

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

**DESENVOLVIMENTO E VALOR NUTRITIVO DE
FERMENTADOS DE MANDIOCA UTILIZANDO SORO DE
LEITE OU VINHAÇA E IOGURTE NATURAL PARA
SUÍNOS EM CRESCIMENTO**

Leonardo Francisco da Rocha

Belo Horizonte

Escola de Veterinária – UFMG
2016

LEONARDO FRANCISCO DA ROCHA

**Desenvolvimento e valor nutritivo de fermentados de mandioca
utilizando soro de leite ou vinhaça e iogurte natural para suínos
em crescimento**

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

Área: Nutrição e Alimentação Animal

Orientador: Walter Motta Ferreira

Belo Horizonte
Escola de Veterinária – UFMG
2016

R672d Rocha, Leonardo Francisco da, 1988-
Desenvolvimento e valor nutritivo de fermentados de mandioca utilizando soro de leite ou vinhaça e iogurte natural para suínos em crescimento / Leonardo Francisco da Rocha. – 2016.
50 p. : il.

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

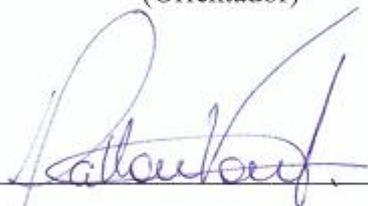
1. Suíno – Alimentação e rações – Teses. 2. Valor nutricional – Teses. 3. Nutrição animal – Teses. 4. Digestibilidade – Teses. I. Ferreira, Walter Motta. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 636.408 5

DISSERTAÇÃO defendida e aprovada em 28/01/2016 pela Comissão Examinadora
composta pelos seguintes membros:



Prof.^o. Dr. Walter Motta Ferreira
(Orientador)



Prof.^o. Dr. Dalton Fontes de Oliveira



Prof.^o. Dr. Francisco Carlos de Oliveira Silva

À minha família, que sempre merecerá algo melhor.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela presença constante, por todo amparo, e força diante das dificuldades, por me mostrar o caminho correto nas horas incertas e enfim, por ter me concedido a honra de realizar mais este sonho;

À padroeira Nossa Senhora de Aparecida, a qual tenho imensa devoção e gratidão.

A meus avós, pelos ensinamentos e pela brilhante criação e educação que me proporcionaram.

Ao meu pai Ivan pelo grande apoio, e por ser uma das minhas fontes de inspiração de como o ser humano deve ser bom, honesto e trabalhador.

Aos meus irmãos que são vários, e toda minha família que de alguma forma contribuiu para meu crescimento pessoal e profissional.

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

Ao Prof. Dr. Walter Motta Ferreira, pela orientação, paciência e amizade;

Aos Prof. Dalton Fontes e Francisco Carlos, pelo apoio, e pela ajuda na realização do experimento.

À Isadora Marques Paiva por todo companheirismo, palavras de conforto, tantas trocas de ideias sobre este trabalho, além de todos os excelentes momentos juntos;

Aos amigos de equipe da cantina 2, pela ajuda nas análises e nos momentos de aperto;

Aos funcionários Toninho, Salame;

A todos os novos e antigos amigos, pelo simples fato de existirem;

A todos os colegas e professores da UFMG, pelo convívio e aprendizado;

À CNPq pela concessão da bolsa;

À FAPEMIG E CAPES pelo apoio financeiro na realização do experimento.

SUMÁRIO

CAPITULO I	10
INTRODUÇÃO GERAL	10
REVISÃO DE LITERATURA.....	11
1. Aspectos gerais sobre a mandioca (Manihot esculenta, Crantz)	11
1.1 Toxidade da mandioca	12
1.2 Mandioca na alimentação animal	13
2. Resíduos industriais na alimentação animal	16
2.1 Aspectos gerais sobre a vinhaça	17
2.2 Vinhaça na alimentação animal	18
2.3 Soro de leite na alimentação animal.....	19
4. Ensilados.....	22
4.1 Tipos de Ensilados	22
4.2 Ensilado Químico.....	22
4.3 Ensilado Biológico.....	23
4.4 Fontes de carboidratos e proteínas utilizados	24
4.5 Ensilagem de tubérculos com resíduos agroindústrias.....	24
OBJETIVOS	25
Objetivos Gerais	25
Objetivos Específicos.....	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
Introdução.....	36
Referências.....	45

LISTA DE TABELAS

Capítulo I: Revisão de Literatura

Tabela 1. Composição química da raiz da mandioca.....	12
Tabela 2. Percentagem de proteína bruta (% MS) de diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca cultivadas na região do Norte de Minas Gerais.....	14
Tabela 3. Composição em nutriente no soro de leite integral, de acordo com diferentes fontes, dados na matéria natural (MN) e matéria seca (MS).....	20

Capítulo II: Artigo

Tabela 1. Composição percentual da dieta Referência.....	49
Tabela 2. Proporção das matérias primas utilizadas na confecção dos fermentados.....	49
Tabela 3. Composição centesimal da ração referência.....	50
Figura 1. Dinâmica de fermentação do pH em função dos dias.....	51
Tabela 4. Composição bromatológica e valores de pH dos fermentados.....	51
Tabela 5. Valores de matéria seca digestível (MSD), proteína digestível (PD), fibra detergente neutro digestível (FDND), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM). (MN).....	52

LISTA DE ABREVIATURAS

ABIQ: Associação Brasileira das Indústrias de Queijo;	FDA: Fibra em detergente ácido;
CA: Conversão alimentar;	FDN: Fibra em detergente neutro;
Ca: Cálcio;	GDP: Ganho de peso diário;
CD: Coeficiente de digestibilidade aparente;	K: Potássio;
CDEB: Coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta;	MO: Matéria orgânica;
CDEE: Coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo;	MN: Matéria natural;
CDFDN: Coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro;	MS: Matéria seca;
CDFDA: Coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente ácido	MSD: Matéria seca digestível;
CDMO: Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria orgânica;	P: Fósforo;
CDMS: Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca;	PB: Proteína bruta;
CDPB: Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta;	PD: Proteína digestível;
CMD: Consumo médio diário;	pH: Potencial hidrogeniônico;
DBO: Demanda bioquímica de oxigênio;	PROÁLCOOL: Programa Nacional do Alcool;
EB: Energia bruta;	RC: Rendimento de carcaça;
ED: Energia digestível;	S: Enxofre;
EE: Extrato etéreo;	UFMG: Universidade Federal de Minas Gerais.
EED: Extrato etéreo digestível;	

CAPITULO I

INTRODUÇÃO GERAL

A alimentação de suínos representa, em um sistema de produtivo, cerca de 70 a 80% dos custos de produção e tem como a principal fonte energética o milho seco e moído, sendo este o responsável pela maior parte dos custos de produção de rações. Desta forma, tem sido uma grande preocupação a busca por alimentos alternativos ao milho, que possam melhorar os índices produtivos e econômicos nos sistemas de produção sem comprometer o desempenho animal (SILVA et al., 2008).

Alguns países como Cuba, devido a questões políticas, o governo fornece cerca de 70% da alimentação dos suínos para os produtores, sendo os 30% restantes ficando a cargo dos suinocultores. Sendo assim, alguns produtores de suínos da região central deste país, tem utilizado um produto fermentado oriundo da ensilagem da mandioca e outros tubérculos na forma líquida com água e/ou resíduos agroindustriais e iogurte para alimentação de suínos (RODRÍGUES, 2007) devido ao alto custo e a indisponibilidade de determinados insumos.

O Brasil se encontra em destaque na produção de mandioca, ocupando atualmente o segundo lugar na produção mundial deste tubérculo, com cerca de 12,7% do total produzido mundialmente, tendo como principais estados produtores: Pará, Paraná, Bahia, Maranhão, São Paulo e Acre (SEAPA, 2015). Na alimentação de suínos a utilização de produtos oriundos do processamento da mandioca são bem conhecidos, sendo os principais utilizados: farinha integral, farelo de raspas, mandioca fresca e farinha da parte aérea.

O Brasil detém da maior produção mundial de álcool e açúcar obtidos a partir da cana de açúcar. O estado de Minas Gerais também tem se destacado pela grande produção de aguardente de cana. Ambos os processos industriais geram resíduos sólidos, como o bagaço, e líquidos, como a vinhaça ou vinhoto, que é o remanescente dos destiladores (ÚNICA, 2015).

