, Rocha (2016) encontrou valores de PD do FMV menor se comparado ao FMS (1.93 e 2.53%), respectivamente. Os valores de PD encontrados neste estudo não correspondem aos achados por Silva et al. (2010), que encontraram valores mais elevados na silagem de mandioca. A relação entre a ED e PD deve estar entre 19.0 e 25 (Ferreira e Pereira, 2003; Machado e Ferreira, 2012), resultados que não foram encontrados na presente pesquisa, em que, todas as dietas testadas apresentaram relação um pouco acima da proposta (28.81 a 29.67), o que sugere falta de proteína em relação à energia. Estas diferenças entre o presente estudo e a literatura consultada podem estar relacionadas ao método de avaliação utilizado (direto ou substituição), dificultando a comparação entre diferentes trabalhos (Ferreira, 2007). No presente estudo, somente o tratamento com FMS apresentou níveis de digestibilidade mais baixos que os demais tratamentos. Este fato nos mostra que provavelmente a inclusão do soro de leite tenha sido o responsável pela diferença encontrada, já que em estudo realizado por Ferreira et al. (2015) confirmam que a utilização da vinhaça elevou os valores de ED e PD do bagaço de cana utilizado na dieta de coelhos em crescimento, assim como os apresentados neste estudo, em que os valores dos tratamentos controle e com FMV apresentaram valores semelhantes. Ainda, os autores supracitados citam que a explicação para tal fato pode estar na presença de leveduras na vinhaça que são digeridas pelo trato gastrointestinal e fornecem quantidade extra de proteína e energia. Este dado pode ser reforçado devido aos achados por Martins et al. (2008), que utilizaram diferentes níveis de substituição da ração de suínos em crescimento por soro de queijo e observaram que a ED e PB das dietas se encontraram similares entre as dietas avaliadas. Do mesmo modo, Fernandes et al. (2013) avaliaram a influência da adição do soro de leite na ração de suínos e verificaram que os valores de PB e energia metabolizável (EM) se mantiveram próximos.

Coelho et al. (2016) avaliaram a influência de duas qualidades de feno de Tifton 85 enriquecidos ou não com vinhaça em dietas semi simplificadas para coelhos. As dietas semi simplificadas não foram influenciadas pela adição da vinhaça, com exceção do coeficiente de digestibilidade da matéria mineral (CDMM), que apresentou valores mais baixos quando adicionada a vinhaça. Em contrapartida, Ferreira et al. (2015), não verificaram diferenças no CDMM de dietas para coelhos em crescimento contendo 20% (m/m) de vinhaça, o que corrobora com os dados encontrados na presente pesquisa.

Não houve efeito significativo ($P>0.05$) no ensaio de cecotrofia sobre o parâmetro de PV, MS, Produção diária de cecotrofos, assim com a contribuição nutritiva da MS e PB. Somente o CMD e a PB dos cecotrofos foram influenciados ($P\leq 0.05$). O CMD da dieta contendo o FMS apresentou valor mais alto (128.57 g MS) em relação as dietas contendo FMV e controle (118.07 e 102.00 g MS, respectivamente). Não houve uma relação proporcional e direta entre a quantidade de ração consumida e quantidade de cecotrofos produzidos, diferentemente dos dados encontrados por Bellier & Gidenne (1996). Valores de produção de cecotrofos diária no presente estudo (34.73 a 42.81 g MS) estão próximos aos encontrados por Carabaño et al., (1988) que variaram de 14.98 a 29.59 g MS. Segundo Villamide et al. (2010), a CNMS é modificada com a dieta, em que esta, varia de 10 a 28%, valores estes, encontrados no estudo em questão que foram de 24.60 a 26.04%. A proteína bruta dos cecotrofos de animais alimentados com a dieta controle apresentou valor superior (309.34 g/kg) que as demais dietas contendo os fermentados (FMV, 282.68; e FMS, 271.62 g/kg). Em concordância com o presente estudo, De Blas et al. (2002) observaram que a proporção de proteína bruta dos cecotrofos se apresenta entre 23 e 33%, o que pode representar 15% das necessidades protéicas. Estes dados nos mostram que a associação, tanto da vinhaça quanto do soro de leite, não afetou os níveis de PB dos cecotrofos.

4.5. Desempenho produtivo e saúde dos animais

Os resultados obtidos nesta pesquisa referente ao desempenho dos animais, foram consistentes com os trabalhos que avaliaram o uso da mandioca em substituição parcial ou total ao milho em dietas para coelhos (Michelan et al., 2007; Mora et al., 2014), Contudo, não foi encontrada diferença significativa ($P>0.05$) para o peso vivo, GPD e CMD em nenhum dos períodos avaliados. A substituição do milho pelo FMS resultou em um aumento sobre a CA ($P\leq 0.05$) dos animais se comparado a dieta controle nos três períodos, primeiro período de 30 a 51 dias (2.29 para 2.58 g/g), segundo período de 51 a 72 dias (3.99 para 4.44 g/g) e período total dos 30 aos 72 dias de idade (3.01 para 3.36 g/g). Contrariamente, a CA