Após o término de cada destilação, a vinhaça deve ser retirada e descartada, para que nova remessa de caldo de cana fermentado entre no equipamento e o processo de fabricação prossiga. De maneira geral, cada litro de álcool produzido em uma destilaria gera entre 10 e 15 litros de vinhaça (CORTEZ et al., 1992).

A vinhaça possui alto poder contaminante na razão de 12-16 m³/m³ de etanol fabricado. Este efluente alcança valores próximos a 80 Kg/m³ de Demanda Química de

Oxigênio (DQO). É comumente encontrada a distribuição da vinhaça nas lavouras de cana de açúcar, como fertilizante diretamente no solo, mas este uso tem limitações, devido a sua acidez e concentração de elementos minerais. Existem alternativas para a utilização deste resíduo, que pode ser empregado na fertirrigação, produção de biogás, incineração em caldeiras especiais para obtenção de energia e para produzir leveduras (CAMHI, 1979).

Outro resíduo muito importante nas atividades agroindustriais é o soro de leite que é oriundo da fabricação de queijos. De acordo com estimativas, para cada tonelada de soro despejado não tratado lançado por dia em um sistema de tratamento de esgoto, equivale à poluição diária de cerca de 470 pessoas (COSTA et al., 2014).

Nos dias atuais há uma grande preocupação com a destinação destes resíduos agroindustriais. Sendo assim, inúmeros pesquisadores têm investido em estudos com o intuito de se utilizar alguns destes resíduos como ingredientes para alimentação animal. E o principal passo para se descobrir o real potencial destes resíduos é saber o que cada um deles contribui nutricionalmente para os animais. Diante disso, o objetivo com este trabalho foi desenvolver produtos fermentados a base de mandioca e resíduos da agroindústria brasileira e avaliar seu valor nutricional e energético para suínos em crescimento.

REVISÃO DE LITERATURA

1. Aspectos gerais sobre a mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz)

A mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) é uma cultura amplamente distribuída pelo mundo, sendo considerada uma fonte de energia para a alimentação dos seres humanos e na alimentação animal (SILVA et al., 2010). O Brasil é um dos maiores produtores mundiais sendo responsável atualmente por cerca de 12,7 % do total produzido no mundo, têm-se como os seis principais estados produtores: Pará, Paraná, Bahia, Maranhão, São Paulo e Acre (SEAPA, 2015).

Por ser tratar de uma cultura que é cultivada em praticamente todo o território nacional e possuir bom valor nutricional justifica-se sua utilização para alimentação animal, além do que sua produção exige menos insumos quando comparado a outras culturas, tornando-a menos dispendiosa (BEZERRA et al., 1996).

A mandioca pode ser classificada de duas formas devido ao teor de glicosídeo cianogênico: mansa, doce ou de mesa, estas possuem baixo teor de glicosídeo cianogênio (inferior a 50mg/Kg), composto que pode causar intoxicação quando tubérculo é ingerido, já as outras formas são conhecidas como: brava, amarga ou venenosa e possuem teores mais elevados deste composto podendo chegar a valores superiores a 100mg/Kg (CARVALHO, 1986).

Para a alimentação animal pode ser utilizado tanto a raiz quanto a folhagem, considerados estes como produtos primários. No entanto, além destes derivados primários existem alguns subprodutos que tem um excelente potencial para serem utilizados na alimentação animal. Na alimentação de suínos a utilização de produtos oriundos do processamento da mandioca são bem estabelecidos, sendo os principais utilizados: farinha integral, farelo de raspas, mandioca fresca e farinha da parte aérea. Com relação à utilização de mandioca fresca, deve-se lembrar que esta possui um alto teor de umidade, ficando exposta ao ambiente por um longo período pode se deteriorar facilmente. Considerado um alimento energético, esta tem o amido como seu principal componente, porém os valores de proteína e aminoácidos são considerados baixos (ZARDO et al., 1999). Segue na tabela 1 a composição química da mandioca:

Tabela 1- Composição química da raiz da mandioca

COMPONENTES	Porcentagem (%)
MATÉRIA SECA	35
PROTEÍNA BRUTA	1,25
FIBRA BRUTA	1,45
EXTRATO ETÉREO	0,49
CINZAS	1,43
ENN	30,84

Fonte: Adaptado de EMBRAPA CNPMF (1986)

1.1 Toxidade da mandioca

A mandioca contém glicosídeos cianogênicos tais como a linamarina e lotaustralina, sendo estes produtos secundários do metabolismo das plantas e constituem o sistema de defesa contra herbívoros, insetos e outros animais (RADOSTITS et al., 2000). As concentrações destes compostos são muito variáveis nas diferentes espécies

de plantas, e até mesmo dentro de uma determinada espécie, dependendo muito de condições como; adubação, tipo de crescimento, clima, idade e outros (AMORIN et al., 2006).

Duas enzimas estão diretamente ligadas ao processo de liberação do ácido cianídrico (HCN). A primeira delas β -glicosidase hidrolisa a molécula do glicosídeo cianogênico para cianidrina e açúcar. Já a segunda hidroxinitrilase promove a dissociação em acetona e ácido cianídrico. No entanto esta reação só ocorre quando o tecido vegetal é dilacerado, seja no momento do processamento onde ocorre ruptura das estruturas ou até mesmo na mastigação, permitindo o contato entre a enzima e seu substrato (AGOSTINI, 2006).

Apesar de possuir alguns compostos tóxicos que podem prejudicar os animais ou até mesmo leva-los a morte, Soares (2003) observou que o armazenamento em anaerobiose da raiz da mandioca reduz o teor de HCN em mais de 65% após 29 dias de ensilagem. Já outros pesquisadores alegam que se realizado um tratamento prévio através da trituração ou corte dos tubérculos em pequenas frações após a colheita, e exposição destes ao ar ou secagem ao sol por um período de 12 horas, já seria suficiente para eliminar o problema de intoxicação nos animais (ZARDO et al., 1999).

1.2 Mandioca na alimentação animal

1.2.1 Utilização da mandioca *in natura*

O fornecimento da raiz da mandioca de forma *in natura* tem sido um dos alimentos mais simples e econômicos para a alimentação animal (SOUZA et al., 2011). A forma mansa pode ser fornecida aos animais imediatamente após ser colhida, lavada e picada, desde que se tenha feito uma breve adaptação destes animais a este tipo de alimento. Já as variedades bravas devem passar por um período de descanso de no mínimo 24 horas, este tempo faz-se necessário para reduzir o teor de ácido cianídrico, evitando a intoxicação dos animais (FIALHO et al., 2011).

Estudos sobre fornecimento de raiz de mandioca *in natura* para suínos são antigos, alguns autores trabalhando com o fornecimento desse tubérculo fresco para fêmeas em gestação, observaram uma diminuição do número de leitões nascidos bem

como no peso médio ao nascimento (MANER, 1973; IAPAR, 1982; NICOLAIEW SKY et al., 1992).

Maner (1973) trabalhando com fêmeas em lactação observou que o fornecimento de raiz de mandioca fresca complementada com um concentrado com 40% de proteína bruta, provocou uma redução do consumo do alimento, bem como redução do ganho de peso das mesmas.

1.2.2 Utilização da rama da mandioca

A parte aérea da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz), normalmente não possui destinação adequada, porém esta pode apresentar teores de proteína bruta em torno de 14,73%, podendo dependendo da espécie e da parte aérea analisada se encontrar valores próximos a 19% (SOUZA et al., 2011). Segue os valores de proteína bruta das diferentes variedades da mandioca e a diferentes partes da planta (Tabela 2).

Tabela 2- Porcentagem de proteína bruta (% MS) de diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca cultivadas na região do Norte de Minas Gerais

Variedade	Planta Inteira	Terço Superior	Sobras de Plantio
Amarelinha	13,40	15,35	15,59
Olho Roxo	12,04	16,41	13,56
Periquita	11,93	18,77	15,47
Sabará	9,80	17,84	16,66

Fonte: Adaptado de Souza et al. (2011).

Uma das principais formas de utilização da parte aérea na alimentação de animais monogástricos é na forma de feno, sendo este obtido pelo corte superior da parte aérea da planta, eito no final do ciclo da cultura, com posterior secagem ao sol por um período de três dias. Após este período já pode ser incorporado às dietas dos animais (SOUZA et al., 2011).

No trabalho de Figueiredo et al. (2012), foram testados diferentes níveis de inclusão de feno da rama de mandioca para suínos em terminação e observaram que a inclusão de até 20% nas dietas não influenciou significativamente o ganho de peso (GP); conversão alimentar (CA); rendimento de carcaça (RC) e os principais pesos dos

cortes. Neste mesmo trabalho foi constatado que o nível de 10% de inclusão proporcionou melhor rendimento financeiro da produção.

No entanto, Marques (2007), trabalhando com níveis de inclusão de feno de rama do mesmo tubérculo, observou que a inclusão nas dietas de suínos nas fases de crescimento e terminação interferiu de forma negativa sobre os parâmetros de desempenho. Foi observado que o nível de 10% de foi o que apresentou melhor retorno financeiro, porém, observou piora na conversão alimentar.

1.2.3 Utilização de silagem da raiz da mandioca

A ensilagem da mandioca é um processo de colheita, lavagem e corte das raízes em pequenos pedaços (2 a 3 cm de comprimento). Este material é colocado em silos e a cada 20cm de camada de mandioca esta deve ser compactada, após 30 dias de ensilagem, este material já está pronto para ser utilizado na alimentação dos animais (FIALHO et al., 2011).

Um trabalho realizado por Silva et al. (2010), onde realizaram a avaliação nutricional e desempenho da silagem de raiz da mandioca contendo ou não soja integral, foi observado que a utilização da silagem em ambas as formas pode substituir totalmente o milho na fase de crescimento destes animais. No entanto, Nicolaiewsky et al. (1992), trabalhando com silagem do mesmo tubérculo para suínos nas fases de crescimento e terminação, observaram uma redução no ganho de peso diário e no consumo de alimento nos animais na fase de crescimento, não encontrando o mesmo para os animais em terminação.

1.2.4 Utilização da raspa integral da mandioca

A raspa integral da mandioca é obtida através da secagem de fatias da raiz da mandioca ao sol. O material colhido é picado e colocado em um local seco e limpo, onde são feitas camadas de 4 a 5 cm de espessura do produto após a secagem. Ao final do processo este material deve estar com uma umidade em torno de 10 a 14% (ALMEIDA et al., 2005).

Trabalhando com diferentes níveis de raspa integral de mandioca para suínos em crescimento, Carvalho et al. (1999), observaram que o melhor nível de inclusão (64%)

mostrou melhor viabilidade técnica comparado aos demais. Já Oliveira (2005), estudando diferentes níveis de inclusão de raspa para leitões na fase inicial, constatou que níveis de até 36% podem ser utilizados sem comprometer o desempenho zootécnico dos animais, no entanto sua utilização nas formulações depende de outros fatores como preço da soja e do milho.

2. Resíduos industriais na alimentação animal

Atualmente existe uma grande preocupação com a destinação dos resíduos gerados pelas indústrias. Muitos destes resíduos têm grande potencial de utilização na nutrição animal, visando principalmente à diminuição dos impactos ambientais gerados pelo descarte inadequado ou acúmulo deste material e, além do mais, almejando o aumento da produção com redução dos custos para alimentação (GARMUS et al., 2009).

A nutrição animal possui um custo muito elevado, então a busca por ingredientes que tornem as dietas mais baratas tem sido um desafio para os nutricionistas. Uma das principais estratégias utilizadas pelos mesmos são o fornecimento de alimentos alternativos com o intuito de redução de custo nas formulações. No entanto, deve-se ter certo cuidado com relação aos níveis de inclusão destes resíduos, pois estes não devem influenciar de forma negativa o desempenho dos animais nem mesmo trazer riscos para saúde humana (TARDOCCHI et al., 2014).

A alimentação dos suínos em geral tem sido basicamente composta por milho e farelo de soja, sendo assim o produtor fica dependente da oscilação dos preços destes produtos. Esta variação depende muito dos mercados interno e externo, sendo estes fatores determinantes na rentabilidade obtida pelo suinocultor. Uma das principais formas de se reduzir o efeito do preço destes ingredientes nas formulações são a redução dos custos das dietas, com o uso de, por exemplo, alimentos alternativos (TRINDADE NETO, 2002).

2.1 Aspectos gerais sobre a vinhaça

O Brasil é um dos países que possuem o Sistema Agroindustrial da Cana-de-açúcar mais antigo, tal fato está totalmente relacionado a alguns eventos históricos no período de colonização do país. Hoje é o maior produtor e exportador mundial desta *commodities* juntamente com a Índia, e também isoladamente o maior produtor de álcool (LAIME et al., 2011).

A grande expansão desta cultura ocorreu de forma significativa a partir da década de 1970 onde foi criado o Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL), um dos principais objetivos deste programa foi à substituição de parte do consumo de gasolina por etanol, álcool obtido da cana-de-açúcar. Este programa trouxe uma grande modernização da produção de açúcar, tornando principalmente o estado de São Paulo um grande complexo sucroalcooleiro. No entanto, devido à baixa no preço do petróleo o álcool ficou pouco competitivo, exigindo assim subsídios para manter o programa (SACHS & MARTINS, 2007).

A produção de álcool consiste basicamente na extração da cana-de-açúcar, em seguida este material é levado para dornas, nestas ocorrem o processo de fermentação que normalmente é realizado pela levedura do gênero *Sacharomy cescerevisiae*. Após ser feita a fermentação o material é centrifugado e destilado para obtenção do álcool. Durante os processos de produção inúmeros resíduos são produzidos e estes podem ser comercializados para o aproveitamento em diferentes atividades (ANDRIETTA, 1998).

O resíduo final da produção não só do etanol, mas também da produção de cachaça é a vinhaça, também conhecida como, vinhoto, restilo, caldo ou garapão. Por ser um efluente altamente poluidor e apresentar-se em grande volume, dificulta seu transporte e eliminação. Para se ter uma ideia seu poder poluidor pode ser considerado como sendo cem vezes maior se comparado com o esgoto doméstico. No geral a vinhaça é rica em matéria orgânica e em nutrientes minerais como o potássio (K), o cálcio (Ca) e o enxofre (S), e possui uma concentração hidrogeniônica (pH) variando entre 3,7 e 5,0 (LUDOVICE, 1996).

Segundo Cortez et al. (1992), a produção de vinhaça varia em função dos diferentes processos empregados na fabricação do álcool, e de maneira geral, cada litro de álcool produzido em uma destilaria gera entre 10 e 15 litros de vinhaça.

A forma de eliminação desse resíduo mais utilizado por sua eficiência e baixo custo é a dosagem de vinhaça aplicada por fertirrigação, mas nem sempre é controlada

com a rigidez necessária. Segundo Szmrecsányi (1994), o uso da vinhaça nesta prática apesar de antiga e bem disseminada, não pode ser excessiva ou indiscriminada uma vez que há grande potencial poluidor comprometendo o meio ambiente, desde as características físicas e químicas do solo até as águas subterrâneas a partir da sua percolação.

Simabuco et al. (1996), analisando a percolação de vinhaça nas águas subterrâneas durante a safra de 1995 em São João da Boa Vista-SP, por meio de fluorescência de Raios X, constataram a presença de metais pesados em amostras de água do lençol freático. Nota-se que a prática da disposição de vinhaça nas lavouras, apesar de trazer em muitos casos um viável retorno econômico na forma de melhorias na produtividade, ocasiona sérios danos ambientais principalmente em áreas de aplicação irresponsável e não controlada.

Além do uso da vinhaça como fertilizante existem outras opções, como os sugeridos por Camhi em (1979): (a) concentração da vinhaça por evaporação ou secagem para alimentação animal; (b) fermentação aeróbia por microrganismos para produção de proteínas unicelulares; (c) fermentação anaeróbia utilizando bactérias metanogênicas para a produção de metano (biogás).

2.2 Vinhaça na alimentação animal

2.2.1 Utilização da vinhaça *in natura*

Um trabalho realizado por Arrigoni et al. (1993), ao oferecer à vinhaça em substituição a água para bovinos em confinamento observaram melhora na conversão alimentar e ganho de peso diário. Ferreira et al. (2015), utilizando diferentes inclusões de bagaço de cana enriquecido com vinhaça em dietas para coelhos observaram que esta estratégia foi viável pois não alterou o desempenho dos animais.