do primeiro, segundo e período total da dieta controle e contendo FMV se equipararam, isso se deve, provavelmente, pela presença da vinhaça que apresenta melhor utilização digestiva dos nutrientes intestinais relacionados à presença de ácidos orgânicos contida nela (Ryznar-Luty et al., 2008). Comportamento semelhante foi observado quando a vinhaça foi suplementada e fornecida a frangos de corte (Hidalgo et al., 2009), suínos (Stemme et al., 2005) e coelhos (Ferreira et al., 2015). Os resultados dos efeitos com o uso da vinhaça na alimentação animal ainda são bastante contraditórios. Contudo, Oliveira et al. (2013) trabalharam com vinhaça líquida na dieta de coelhos em crescimento e observaram que não houve efeito nos parâmetros de carcaça e vísceras, mesmo com a presença de leveduras e nutrientes na vinhaça como a vitamina C, minerais e ácidos orgânicos, substâncias que alteram benéficamente a flora intestinal e aumentam a digestibilidade e absorção de nutrientes. Da mesma forma, Gomes et al. (2008) empregaram farinha de varredura de mandioca nas rações de frangos de corte e observaram que até 30% de inclusão do ingrediente não afetou o desempenho zootécnico e o rendimento de carcaça. Segundo Camarão et al (1993) a raiz da mandioca, bem como seus subprodutos, pode substituir de forma parcial ou completamente o milho nas rações, porém, deve conter uma quantidade proteica complementar.

Durante o ensaio, os problemas de saúde entre os animais foram mínimos e ocorreram na primeira fase de crescimento (30 a 51 dias) (tabela 10) e, somente nas dietas controle e com FMS, com três mortes no total. Na segunda fase (51 a 72 dias), apenas morbidades foram verificadas e somente nos tratamentos controle e com FMS. Neste mesmo sentido, Hidalgo et al. (2009) relatam que os glucanos e mananos presentes na fração fibrosa da parede celular da levedura, mesmo em baixas concentrações, podem promover efeitos benéficos na mucosa intestinal. No presente trabalho, não foram observados sinais de morbidade, nem taxas de mortalidade nos animais submetidos às rações experimentais, possivelmente, pela eficiente utilização dos níveis de amido proporcionados pela inclusão dos fermentados nas rações. Além disso, a relação kcal ED/g PD situou-se em torno de 28 a 29, que significa que a amplitude é que permite obter os menores índices de mortalidade e os melhores desempenhos dos coelhos (De Blas 1989).

4.6. Características de abate e carcaça

As características do trato digestivo apresentaram resultados significativos para o peso relativo do estômago cheio, conteúdo estomacal e pH do conteúdo cecal, em que a dieta com FMS quando comparada a dieta controle apresentou aumento linear ($P \leq 0.05$) de 3.35 para

4.02, 2.13 para 2.74 e 6.19 para 6.67, respectivamente. Portanto, o ceco que é um órgão constituinte do aparelho gástrico, fundamental na digestão dos alimentos, sofreu ação do FMS quanto ao pH, que poderia interferir nos processos fermentativos cecais e, conseqüentemente, no crescimento dos coelhos. O aumento no pH possivelmente está relacionado ao pH do soro de queijo que apresenta pH entre 6 e 7 (Rodrigues et al., 2006), que pode ter elevado o pH cecal dos animais que receberam a dieta contendo o FMS. Em pesquisa realizada com ruminantes, verificou-se que a lactose está relacionada a manutenção, ou até mesmo com o aumento do pH ruminal (OBA, 2010). Isso se deve a produção aumentada de butirato, sendo este um dos produtos finais da fermentação da lactose (Schingoethe et al., 1976) e cujo aumento foi mostrado em várias pesquisas com uso de produtos derivados do soro de leite (De Frain et al., 2006; Golombeski et al., 2006; Chibisa et al., 2015).

Os dados do abate confirmam que as características de carcaça são influenciadas pelas diferentes dietas apresentadas nessa pesquisa, uma vez que o tratamento controle que apresentou nível mais elevado de ED e PD, a CR e o RC foram significativamente melhores quando comparado ao tratamento com FMS. Diferentemente dos dados encontrados por Furlan, et al. (2005) que não observaram diferenças significativas no desempenho e carcaças de coelhos em crescimento que receberam rações com diferentes níveis de substituição do milho por raspa de mandioca. Segundo os autores supracitados, o não aparecimento de diferenças significativas nos parâmetros citados pode ser explicado devido às rações terem sido formuladas para serem isoenergéticas, isoaminoacídicas (para metionina+cistina e lisina), isocálcicas e isofosfóricas. Dados não confirmados na presente pesquisa, que também utilizou-se de dietas isonutritivas.