2.2.2 Utilização da vinhaça concentrada

A vinhaça descartada durante a produção de álcool possui um baixo teor de matéria seca (4 a 6%), muitas das vezes isto inviabiliza sua utilização na alimentação animal. No entanto, através de processos industriais como a concentração da mesma,

torna-se possível sua utilização na alimentação animal, pois se tem uma elevação no teor de componente (GORNI et al., 1987).

Em um estudo utilizando a vinhaça concentrada como fonte proteica na alimentação de suínos em crescimento e terminação, Landell (1993) concluiu que na fase inicial a inclusão de até 10% da vinhaça concentrada obteve os mesmos valores de desempenho quando comparada à ração que continha o farelo de soja como ingrediente proteico da ração.

Já Gorni et al. (1987), trabalhando com vinhaça concentrada na alimentação de suínos em crescimento e terminação, observaram que a inclusão de 0 a 12% de vinhaça concentrada não alterou as características de desempenho, bem como de carcaça dos animais.

2.2.3 Fermentação através da *Candida utilis*

Figuerola (1991), analisando a levedura *Candida utilis* na alimentação de suínos demonstrou que níveis de inclusão entre 10 e 30% na dieta de *Candida utilis* não influenciaram no peso final, conversão alimentar e consumo diário de extrato etéreo. Porém diminuem o consumo da matéria seca, proteína bruta e o ganho de peso diário.

Caballero et al. (1993), testando níveis de inclusão de levedura para obtenção da torula (*Candida utilis*) em aves e avaliaram o ganho de peso, consumo e conversão alimentar para frangos de corte, e porcentagem de postura e peso de ovos, consumo e conversão alimentar para poedeiras. Estes pesquisadores concluíram que até 10% de inclusão da levedura em dietas para frangos e poedeiras não afetaram o desempenho destes animais.

2.3 Soro de leite na alimentação animal

2.3.1 Aspectos gerais sobre o soro de leite

O soro de leite na forma líquida é um subproduto resultante da separação da caseína e da gordura do leite, oriundos da fabricação do queijo (SOUZA et al., 2014). É um subproduto fluído da fabricação industrial ou caseira de diversos tipos de queijos, e contém cerca de 55% dos nutrientes presentes no leite original (MARTINS et al., 2008).

Este resíduo apresenta um grande potencial para utilização na alimentação de suínos, já que possui um alto valor nutritivo e alta palatabilidade. A composição dos diferentes tipos de soro de leite segue na tabela 3.

Tabela 3- Composição em nutriente no soro de leite integral, de acordo com diferentes fontes, dados na matéria natural (MN) e na matéria seca (MS).

	Vecchia (1991)		Iapar		Glass & Hedrick (1997)	
	% MN	% MS	% MN	% MS	% MS ¹	% MS ²
Matéria Seca	6,4	-	4,68	-	-	-
Proteína Bruta	0,73	11,41	0,735	15,71	13	11,70
Gordura	0,030	0,47	0,040	0,86	1	0,40
Lactose	5	72,12	-	-	69,40	63,20
Cinzas	0,640	10	0,530	11,33	8,3	10,60
Cálcio	-	-	0,037	0,79	0,90	2,40
Fósforo	-	-	0,033	0,71	1,10	1,60
Sódio	-	-	0,077	1,65	-	-
pH	5,80	-	3,40	-	-	-

Fonte: Adaptado de Bertol et al., (1996).

¹soro de leite doce

²soro de leite ácido

Além dos nutrientes citados acima, o soro de leite também contém alguns aminoácidos, destacando-se triptofano, a lisina e alguns aminoácidos sulfurados como a metionina e a cistina (VECCHIA, 1991).

De acordo com dados da Associação Brasileira das Indústrias de Queijo (ABIQ), a produção anual de queijos é de 488 mil toneladas. Para se ter uma ideia, se considerarmos que se produz um volume de cerca de 9 litros de soro para cada quilo de queijo produzido, temos um volume de aproximadamente 4.392 milhões de litros de soro produzidos por ano (SERPA et al., 2009).

Na alimentação de suínos o soro de leite pode ser utilizado nas formas integral, desidratado, parcialmente desidratado ou até mesmo através de um processo industrial faz-se a extração de sua lactose. O soro de leite também pode ser classificado como

doce e ácido. O primeiro tem como característica um maior teor de lactose e pH entre 5 e 7, já o segundo possui menor teor de lactose e pH entre 4 e 5 (BERTOL et al., 1996).

Em diversos lugares este resíduo ainda são motivo de problemas, pois muitas das vezes não se tem tecnologia para processá-lo, gerando assim um problema de poluição ambiental. Este por possuir alta taxa de matéria orgânica, se torna altamente poluente devido ao alto consumo de oxigênio na água. De acordo com estimativas, para cada tonelada de soro despejado não tratado lançado por dia em um sistema de tratamento de esgoto, equivale à poluição diária de cerca de 470 pessoas (COSTA et al., 2014).

2.3.2 Utilização do soro de leite forma integral

Utilizando diferentes níveis de substituição de soro de leite na forma líquida (0;10;20 e 30%) para suínos em fase de crescimento, Martins et al. (2008), observaram que a substituição em até 30% da ração por soro de leite com base na matéria seca não afeta o desempenho e as características de carcaça dos animais.

Bertolet et al. (1993), trabalhando com diferentes inclusões de soro de leite integral (0;5;10;15 e 20%), na alimentação de suínos em crescimento e terminação, observaram que a substituição de até 20% da dieta de suínos em crescimento e terminação não afeta as características de desempenho bem como as características de carcaça.

Hauptliet et al. (2005), trabalhando com níveis de soro de leite integral (0;7;14 e 21%), em dietas de para leitões em fase de creche, observaram que até o nível de 21%, houve melhora na conversão alimentar e não alteração do desempenho destes animais, apesar de observada uma diminuição da energia metabolizável com a inclusão deste soro.

Em experimento semelhante, Fernandes et al. (2013), avaliando a influência da inclusão de soro de leite nos níveis 0;10 e 20% sobre o desempenho e ocorrência de diarreia, observaram um aumento do consumo de ração e piora na conversão alimentar. Com relação a incidência de diarreia se observou uma diminuição na mesma com a adição deste subproduto.

4. Ensilados

O termo ensilado é dado ao processo de conservação de alimentos por meio da redução do pH (aumento da acidez), isso ocorre graças a produção de ácido lático a partir de açúcares e da eliminação do oxigênio do meio. O objetivo da ensilagem é conservar ao máximo o valor nutritivo do alimento, o qual pode ser alcançado por meio de vários métodos, sendo estes químicos ou biológicos (KERA, 2012).

A queda do pH permite manter os processos microbiológicos e enzimáticos favoráveis, evitando assim o aparecimento de bactérias indesejáveis, desta forma confere ao produto uma maior durabilidade em condições ambientais. A conservação do produto se dá devido a produção de ácidos orgânicos, sendo o principal o ácido lático e em quantidades mais reduzidas o ácido acético (COPES et al., 2005).

4.1 Tipos de Ensilados

A forma de conservação do alimento é que vai definir o tipo de ensilado. Estes podem ser confeccionados a partir de resíduos sólidos ou líquidos, e podem ser classificados como químicos, quando se utiliza a adição de ácidos orgânicos e ou inorgânicos (por exemplo, ácido acético, ácido fórmico e propionato de cálcio) e também biológicos, sendo necessário uma fonte de carboidrato como substrato energético e um microrganismo (principalmente os dos gêneros *Lactobacillus*, *Pediococcus* e *Streptococcus*) capazes de permitir a ocorrência da fermentação láctica, processos que têm como consequência a queda do pH (LIANES et al., 2007).

Uma das principais limitações na utilização de produtos oriundos da fermentação é que este perde sua estabilidade aeróbica e pode se deteriorar facilmente quando exposto as condições ambientais externas (DIAZ, 2004).

4.2 Ensilado Químico

De acordo com a FAO (2006), é classificado como ensilado químico todo e qualquer material úmido conservado, seja este por fermentação ou esterilização mediante a utilização de ácido orgânico ou inorgânico. A sua composição vai depender tanto da matéria prima utilizada quanto da concentração e tipo de ácido utilizado.

Oliveira et al. (2014), avaliando a composição físico-química e valores energéticos de farinhas de silagem de peixe para frangos de corte utilizando ácido acético como acidificante do meio, observaram que sua utilização é vantajosa e a maior eficiência encontrada para a utilização, foi a que utilizou farelo de milho em sua composição.

Oliveira et al. (2006), trabalhando com silagem de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo com ácido fórmico, observaram através de análises físico químicas, bromatológicas e de microbiologia que devido as características de pH e umidade deste material, este mostra-se como um alimento alternativo viável para a alimentação animal.

E Lopes et al. (2012), avaliando a utilização de grão úmidos ensilados ou preservados com propionato de cálcio na alimentação de leitões na fase de creche, e observaram que não houve vantagens em se utilizar o propionato de cálcio como aditivo no processo de ensilagem nem como preservativo na conservação de grãos úmidos.

4.3 Ensilado Biológico

Consiste na preservação de nutrientes e do material fresco (orgânico) através de fermentação anaeróbica, neste caso é comum se utilizar inóculo de bactérias produtoras de ácido láctico como os microrganismos fermentativos dos gêneros *Lactobacillus*, *Pediococcus* e *Streptococcus*, e uma fonte de carboidrato com intuito de acelerar o processo fermentativo (FAO, 2006).

Segundo Carvalho et al. (2009), ao avaliar a valor nutricional e o desempenho da casca de café melosa ensilada com inoculante enzimo-bacteriano na alimentação de suínos na fase inicial, observaram que não ocorreu melhorias na digestibilidade dos nutrientes da casca de café melosa com a utilização do processo de ensilagem e que o nível de utilização de 16% nas dietas não prejudicou o desempenho dos animais.

No estudo de Silva et al. (2003), avaliando o efeito da inclusão de diferentes níveis (0; 3 e 6%) de inclusão de silagem de subprodutos da filetagem de peixes em rações para suínos em crescimento sobre os parâmetros de desempenho e aspectos sensoriais da carne, encontraram que a adição de até 6% não ocasionou prejuízo para os parâmetros de desempenho (GP e CA), no entanto causou um aumento no consumo de ração. Já para características sensoriais não foi observada nenhuma diferença significativa.

Caicedo (2013), avaliando o comportamento do pH da ensilagem de tubérculos de inhame (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) para alimentação de suínos em crescimento observou que este se manteve constante durante o período de ensilagem, isso fez com que não se observasse o crescimento de microrganismos putrefativos e patogênicos.

4.4 Fontes de carboidratos e proteínas utilizados

Com relação à fonte de carboidratos utilizados na elaboração dos ensilados, deve se optar por fontes que possuam um alto nível de carboidratos solúveis, facilmente fermentáveis para que assim se consiga um ótimo desenvolvimento de bactérias ácido lácticas (CIRA et al., 2002).

A fonte proteica utilizada para elaboração dos ensilados pode ser qualquer resíduo orgânico com elevado conteúdo de proteína podendo este ser de origem vegetal ou animal. Podemos citar como principais, subprodutos da indústria açucareira, indústria de laticínios e resíduos da indústria de matadouros e pescado (CAICEDO, 2013).

4.5 Ensilagem de tubérculos com resíduos agroindústrias

Os tubérculos de uma forma geral são conhecidos por ser uma fonte de carboidratos com um custo baixo quando comparados com alguns outros cereais, tendo também a característica de possuir alta digestibilidade do amido, podendo em algumas espécies chegar a valores de até 98% (EZEDINMA, 1987).

Alguns países principalmente Cuba tem utilizado um produto oriundo da fermentação da mandioca com água e iogurte na alimentação de suínos. A produção destes fermentados se baseia na moagem da mandioca em partículas menores, esta é depositada em tanques plásticos onde se adiciona água e um iogurte natural, para que este através de seus microrganismos inicie uma fermentação utilizando os carboidratos presentes na mandioca (RODRÍQUEZ, 2007). Após um período de 9 dias, este produto já pode ser ofertado aos animais.

OBJETIVOS

Objetivos Gerais

Desenvolvimento de fermentado de mandioca com soro de leite ou vinhaça, avaliação da composição bromatológica e determinação dos valores de digestibilidade.

Objetivos Específicos

- Determinar os valores de matéria seca, extrato etéreo, proteína bruta, energia bruta, matéria mineral, cinzas, cálcio, fósforo. Determinar os valores de digestibilidade dos nutrientes: proteína digestível, energia digestível, matéria seca digestível, extrato etéreo digestível, fibra em detergente neutro e em detergente ácido digestíveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPECS. Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora da Carne Suína. 2014. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br/pt/estatisticas/mundial/exportacao.html>>. Acesso em: 16/09/2015.

AGOSTINI, M, R. **Produção e utilização de farinha de mandioca comum enriquecida com adição das próprias folhas desidratadas para consumo alimentar.** 96f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu 2006.

ALMEIDA, J.; FERREIRA FILHO, J. R. Mandioca uma boa alternativa para alimentação animal. **Revista Bahia Agrícola**, v.7, n.1, set, 2005.

AMORIN, S. L.; MEDEIROS, R. M. T.; RIET-CORREA, F. Intoxicações por plantas cianogênicas no Brasil. **Revista Ciência Animal.**, v.16, n.1, p.17-26, 2006.

ANDRIETTA, M. G. S. Novas alternativas para subprodutos da cana-de-açúcar. **STAB**, v. 16, n.4, 1998.

ARRIGONI, M. B. et al. Avaliação da vinhaça líquida em substituição à água na terminação de bovinos em confinamento. 1. DESEMPENHO. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, n. 11, p. 1333-1340,1993.

BERTOL, T. M.; GOMES, J. D. F.; SILVA, E. D. Soro de leite integral na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.6, p.993-1002, 1993.

BERTOL, T. M.; FILHO, J. I. S.; BONETT, L. **Soro de leite integral na alimentação dos suínos.** Concórdia: CNPSA, 1996. (CNPSA. Documento Técnico, 17).

BERTOL, T. M; LIMA, G. J. M. M; Níveis De Resíduo Industrial De Fécula Da Mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 243–248, 1999.

BEZZERA, I. L.; PEQUENO, P. L. L.; RIBEIRO, P. A. et al. **Resposta da mandioca (macaxeira) a adubação com nitrogênio, fósforo e potássio em níveis crescentes. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.** In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS,22.,1996, Manaus. **Anais...**Manaus: [s. n], p.26. 1996.

BITTENCOURT, V.C. et al. Composição da Vinhaça. **Brasil Açucareiro**, v.92, n.4, p.25-35, 1978.

BRAZ, D. B. et al. Acidificantes como alternativa aos antimicrobianos promotores do crescimento de leitões. **Archivos de Zootecnia**, v.60, p.745-756, 2011.

CABALLERO, E. F. et al. Valor alimentício de levedura torula (*Candida utilis*) em dietas para aves. **Veterinária México**, v. 24, n. 2, p. 145-147, 1993.

CAICEDO, Q. W. **Potencial nutritivo del ensilaje de tubérculos de Papa china, (Colocasia esculenta (L) Schott) para alimentación de cerdos.** 97f. Tese (Doutorado em Nutrição Animal) – Universidad de Granma, Bayamo, Cuba, 2013.

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

CANIBE, N. **Alimentación de lechones – Sistemas de alimentación y aditivos em piensos de iniciación.** In: XXIII Curso de Especialización FEDNA - Avances en Nutrición y Alimentación Animal, 2007, Madrid, **Anais...** Madrid: XXIII Curso de Especialización FEDNA - Avances en Nutrición y Alimentación Animal, 2007, p.179-2012.

CARVALHO, J.L.H.M. **A mandioca: raiz, parte aérea e subprodutos da indústria na alimentação animal.** In: CURSO INTENSIVO NACIONAL DE MANDIOCA, 6., 1986, Cruz das Almas, **Palestras...**Cruz das Almas: CNPMF, EMBRAPA, 1986. p.92.

CARVALHO, L. E.; GADELHA, J. A.; PINHEIRO, M. J. P. et al. Efeitos da utilização de raspa integral de mandioca seca ao sol no desempenho de suínos em crescimento. **Revista Científica de Produção Animal**, v.1, n.2, p. 139-146, 1999.