Mesmo a dieta contendo FMV quando comparada a dieta controle não alterou os parâmetros de carcaça e a produção de vísceras, como relatado por Oliveira et al. (2013), mesmo a vinhaça contendo altos teores de minerais e ácidos orgânicos (Doelsch et al., 2009). Opostamente, a dieta contendo o FMS quando comparada a dieta controle, proporcionou redução na carcaça referência (1154.46 para 1097.10 g; $P \leq 0.05$) e rendimento de carcaça (48.80 para 46.57 %), contrariamente aos valores encontrados para o peso dos rins que apresentou um aumento de 1.45 para 1.64 % em relação ao peso ao abate ($P \leq 0.05$). Este resultado contradiz com os relatados por (Haraguchi et al., 2009), que avaliaram o efeito do consumo das proteínas do soro do leite sobre parâmetro renal de ratos submetidos à dieta hipercolesterolemia e observaram que o peso dos rins foi semelhante entre os grupos. São escassos os trabalhos relacionados a utilização de soro de leite na dieta de coelhos e os

possíveis efeitos sobre as características renais desses animais. Contudo, neste estudo, os animais que receberam o tratamento com o FMS apresentaram os rins mais pesados, dados não correlatos aos achados por Silva et al. (2019), que trabalharam com ratos camundongos saudáveis alimentados com whey proteins e verificaram a inexistência de um consenso na literatura sobre prejuízo renal desses animais.

As demais características de abate como os parâmetros de peso ao abate, pele comercial, fígado e coração e anexos não foram significativos ($P>0.05$), tendo sido obtidos médias para peso ao abate de 2363 g. As diferenças encontradas na presente pesquisa entre os tratamentos controle e com FMS, aplicados para as características de desempenho e carcaça não eram esperadas, visto que as rações experimentais foram formuladas para serem isonutritivas. Provavelmente, esta diferença está na composição dos resíduos, pois é sabido que o soro é rico em *Lactobacillus* e a vinhaça em *Levedura Saccharomices*. A fermentação anaeróbica dos produtos apresentaram melhoria na digestibilidade da energia e proteína bruta dos tratamentos.

5. Conclusão

Ambos o fermentados promoveram resultados satisfatórios na presente pesquisa, porém, houve interferência negativa somente para o tratamento com inclusão do fermentado de mandioca com soro de leite, quando comparado aos demais tratamento, sendo o fermentado de mandioca com vinhaça o que mais se equiparou nutricionalmente a dieta controle, pois a substituição do milho pelo FMV não afetou o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, podendo substituir totalmente o milho comercial em rações para coelhos em crescimento em até 15% sem prejuízo ao desempenho dos animais e, conseqüentemente, promover um destino adequado a vinhaça.

Conflito de interesses

Os autores declaram que não existem conflitos de interesse.

Agradecimentos

Este trabalho foi apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento e Científico e Tecnológico (CNPq; sob o número 443305 / 2014-5) e Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG). Agradecimentos especiais à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Educação Superior (CAPES) pelo apoio ao desenvolvimento desta pesquisa, a Fazenda Coreias de propriedade de Fábio Santos, pelo fornecimento da vinhaça, e a fazenda

Coqueiros de propriedade de João Dutra, pelo fornecimento do soro de leite, ambas situadas na zona rural de Coronel Xavier Chaves.

Referências

- Abad, R., Ibáñez, M. A., Carabaño, R., García, J. 2013. Quantification of soluble fibre in feedstuffs for rabbits and evaluation of the interference between the determinations of soluble fibre and intestinal mucin. *Anim. Feed Sci. Technol.* 182, 61-70.
- Agustini, M. A. B., Nunes, R. V., Silva, Y. L., Vieites, F. M., Eyng, C., Calderano, A. A., Gomes, P. C. 2015. Coeficiente de digestibilidade e valores de aminoácidos digestivos verdadeiros de diferentes cultivares de milho para aves. *Ciênc. Agr.*
- Alcalde, C. R., Zambom, M. A., Passianoto, G. O., Lima, L. S., Zeoula, L. M., Hashimoto, J. H. Valor nutritivo de rações contendo casca do grão de soja em substituição ao milho moído para cabritos Saanen. 2009. *Rev. Bras. De Zootec.* 38, 2198- 2203.
- Almaguel, R. E., Piloto, J. L., Cruz, E., Mederos, C. M. Y. & Ly, J. 2011. Utilización del ensilaje artesanal de yuca como fuente energética en dietas para cerdos de engorde. *Liv. Res. for Rur. Dev.* 23.
- Alves, M. P., Moreira, R. O., Rodrigues Júnior, P. H. Martins, M. C. F., Perrone, I. T., Carvalho, A. F. 2014. Soro de leite: tecnologias para o processamento de coprodutos. *Rev. Inst. Latic. Când. Tost.* 69, 212-226.
- AOAC, 2012. Official Methods of Analysis, 16th edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- AOAC, 1995. Official Methods of Analysis, 16th edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- Araújo, L. F., Aguiar, E. M., Coelho, R. R. P., Luciano, R. C., Bernadinho Filho, R., Navarro, L. A. O. 2017. Enriquecimento nutricional da casca da mandioca (*Manihotesculenta* Cranz) por processo biotecnológico destinado à alimentação animal. *Rev. Raí. e Alim. Trop.* 13, 18-30.
- Arruda, A. M. V., Carregal, R. D., Ferreira, R. G. 2000. Desempenho produtivo e atividade microbiana cecal de coelhos alimentados com rações contendo diferentes níveis de amido. *Rev. Bras. de Zoot.* 29, 762-768.
- Arruda, A. M. V., Pereira, E. S., Mizubuti, I. Y., Silva, L. D. F. 2003. Importância da fibra na nutrição de coelhos. *Sem. Ciênc. Agr.* 24, 181 – 190.
- Barbosa, C. S., Mendonça, R. C. S., Santos, A. L., Pinto, M. S. 2009. Aspectos e impactos ambientais em um laticínio de pequeno porte. *Rev. Inst. Latic. Când. Tost.* 64, 28-35.

- Bellier, R., Gidenne, T. (1996) Consequences of reduced fibre intake on digestion, rate of passage and caecal microbial activity in the young rabbits. *British Journal of Nutrition*. 75, 353–363.
- Beuvink, J. M. W., Spoelstra, S. F. 1992. Interactions between substrate, fermentation end-products, buffering systems and gas production upon fermentation of different carbohydrates by mixed rumen microorganisms *in vitro*. *Appl. Microb. and Biotech.* 37, 505-509.
- Blas, E., Cervera, C., Fernandez-Carmona, J. 1994. Effect of two diets with varied starch and fiber levels on the performance of 4-7 weeks old rabbits. *World Rabbit Sci.* 2, 117-121.
- Blasco, A., Ouhayoun, J. 1996. Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. Revised proposal. *World Rabbit Sci.* 4, 93-99.
- Blummel, M., Bullerdick, P. 1997. The need to complement *in vitro* gas measurements with residue determination from *in sacco* degradabilities to improve the prediction of voluntary intake of hays. *Anim. Sci.* 64, 71- 75.
- Boisen, S. 1991. A model for feed evaluation based on *in vitro* digestibility dry matter and protein. In: Fuller, M.F. (Ed.), *In vitro* Digestion for Pigs and Poultry. CAB International, Wallingford, UK., pp. 135-145.
- Buitrago, J. A. 1990. The use of cassava in animal feeding. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 446.
- Calabrò, S., Nizza, A., Pinna, W., Cutrignelli, M. I., Piccolo, V. 1999. Estimation of digestibility of compound diets for rabbits using the *in vitro* gas production technique. *World Rabbit Sci.* 7, 197-201.
- Camarão, A. P., Batista, H. A. M., Lourenço Júnior, J. B., Cardoso, E. M. R. 1993. Utilização da mandioca na alimentação de ruminantes na Amazônia. Pará: Embrapa.
- Carabaño, R., Fraga, M. J., Santoma, G., De Blas, J. C. 1988. Effect of diet on composition of cecal contents and on excretion and composition of soft and hard feces of rabbits. *Journal of Animal Science*. 66, 901- 910.
- Carabaño, R., Piquer, J. 1998. The digestive system of the rabbit. In: De Blas E., Wiseman, J. (Ed). *The nutrition of the rabbit*. Wallingford: CABI Publishing. 1-16.
- Carabaño, R., Piquer, J., Menoyo, D., & Badiola, I. 2010. Chapter 1 - The Digestive System of the Rabbit. In C. de Blas, & J. Wiseman, *Nutrition of the Rabbits*. Cambridge: CAB International. (2 Ed.). 1-19.
- Carabaño, R., Fraga, M. J., Santomá, G., De Blas, J. C. 1988. Effect of diet on composition of cecal contents and on excretion and composition of soft and hard feces of rabbits. *J. of Anim. Sci.* 66, 901-910.

- Carraro, L., Trocino, A., Fragkiadakis, M., Xiccato, G., Radaelli, G. 2007. Digestible fibre to ADF ratio and starch level in diets for growing rabbits. *Ital. J. Anim. Sci.* 6, 752-754.
- Carrijo, A. S., Menezes, G. P., Oliveira, M. S. S., Silva, M. J., Onselen, V. J. 2002. Utilização do farelo de raiz integral de mandioca como fonte energética alternativa na engorda de frango tipo caipira. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39. 2002, Recife. Anais... Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, CD-Rom.
- Cavani, C., Petracci, M., Trocino, A., Xiccato, G. 2009. Advances in research on poultry and rabbit meat quality. *Ital. J. Anim. Sci.* 8, 741-750.
- Cheeke, P. R. 1987. Digestive physiology. In: Rabbit feeding and nutrition. Orlando: *Academic Press*. 15-33.
- Chibisa, G. E., Gorka P., Penner, G. B., Berthiaume R., Mutsvangwa, T. 2015. Effects of partial replacement of dietary starch from barley or corn with lactose on ruminal function, short-chain fatty acid absorption, nitrogen utilization, and production performance of dairy cows. *J. of Dair. Sci.*, 98, 2627-2640. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030215001125>>. Acesso em: 20 jun. 2018.
- Coelho, C. C. G. M., Ferreira, W. F., Mota, K. C. N. Rocha, L. F., Sousa, T. N., Costa Júnior, M. B., Neta, C. S. S., Ferreira, F. N. A. 2016. Utilização digestiva e produtiva de dietas semi simplificadas com fenos enriquecidos com vinhaça para coelhos em crescimento. *B. Indúst. Anim.* 73, 1-8.
- Coraza, R. I., Salles-Filho, S. L. M. 2000. Opções produtivas mais limpas: uma perspectiva evolucionista a partir de um estudo de trajetória tecnológica na agroindústria canavieira. XXI SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. 2000, São Paulo. *Anais*. São Paulo: Núcleo PGT.
- Cushing, K., Alvarado, D. M., Ciorba, M. A. 2015. Butyrate and Mucosal Inflammation: New Scientific Evidence Supports Clinical Observation. *Clinical and translational gastroenterology*. 6, 108.
- De Blas, C. 1989. Alimentación del conejo. Madrid: Ed. Mundi-Prensa. p. 175.
- De Blas, J. C., Garcia J., Carabaño, R. M. 2002. Avances em nutrición de conejos. In: SIMPOSIUM DE CUNICULTURA, 27., Réus. Anais. Réus, 83-91.
- De Blas, J. C., Mateos, G. G. 2010. Feed formulation. In: De Blas, C., Wiseman, J. (Ed). *The Nutrition of the Rabbit*. 2.ed. Reino Unido: CABI Publishing. 222-232.
- Defrain, J. M., Hippen, A. R., Kalscheur, K. F., Schingoethe, D. J. 2006. Feeding lactose to increase ruminal butyrate and the metabolic status of transition dairy cows. *J. of Dairy. Sci.*