CARVALHO, P. L.O. et al. Casca de café melosa ensilada na alimentação de suínos na fase inicial. **Revista Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v.33, n.5, p.1400-1407, 2009.

CIRA, L. et al. Pilot scale acid fermentation of shrimp wastes for chitin recovery. **Process Biochemistry**. 37:1359-1366p.2002.

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

COSTA, C.M. et al. **Soro do leite e seus danos causados ao meio ambiente**. In X Encontro Brasileiro sobre adsorção, 2014, São Paulo. Anais, Guarujá, 2014.

COPEZ, J; PELLICER, K; DELHOYO, G; GARCIA, N. **Producción de ensilado de pescado en baja escala para el uso de emprendimientos artesanales**. Cátedra de Tecnología y Sanidad de los alimentos. Cátedra de Patología General. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de laplata.2005.

DIAZ, H. **Efecto de la suplementación com ensilaje de uma planta processadora de tilápia (Oreochromis niloticus) sobre el consumo voluntaria y la digestibilidad de nutrientes de heno de gramíneas y leguminosas tropicales**. Tesis para obtener el grado de Maestria em indústria pecuária del recinto de Mayaguez, Puerto Rico. 2004.

EMPRAPA/CNPMF. **Novas alternativas de produção de mandioca: recomendação de cultivares**. Cruz das Almas, BA, s.d, Folder.

EZEDINMA, F. O. C. **Response of Taro (Colocacia esculenta) to water Management, Plot Preparation and Population**.3ra Intl. symp. Trop. Root Crops, Ibadan- Nigeria.1987.

FAO. 2006. **Ensilage de pescado para el ganado**. Disponible em <http://www.fao.org/docrep/v4440t/v4440T0f.htm>> Acesso em: 05/01/2016.

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

FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A. Mandioca no cerrado. **Orientações Técnicas**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 2011.

FIGUEIREDO, A. V.; ALBUQUERQUE, D. M. N.; LOPES, J. B. et al. Feno da rama de mandioca para suínos em terminação. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, v.13, n.3, p. 7911-803, 2012.

FIGUEROA, V.; MAYLIN, A.; NOVO, O. Efecto de bajos niveles de proteína sobre el comportamiento y las características de la canal de cerdos alimentados con miel "B" y levadura tórula. **Livestock Research for Rural Developmen**.v.3, n.3, 1991.

GARMUS, T. T. et al. Elaboração de biscoitos com adição de farinha de casca de batata (*Solanum tuberosum* L.). *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, v.3, n.2, p. 56-65, 2009.

GORNI, M.; BERTO, D. A.; MOURA, M. P. et al. Utilização da vinhaça concentrada na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira da Indústria Animal**, Nova Odessa, SP, v.44, n.2, p.271-279, 1987.

HAUPTLI, L.; LOVATTO, P. A.; DA SILVA, J. H. et al. Níveis de soro de leite integral na dieta de leitões na creche. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.5, p.1161-1165, 2005.

HIDALGO, K. et al. Utilización de lavinaza de destilería como aditivo para pollosenceba. **Revista Cubana de Ciência Agrícola**, v. 43, n.3, p.281-284, 2009.

HOSKEN, F. M. **Avaliação nutricional da levedura tórula (*cândida utilis*) de vinhaça em dietas para coelhos (*Oryctolagus cuniculus*) e cutias (*Dasyprocta spp.*)**. 92f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

KERA. **Manual de Ensilagem Kera.** Disponível em: <http://www.kerabrasil.com.br/downloads/manual_ensilagem.pdf>. Acesso em: 11/12/2015.

LAIME, E. M. O.; FERNANDES, P. D.; OLIVEIRA, D. C. S. et al. Possibilidades tecnológicas para a destinação da vinhaça: uma revisão. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v.5, n.3, p. 16, 2011.

LANDELL FILHO, L. C. et al. Utilização da levedura de centrifugação da vinhaça (*Saccharomyces cerevisiae*) como fonte protéica, para suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.6, p. 960-968, 1993.

LIANES, J; TOLEDO, S; FERNÁNDEZ I; LAZOJ. 2007. **Estudio del ensilado biológico de pescado com o inóculo de bactérias lácticas em lá conservación de desechos pesqueiros.** REDVET. (Revista eletrônica veterinária 3(9) 1695-7504. Em Línea www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090907/090728.pdf. Consultado: 12/11/2015.

LOPEZ, A. B. R. C. et al. Alimentação de leitões na creche com grãos úmidos de milho ensilados ou preservados com propionato de cálcio. **Revista de Veterinária e Zootecnia**, v.19, n.2, p.207-217, 2012.

LUDOVICE, M.T. (1996). **Estudo do efeito poluente da vinhaça infiltrada em canal condutor de terra sobre o lençol freático.** Campinas, FEC-UNICAMP. Dissertação de Mestrado, 1996.

MANER, J. H. **Cassava in swine feeding.** Cali: CIAT, 1973. (CIAT, Buletin RB-2).

MARQUES, C. M. **Feno da rama de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) para suínos em crescimento e terminação.** 103f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Piauí, Teresina 2007.

MARTINS, T. D. D.; PIMENTA FILHO, E. C.; COSTA, R. G. Soro de queijo líquido na alimentação de suínos em crescimento. **Revista Ciência e Agronomia**, Fortaleza, v.39, n.2, p.301-307, 2008.

NICOLAIEWSKY, S.; PENZ JUNIOR, A. M.; BERTOL, T. M. Utilização da raiz da mandioca “in natura”, raiz de mandioca conservada (silagem) e batata doce na alimentação de porcas gestantes. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.3, p.359-365, 1992.

NORBERTO, F.; 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. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.28, n.4, p.217-226, 2015.

OLIVEIRA, T. E. S. **Efeito da inclusão de raspa integral de mandioca e formas de arraçamento sobre o desempenho de leitões na fase inicial**. 2005. 60f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza 2005.

OLIVEIRA, M. M. et al. Silagem de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com ácido fórmico-análise bromatológica, físico-química e microbiológica. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.6, p.1218-1223, 2006.

OLIVEIRA, C. R. C. et al. Composição físico-química e valores energéticos de farinhas de silagem de peixe para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.3, p. 933-939, 2014.

PUPO, N. I. H. **Substituição do melaço pela vinhaça concentrada na alimentação de novilhos de corte em regime de confinamento**. 49f. Dissertação - (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1981.

RADOSTITS, O. M. et al. **Clínica Veterinária: Um tratado de doenças de bovinos, ovinos, caprinos, suínos e equídeos**. 9º edição. p. 1631-1636. 2000.

RODRIGUEZ, S. **El yogurt de yuca em la alimentación de cerdos**. Plegable, Ministério de la Agricultura, Cuba.2007.

SACHS, R. C. C.; MARTINS, V. A. Análise da cultura da cana-de-açúcar, por escritório de desenvolvimento rural, estado de São Paulo, 1995-2006. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.37, n.9, p.41-52, 2007.

SEAPA. Secretaria De Estado De Agricultura, Pecuária E Abastecimento De Minas Gerais. 2015. Disponível em: <http://www.agricultura.mg.gov.br/images/documentos/perfil_mandioca_jul_2015.html>. Acesso em: 14/10/2015.

SERPA, L.; PRIAMO, W. L.; REGINATTO, V. **Destino Ambientalmente Correto a Rejeitos de Queijaria e Análise de Viabilidade Econômica.** 2º International Workshop, Advances in Cleaner Production.

SILVA, M. A. A. et al. Avaliação nutricional e desempenho da silagem da raiz de mandioca contendo ou não soja integral em dietas para suínos. **Revista Acta Scientarium Animal Sciences**, v.32, n.2, p. 155-161, 2010.

SILVA, H. B. R.; FILHO, L. C. L. Silagem de subprodutos da filetagem de peixe na alimentação de suínos em crescimento- parâmetros de desempenho e organolépticos. **Revista Acta Scientarium Animal Sciences**, v.25, n.1, p. 137-141, 2003.

SIMABUCO, S. M. **Determinação de metais pesados a nível de traços em amostras de chorume pela técnica de fluorescência de raios-x por dispersão de energia.** In: Congresso Geral de Energia Nuclear. 6. 1996, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: IPEN, 1996.

SOARES, J. G. G. 2003. **Silagem de maniçoba: uma excepcional forragem.** Disponível em: < <http://www.cpsa.embrapa.br/artigos/manicoba//.html> >. Acesso em: 16/09/2015.