- 89, 267-276. Disponível em: < [http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(06\)72091-4/pdf](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(06)72091-4/pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2018.
- Dian, P. H. M., Prado, I. N., Fugita, C. A., Prado, R. M., Valero, M. V., Bertipaglia, L. M. A. 2009. Substituição do milho pelo resíduo de fecularia de mandioca sobre o desempenho, digestibilidade e características de carcaça de novilhos confinados. *Acta Scie. Anim. Sci.* 31, 381-387.
- Doelsch, E., Masion, A., Cazevieuille, P., Condom, N. 2009. Spectroscopic characterization of organic matter of a soil and vinasse mixture during aerobic or anaerobic incubation. *Waste Manage.* 29, 1929-1935.
- Falcão-e-Cunha, L. 1988. 359f. *Os constituintes da parede celular no processo digestivo do coelho*. Tese (Doutorado em agronomia) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.
- Fernandes, A., Miranda, A. P. 2013. Desempenho e ocorrência de diarreia em leitões alimentados com soro de leite. *Arch. Zootec.* 62, 589-594.
- Ferreira, W. M., Fraga, M. J., Carabaño, R. 1996. Inclusion of grape pomace in substitution for alfalfa hay in diets for growing rabbits. *Anim. Sci.* 63, 167-174.
- Ferreira, W. M., Herrera, A. D. P. N., Scapinello, C., Fontes, D. O., Machado, L. C., Ferreira, S. R. A. 2007. Digestibilidade aparente dos nutrientes de dietas simplificadas baseadas em forragens para coelhos em crescimento. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 59, 451- 458.
- Ferreira, W. M., Pereira, R. A. N. 2003. Avanços na nutrição de coelhos - Avaliação energética e protéica dos alimentos e necessidades nutricionais. *Nutrição animal – Tópicos avançados*. Departamento de Tecnologia Rural e Animal – UESB. 15- 34.
- Ferreira, F.N.A., Ferreira, W.M., Mota, K.C.N., Silva Neta, C.S., Lara, L.B., Santos, E.A. 2015. Avaliação nutricional do bagaço de cana-de-açúcar enriquecido com vinhaça em dietas para coelhos em crescimento. *Rev. Caatinga.* 28, 217-226.
- Fialho, E. T., Lima, J. A. F. de, Oiveira, V. de, Silva, H. O. 2002. Substituição do milho pelo sorgo sem tanino em rações de leitões: digestibilidade dos nutrientes e desempenho animal. *Rev. Bras. Milho e Sorgo.* 1, 105-111.
- Furlan, A. C., Scapinello, C., Moreira, I., Murakami, A. E., Santolin, L. R., Otutume, L. K. 2005. Avaliação nutricional da raspa integral de mandioca extrusada ou não para coelhos em crescimento. *Acta Scie. Anim. Scie.* 27, 99-103.
- Gidenne, T., Perez, J. M. 1993a. Effect of dietary starch origin on digestion in the rabbit. Digestibility measurements from weaning to slaughter. *Anim. Feed Sci. Tech.* 42, 237-247.

- Gidenne, T., Perez, J. M. 1993b. Effect of dietary starch origin on digestion in the rabbit. 2. Starch hydrolysis in the small intestine, cell wall degradation and rate of passage measurements. *Anim. Feed Sci. Techn.* 42, 249-257.
- Gidenne, T. 1995. Effect of fiber level reduction and glicooligosaccharide addition on the growth performance and caecal fermentation in the growing rabbits. *Anim. Feed Sci. Techn.* 56, 253-263.
- Gidenne, T., Jehl, N. 1996. Replacement of starch by digestible fiber in the feed for growing rabbit: 1. Consequences for digestibility and rate of passage. *Anim. Feed Sci. and Techn.* 61, 183-192.
- Gidenne, T. 1996. Nutritional and ontogenic factors affecting rabbit caeco-colic digestive physiology. In: World Rabbit Congress, 6, Toulouse, 1996. Proceedings ... Toulouse: World Rabbit Sci. Assoc. 1, 13-28.
- Gidenne, T., Lapanouse, A. 2000. Technical note: The measurement of soft faeces production is affected by the type of collar. *World Rabbit Sci.* 8, 41-42.
- Gidenne, T., Segura, M., Lapanouse, A. 2005. Effect of cereal sources and processing in diets for the growing rabbit. Effects on digestion and fermentative activity in caecum. *Anim. Res.* 54, 55-64.
- Gidenne, T., Pinheiro, V., Falcao E., Cunha, L. 2000. A comprehensive approach of the rabbit digestion: consequences of a reduction in dietary fibre supply. *Livestock Production Science.* 64, 225-237.
- Golombeski, G. I., Kalscheur, K. F., Hippen, A. R. 2006. Slow-release urea and highly fermentable sugars in diets fed to lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89, 4395-4403. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030206724869>>. Acesso em: 20 jun. 2018.
- Gomes, P. C., Rodrigues, M. P., Albino, L. F. T., Rostagno, H. S., Gomes, M. F. M., Mello, H. H. C., Brumano, G. 2008. Determinação da composição química e energética do milho e sua utilização em rações para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. *Rev. Bras. Zootec.*, 37, 1617-1621.
- Gómez-Conde, M. S., Garcia, J., Chamorro, S. Erias, P., Rebollar, P. G., Pérez de Rozas A., Badiola, I., De Blas, C., Carabaño R. 2007. Neutral detergent-soluble fiber improves gut barrier function in twenty-five-day-old weaned rabbits. *J. Anim. Sci.*, 85, 3313-3321.
- Haraguchi, F. K., Pedrosa, M. L., Paula, H., Santos, R. C., Silva, M. E. 2009. Influence of whey protein on liver enzymes, lipid profile and bone formation of hypercholesterolemic rats. *Rev. Nutr.* 22, 517-525.

- Hermida, H. 2012. 56f. *Evaluación de la harina de yuca (Manihot esculenta Crantz) como componente energético en la ceba de pollos machos camperos K53*. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencia Animal.
- Herrera, A. P. N. 2003. 104f. *Eficiência produtiva e avaliação nutricional de dietas simplificadas a base de forragens para coelhos em crescimento*. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Curso de Pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Federal de Minas Gerais.
- Hidalgo, K., Rodríguez, B., Valdivié, M., Febles, M. 2009. Utilización de la vinaza de destilería como aditivo para pollos en ceba, Cuban J. Agric. Sci. 43, 281-284.
- Kermauner, A., Lavrenčič, A. 2012. The in vitro caecal fermentation of different starch sources in Rabbits. Acta agric. Slov. 3, 71-75.
- Lang, J. 1981. The Nutrition of the commercial rabbit. Part 1: Physiology, digestibility and nutrient requirements. Nutrition Abstracts and Reviews, Bucksburn. 51, 197-225.
- Lavrenčič, A. 2007. The effect of rabbit age on in vitro caecal fermentation of starch, pectin, xylan, cellulose, compound feed and its fibre. Animal. 1, 241-248.
- Lavrenčič, A., Stefanon, B. Susmel, P. 1997. An evaluation of the Gompertz model in degradability studies of forage chemical components. Anim. Sci. 64, 423-431.
- Lezcano, P. P., Berto, D. A., Bicudo, S. J., Curcelli, F., Gonzáles, F. P. e Valdivie, N. M. I. 2014. “Yuca ensilada como fuente de energía para cerdos en crecimiento”. Avances en Investigación Agropecuaria. 18, 41–47.
- Lima, C. A. C., Lima, G. F. C., Costa, R. G., Medeiros, A. N., Aguiar, E. M., Lima Júnior, V. 2012. Efeito de níveis de melão em substituição ao milho moído sobre o desempenho, o consumo e a digestibilidade dos nutrientes em ovinos Morada Nova. Rev. Bras. Zootec., 41, 164-171.
- Machado, L. C., Ferreira, W. M. 2012. Atualidades em nutrição de coelhos: 2006 a 2011. Rev. Bras. de Cun. Bambuí. 1, 17-27.
- Martínez-Vallespín, B., Martínez-Paredes, E., Ródenas, L. Ceveral, C., Pascual, J. J., De Blas, E. 2011. Combined feeding of rabbits female and young: Partial replacement of starch with acid detergent fibre or/and neutral detergent soluble fibre at two protein levels. Livest. Sci., 141, 155-165.
- Martins, T. D. D., Pimenta Filho, E. C., Costa, R. G., Souza, J. H. M. 2008. Soro de queijo líquido na alimentação de suínos em crescimento. Rev. Cien. Agron. 39, 301-307.
- Marty, J., Vernay, M. 1984. Absorption and metabolism of the volatile fatty acids in the hindgut of the rabbit. Br. J. Nutr. 51, 265-277.