SOUZA, A. S. et al. Valor nutricional de frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, v.12, n.2, p. 441-455, 2011.

SOUZA, A.G.D. et al. **Qualidade do soro de leite integral na alimentação de suínos na fase de creche.** In VII Semana de Ciência e Tecnologia IFMG Campus Bambuí, 2014, Bambuí. **Anais**, Bambuí, 2014.

SZMRECSÁNYI, T. Tecnologia e degradação ambiental: o caso da agroindústria canavieira no Estado de São Paulo. **Revista Informações Econômicas**, São Paulo, Vol. 24, Nº.10, outubro 1994.

TARDOCCHI, C. F. T. et al. Digestibilidade de Resíduos Agroindustriais para suínos na fase inicial. **Revista Eletrônica Nutritime**, Vol. 11, Nº.6, p.3770-3780, 2014.

TRINDADE NETO, M. A. et al. **Resíduo de polpas de frutas desidratadas na alimentação de leitões em fase de creche**. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia Congresso. 39. 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Technomedia, [2002].CD-ROM. Nutrição de não ruminantes. 10/16.

VECCHIA, P. L. La produzione di suero e di suoiderivati. **Revista di Suinicoltura**, n.12, p.43-49, 1991.

VIOLA, E. S.; VIEIRA, S. L. **Ácidos orgânicos e suas combinações em dietas de suínos**. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2., 2003, Cascavel. Anais... Cascavel: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2003. p. 153-182.

ZARDO, A. O.; LIMA, G. J. M. M. Alimentos para suínos. **Boletim Informativo de Pesquisa- BIPERS nº12**. Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves. 1999.

WEINBERG, M. 2000. **Conservación de alimentos y ensilajes**. Disponible en: <<http://www.ciid-gt.org/clayuca.pdf.html> >. Acesso em: 16/09/2015.

CAPÍTULO II

ARTIGO

Fermentados de mandioca com subprodutos da agroindústria brasileira para suínos em crescimento¹

Leonardo Francisco da Rocha⁽¹⁾, Walter Motta Ferreira⁽¹⁾, Katiuscia Cristina das Neves Mota⁽¹⁾, Martolino Barbosa da Costa Júnior⁽¹⁾, Felipe Norberto Alves Ferreira⁽¹⁾, Dalton de Oliveira Fontes⁽¹⁾ e Francisco Carlos de Oliveira Silva⁽²⁾

¹Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária Departamento de Zootecnia, Avenida Antônio Carlos 6627, Caixa Postal 567, CEP 31270-901 Belo Horizonte, MG, Brasil. E-mail: leozootecniaufla@yahoo.com.br, waltermf@ufmg.br, katiusciazootecnia@hotmail.com, martolino@zootecnista.com.br, felipe.norberto@yahoo.com.br, fontesdalton@gmail.com⁽²⁾Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Viçosa, Minas Gerais, Rodovia Luiz Martins Soares, Km 05, CEP 35439-000 Oratórios, MG, Brasil. E-mail: fcosilva@epamig.br

Resumo – O objetivo com este trabalho foi o desenvolvimento, determinação da dinâmica de pH, avaliação nutricional e digestibilidade *in vivo* de fermentados de mandioca com resíduos da agroindústria brasileira para suínos em crescimento. Utilizaram-se 18 suínos machos inteiros, com peso médio inicial de $35,3 \pm 3,1$ Kg, alojados em gaiolas metabólicas individuais, em três tratamentos: dieta referência, dieta contendo fermentado mandioca com soro de leite e dieta contendo fermentado de mandioca com vinhaça. Realizou-se a coleta total de fezes e urina sendo 12 dias para adaptação e 5 para coleta. Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, com três tratamentos e seis repetições. A dieta referência foi substituída em 20% por cada um dos produtos testados, com base na matéria seca. Para avaliação do comportamento do pH dos fermentados foram utilizados tubos de PVC fechados hermeticamente e possuindo

uma válvula de escape. Este material permaneceu nestes tubos por um período de 36 dias, sendo aferido o pH a cada 3 dias. Avaliaram-se a digestibilidade *in vivo*, pH e valor nutricional. O pH dos fermentados após 9 dias se manteve constante. Os fermentados possuem boas características nutricionais.

Termos para indexação: digestão, nutrição, suinocultura, alimento alternativo

Fermented cassava with by-products of brazilian agribusiness for growing pigs

Summary: -The objective was to evaluate the development, determination of the pH dynamics, nutritional assessment and *in vivo* digestibility of cassava fermented with residues of the brazilian agribusiness for growing pigs. Therefore, 18 male pigs were used, with initial average weight of 35.3 ± 3.1 Kg, housed in metabolic cages in three different treatments: a reference diet, a diet containing fermented cassava with buttermilk and a diet containing fermented cassava with vinasse. A total collection of feces and urine were performed, which had 12 days for adaptation and 5 for collection. Were used the random blocks design with three treatments and six replications. The reference diet was replaced on 20% for each of the products tested, on dry matter basis. To evaluate the behavior of the pH, hermetically sealed PVC pipes with safety valves were used for fermentation. This material remained in these tubes for a period of 36 days, and the pH was measured every 3 days. *In vivo* digestibility, pH and nutritional value were evaluated. The pH of the fermented after 9 days has remained constant. The fermented diets have good nutritional characteristics.

Index terms: digestion, nutrition, pig farming, alternative food

Introdução

A alimentação de suínos representa em um sistema de produção cerca de 70 a 80% do custo se tem como a principal fonte energética o milho seco e moído, sendo este, o responsável pela maior parte dos custos de produção das rações. Desta forma, tem sido uma grande preocupação a busca por alimentos alternativos ao milho, que possam melhorar os índices produtivos e econômicos nos sistemas de produção sem comprometer o desempenho animal (SILVA et al.,2008).

A mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz), é um tipo de cultura amplamente distribuída pelo mundo, possuindo uma excelente qualidade nutritiva para a alimentação animal (SILVA et al., 2010). A produção de mandioca exige menos insumos quando comparada a outras culturas, além disso, ela possui uma boa capacidade de produção em solos de baixa fertilidade (CARVALHO et al., 2007).

Em alguns países latino americanos, devido a questões políticas, o governo fornece cerca de 70% da alimentação dos suínos para os produtores, sendo os 30% restantes ficando a cargo dos suinocultores. Sendo assim, alguns produtores de suínos, tem utilizado um produto fermentado oriundo da ensilagem da mandioca e outros tubérculos na forma líquida com água e/ou resíduos agroindustriais, como a vinhaça e o soro de leite, para alimentação de suínos devido ao alto custo e a indisponibilidade de determinados insumos (RODRÍGUES, 2007). A sua confecção se baseia em moer a raiz de mandioca, adicionar água e iogurte natural (LEZCANO, 2015).

O Brasil representa no cenário mundial uma grande potência no que diz respeito ao grande volume de bens produzidos pela agroindústria. Por outro lado, inúmeros resíduos têm sido gerados durante o processo de produção dos mesmos, entre eles, o soro de leite oriundo da indústria de laticínios e a vinhaça oriunda da produção do

álcool, ambos, são produzidos em grandes quantidades, e se lançados no meio ambiente podem causar grande impacto ambiental.

Sendo assim, o objetivo com este trabalho foi o desenvolvimento, avaliação nutricional e digestibilidade *in vivo* de fermentados de mandioca com resíduos agroindustriais, soro de leite ou vinhaça para suínos em crescimento.

Material e Métodos

Três experimentos foram conduzidos para o desenvolvimento de um produto fermentado a base de mandioca, soro de leite ou vinhaça, dinâmica de pH e determinação da digestibilidade do mesmo.

Para elaboração dos fermentados, a mandioca utilizada foi moída em uma picadeira e posteriormente o material foi acondicionado em tambores de polietileno de 50 litros, onde foi adicionado a estes, os respectivos resíduos de soro de leite ou vinhaça. Para auxiliar no processo de fermentação, foi adicionado 1% de iogurte natural em relação ao peso total da mistura. O material permaneceu nestes recipientes durante o período de nove dias. A composição bromatológica dos ingredientes utilizados na elaboração dos fermentados está descrito na tabela 1 e a proporção dos ingredientes utilizados na elaboração de cada um dos fermentados está descrito na tabela 2.