- Mauricio, R. M.; Mould, F. L.; Dhanoa, M. S., Owen, E., Channa, K. S., tTheodorou, M. K. 1999. A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminants feedstuff evaluation. *Anim. Feed Sci. Technol.* 79, 321-330.
- Mejia, A. M. G. 1999. 90f. *Estratégias para avaliação nutricional da polpa cítrica seca em suínos em terminação*. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Mertens, D. R. 1997. Creating a system for meeting the iber requirements of dairy cows. *Jour. of Dair. Sci. Sav.* 80, 1463-1481.
- Michelan, A. C., Scapinello, C., Furlan, A. C., Martins, E. N., Faria, H. G., Andreazzi, M. A. 2007. Utilização da raspa integral de mandioca na alimentação de coelhos. *Rev. Bras. Zootec.* 36, 1347-1353.
- Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Regulamento técnico sobre aditivos para produtos destinados à alimentação animal. Instução Normativa 13, de 01 de dezembro de 2004. Acesso em 15 junho de 2018. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=133040692>.
- Miranda, J. C. 2014. 77f. *Bioconversão Energética da Folha e Bagaço de Mandioca pelo Fungo Rhizopus oligosporus para Obtenção de Alimento Funcional*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, São Paulo, 2014.
- Miśta, D., Króliczewska, B., Pecka-Kiełb, E., Piekarska, J., Marounek, M., & Zawadzki, W. 2018. Comparative *in vitro* study of caecal microbial activity in brown hares and domestic rabbits which were offered the same diet. *Mam. Res.* 63, 285-296.
- Mora, L. M., Moura, A. S. A. M. T., Scapinello, C., Bicudo, S.J., Araújo, I.G., Curcelli, F., Barros. T. F. M. 2014. Digestible energy of unpeeled cassava root meal and its effect on growth performance and carcass traits in rabbits. *World Rabbit Sci.* 22, 105-111.
- Moreno, G. M. B., Sobrinho, A. G. S., Leão, A. G., Loureiro, C. M. B., Perez, H. L., Rossi, R. C. 2010. Desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. *REV. Bras. Zootec.*, 39, 853-860.
- Motta Ferreira, W., Fraga, M. J., Carabaño, R. 1996. Inclusion of grape pomace, in substitution for alfalfa hay, in diets for growing rabbits. *Anim. Sci.* 63, 167-174.
- Noureddin,i H., Byun, J. 2010. Dilute-acid pretreatment of distillers' grains and corn fiber. *Biores Technol.*, 101, 1060-1067.

- OBA, M. 2010. Effect of feeding sugars on productivity of lactating dairy cows. *Canad. J. Anim. Sci.*, 91,37-46. Disponível em: <<http://www.nrcresearchpress.com/doi/pdf/10.4141/CJAS10069>>. Acesso em: 20 jun. 2018.
- Oliveira, A. F. G., Scapinello, C., Martins, E. N., Jobim, C. C., Monteiro, A. C. e Figueira, J. L. 2011. Efeito de dietas semi simplificadas formuladas com subprodutos de mandioca ensilados ou não sobre o desempenho e características de carcaça de coelhos. *Acta Scientiarum. Animal Sciences.* 33, 59–64.
- Oliveira, D. F., Bravo, C. E. C., Tonial, I. B. 2012. Soro de leite: um subproduto valioso. *Vet. Inst. Latic. Când. Tost.* 67, 385.
- Oliveira, M.C., Silva, D.M. Carvalho, C.A.F.R., Alves, M.F., Dias, D.M.B., Martins, P.C., Bonifácio, N.P., Souza Júnior, M.A.P. 2013. Effect of including liquid vinasse in the diet of rabbits on growth performance. *R. Bras. Zootec.* 42, 259-263.
- Perez, J. M, Lebas, F., Gidenne, T., Maertens, L., Xiccato, G., Parigi-Bini, R., Zotte, A. D., Cossu, M. E., Carazzolo, A., Villamide, M. J., Carabaño, R., Fraga, M. J., Ramos, M. A., Cervera, C., Blas, E., Fernández, J., Falcão-e-Cunha, L., Freire, J. B. 1995. Europeanreference method for *in vivo* determination of diet digestibility in rabbits. *World Rabbit Sci.* 3, 41-43.
- Pires, A. J. V., Reis, R. A., Carvalho, G. G. P., Siqueira, G. R., Bernardes, T. F., Ruggieri, A. C., Roth, M. T. P. 2010. Degradabilidade ruminal da matéria seca, da proteína bruta e da fração fibrosa de silagens de milho, de sorgo e de *Brachiaria brizantha*. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 62, 391-400.
- Ragib, R., Sarker, P., Bergman, P., Ara, G., Lindh, M., Sack, D. A., Nasirul Islam, K. M., Gudmundsson, G. H., Andersson, J., Agerberth, B. 2006. Improved outcome in shigellosis associated with butyrate induction of an endogenous peptide antibiotic. *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 24, 9178-9183.
- Ramos, M.A., Carabano, R., Boisen, S. 1992. An *in vitro* method for estimating digestibility in rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.* 15, 938-946.
- R Core Team. R: *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna. Austria, 2017.
- Robertiello, A. 1982. Upgrading of agricultural and agro-industrial wastes: the treatment of distillery effluents (vinasses) in Italy. *Agr. Wastes.* 4, 387-395.
- Rocha, L. F. 2014. 52f. 2016. *Desenvolvimento e valor nutritivo de fermentados de mandioca utilizando soro de leite ou vinhaça e iogurte natural para suínos em crescimento.*

(Dissertação de Mestrado). Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais.

Rodríguez, N. R. 2013. 76f. *La yuca (Manihot esculenta Crantz) como fuente de energía en piensos locales para pollos sintéticos tipo campero Holguín*. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencia Animal, Cuba.

Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Donzele, J. L., Gomes, P. C., Oliveira, R. F., Lopes, D. C., Ferreira, A. S., Barreto, S. L. T., Euclides, R. F. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, p. 252.

Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Donzele, J. L., Gomes, P. C., Oliveira, R. F., Lopes, D. C., Ferreira, A. S., Barreto, S. L. T. 2005. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2.^a ed. Imprensa Universitária/UFV. Viçosa, p.186.

Ryznar-Luty, A., Krzywonos, M., Cibis, E., Miśkiewicz, T. 2008. Aerobic biodegradation of vinasse by a mixed culture of bacteria of the genus *Bacillus*: optimization of temperature, pH and oxygenation state. Polish J. Environ. Stud. 17, 101-112.

Scapinello, C., Michelan, A. C., Furlan, A. C., Martins, E. N., Faria, H. G., Andrezzi, M. A. 2006. Utilização da farinha de varredura de mandioca na alimentação de coelhos. Acta Scie. Anim. Sci. 28, 39-45.

Schingoethe, D. J., Rook, J. A. 1976. Ration Digestibility and Mineral Balance in Lactating Cows Fed Rations Containing Dried Whey. J. Dairy. Sci. 59, 992-996.

Silva, G. M. B. M., Araújo, I. T., Moraes, F. E. S., Tinoco, Filho, H. S., Araújo, L. F., Oliveira, L. A. Enriquecimento proteico do resíduo da mandioca para alimentação de ruminantes. In: XXIV. Congresso de iniciação científica e tecnológica (CIC-CIT). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2014.

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

Silva, M. A. A. da, Furlan, A. C., Moreira, I., Paiano, D., Scherer, C. & Martins, E. N. 2008. Nutritional evaluation of cassava root silage with or without whole soybean for nursery piglets. Rev. Bras. de Zoot. 37, 1441-1449.

Silva, A. J. S., Navarro, A. C., Marques, R. F., Macêdo, M. R. C., Navarro, F. O. 2019. Efeitos do treinamento físico e da suplementação das whey proteins sobre a função renal em ratos e camundongos. Rev. Bra. Presc. Fis. Exer. 13, 895-925.

Silva, M. A. A., Furlan, A. C., Moreira, I., Toledo, J. B., Carvalho, P. L. O., Scapinello, C. 2010. Avaliação nutricional e desempenho da silagem da raiz de mandioca contendo ou não soja integral em dietas para suínos. Rev. Acta Scie. Anim. Sci. 32, 155-161.

- Stemme, K., Gerdes, B., Harms, A., Kamphues, J. 2005. Beet-vinasse (condensed molasses solubles) as an ingredient in diets for cattle and pigs - nutritive value and limitations. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 89, 179-183.
- Tazzoli, M., Trocino, A., Birolo, M. Radaelli, G., Xiccato, G. 2015. Optimizing feed efficiency and nitrogen excretion in growing rabbits by increasing dietary energy with high-starch, high-soluble fibre, low-insoluble fibre supply at low protein levels. *Livest. Sci.* 175, 59-68.
- Theodorou, M. K., Williams, B. A., Dhanoa, M. S., McAllan, A. B., France, J. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 48, 185-197.
- Toral, F. L. B., Furlan, A. C., Scapinello, C., Peralta, R. M., Figueiredo, D. F. 2002. Digestibilidade de duas fontes de amido e atividade enzimática em coelhos de 35 e 45 dias de idade. *Revis. Bras.Zootec.* 31, 1434-1441.
- Tortuero, F., Rioperez, J., Cosin, C., Barrera, J., Rodriguez, M. L. 1994. Effects of dietary fiber sources on volatile fatty acid production, intestinal microflora and mineral balance in rabbits. *Anim. Feed Sci. and Tech.* 48, 1-14.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583-3597.
- Villamide, M. J., Maertens, L., Cervera, C., Perez, J., Xiccato, G. 2001. A critical approach of the calculation procedures to be used in digestibility determination of feed ingredients for rabbits. *World Rabbit Sci.* 9, 19-25.
- Villamide, M. J., Nicodemus, N., Fraga, M. J., Carabaño, R. 2010. Protein digestion. In: DE BLAS, C.; WISEMAN, J. (Ed.). *Nutrition of the rabbit*, Cambridge: CABI International 2010. 2, 39-55.
- Vovk, S. J., Skrivanova, V., Marounek, M. 1994. Concentration of microbial metabolites in the gastrointestinal tract of broiler rabbits. *Anim. Nutr. Physiol.* 39, 33-37.