Com o intuito de se observar a dinâmica de pH dos fermentados, parte do material produzido foi depositado em tubos de PVC de 40 cm de altura e 10 cm de diâmetro, fechado hermeticamente e possuindo uma válvula de escape. Este material permaneceu nestes tubos por um período de 36 dias, sendo aferido o pH a cada 3 dias.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos e 12 repetições. Os tratamentos consistiram de um fermentado de mandioca com soro de leite e fermentado de mandioca com vinhaça.

Para avaliação nutricional dos fermentados, foi realizado um ensaio de digestibilidade na cidade de Oratórios, sudeste do Estado de Minas Gerais, a qual possui latitude de 20°25'50"S e longitude de 42°47'28" O e altitude de 492m. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, clima tropical úmido. Foram utilizados 18 suínos machos inteiros, de linhagem comercial alojados em gaiolas metabólicas individuais. O experimento teve um período de 15 dias, com dez dias de adaptação e cinco dias de coleta total de fezes e urina. Os suínos iniciaram o experimento com peso de $35,3 \pm 3,1$ Kg.

Utilizou-se a distribuição em blocos casualizados, com três tratamentos e seis repetições. Os tratamentos consistiram de uma dieta referência (Tabela 3), elaborada de acordo com as recomendações nutricionais propostas por Rostagno et al. (2011), e de duas dietas teste, compostas de 80% da dieta referência e 20% de um dos fermentados: mandioca com soro de leite ou mandioca com vinhaça.

Os diferentes fermentados foram incluídos na dieta referência pelo método de substituição com base na matéria seca.

A alimentação dos animais foi ajustada com base no peso metabólico inicial (Kg^{0,75}). Os animais receberam água à vontade, e as dietas foram distribuídas em duas refeições diárias (às 7:00 e às 15:00 horas).

Foi utilizado o método de coleta total de fezes. Uma vez ao dia as fezes foram coletadas e pesadas, sendo retirada uma alíquota de 20% do total produzido, que foi acondicionado em sacos plásticos identificados e armazenado em freezer a -10°C. A urina foi coletada e filtrada diariamente em baldes de plástico contendo 10 ml de HCL 1:1 para evitar, perdas por volatilização e proliferação bacteriana. Após uma segunda filtragem, foi retirada uma amostra de 10% do volume total, colocada em recipiente de vidro identificados, e estes foram armazenados em geladeira a 4°C.

Após o período de coleta, as fezes de cada animal foram deixadas por 12h à temperatura ambiente e homogeneizadas. Uma amostra foi colocada em estufa de ventilação forçada a 55°C, durante 72h. Em seguida, a amostra foi exposta ao ar para o equilíbrio à temperatura e a umidade ambiente, pesada, moída, homogeneizada e colocada em recipientes identificados. Uma amostra de urina de cada animal foi seca em estufa de ventilação forçada, a 55°C, por 72h para determinação das análises de nitrogênio e energia.

Foram feitas análises laboratoriais para determinação da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, cálcio, fósforo e energia bruta de acordo com a metodologia AOAC (2012). Os teores de energia bruta foram determinados em bomba calorimétrica adiabática (IKA C2000 basic®). O pH foi mensurado com peagâmetro digital (modelo HI 221, Hanna Instruments, Woonsocket, RI, USA). Os coeficientes de digestibilidade de MS, proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) dos alimentos avaliados foram calculados considerando o método de coleta total de fezes e urina usado por (Moreira et al., 1994).

Os teores de MS digestível (MSD), proteína digestível (PD), energia digestível (ED) e energia metabolizável dos alimentos foram calculados utilizando-se a fórmula de Matterson (1965).

Após o término do experimento, os dados de dinâmica de pH, matéria seca digestível (MSD), proteína digestível (PD), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM), coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), coeficiente de digestibilidade da energia bruta (CDEB), foram submetidas à análise de variância e teste F utilizando o pacote computacional R (R Core Team, 2015) a nível de 5% de probabilidade.

O uso dos animais foi aprovado pelo CEUA (Comissão de ética no uso dos animais) protocolo 378/2016.

Resultados e Discussão

Dinâmica de pH

Os valores de pH dos fermentados em relação aos dias de fermentação estão representados no gráfico 1.

Observando os valores encontrados e analisando o comportamento da curva, percebe-se que, no sexto dia de fermentação, os valores encontrados para pH são iguais em ambos fermentados ($p > 0,05$). Outra inferência a ser feita é que a partir do nono dia, os valores de pH se estabilizam e estes, estão de acordo com Fagberno y Jauncey (1998), de que a estabilidade de fermentados biológicos se obtém com valores de pH menores do que 4,5, este valor mostra a fase do fenômeno de acidificação por parte dos microrganismos.

Os valores de pH encontrados nos dias 3 para o fermentado de soro de leite foi maior do que o encontrado por Caicedo (2013), tendo este encontrado valor de 4,28. Já para o dia 30 ocorreu o contrário, tendo este encontrado valor de pH maior 3,65. Esta pequena diferença pode ter sido devido ao tubérculo utilizado na ensilagem.

Os valores de matéria seca (MS), energia bruta (EB), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), cálcio (Ca), fósforo (P), matéria mineral (MM) e valores de pH dos fermentados encontrados estão apresentados na tabela 4.

Composição bromatológica

O valor de MS encontrado para o fermentado de mandioca com vinhaça foi menor ao encontrado por Merino (2009), sendo por este encontrado o valor de 29,3%. A

diferença observada pode ser justificada pela variação da composição da mandioca e vinhaça utilizada, já que o período de fermentação foi o mesmo.

Com relação ao fermentado de soro de leite, o valor de MS encontrado foi menor ao encontrado por Caicedo (2013), tendo este encontrado o valor de 26,61%. A diferença encontrada nestes valores pode ter sido causada pela proporção dos ingredientes utilizada na confecção do fermentado, já que no presente trabalho foi utilizada uma proporção maior de soro de leite 37% contra 32% utilizado pelo autor citado. Outra questão foi o tubérculo utilizado, sendo que o autor citado utilizou inhame (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) e este possui matéria seca em torno de 26,2% (CATHERWOOD et al., 2007), já o presente trabalho foi utilizado a mandioca, que possui em torno de 36%.

O valor de EB encontrado para o fermentado de mandioca e soro de leite, embora tenha se utilizado proporções diferentes dos ingredientes utilizados na confecção dos fermentados o valor encontrado foi semelhante ao encontrado por Caicedo (2013), tendo este encontrado o valor de 4.210 Kcal/Kg.

O valor de PB encontrado para o fermentado de soro de leite foi próximo ao valor encontrado por Lezcano et al. (2015), pois este trabalhando com fermentado de mandioca com água e iogurte natural encontrou valor de 7% para proteína bruta. Já para valores encontrados para o fermentado de vinhaça, os valores encontrados neste trabalho estão abaixo dos valores encontrados por Merino (2009), tendo este encontrado um teor de 9,9% de proteína bruta. Tal fato pode ser explicado devido a característica da vinhaça, já que a utilizada pelo autor possui um teor de proteína de 17,9%, e, de acordo com Gorni et al. (1987), o teor de proteína bruta da vinhaça encontra-se em torno de 6,61%.

Caicedo (2013), trabalhando com fermentado de soro de leite com mandioca encontrou valor para FDN de 13,60%. Sendo o valor encontrado por ele maior do que o encontrado que foi de 11,95%. A diferença encontrada para esta característica foi devida a diferença entre os valores de FDN dos tubérculos utilizados. O inhame apresenta um valor de FDN 22,86% bem superior do que a da mandioca que se encontra em torno de 6,88 % (SILVA et al., 2012). Já para o teor de FDA foi encontrado um valor superior 9,28% comparado ao encontrado pelo presente autor 5,35%. Tal fato possui mesma justificativa do FDN, os teores de FDA do inhame são menores do que os da mandioca.

Os valores de EE encontrados para o fermentado de mandioca com vinhaça foram maiores do que os encontrados por Merino (2009), tendo este encontrado valor de 2,51%. O valor encontrado pode ser devido ao fato de que no presente trabalho foi utilizado iogurte natural na formula do ensilado, este possui em torno de 8% de gorduras saturadas, o que pode ter elevado teor de EE.

O valor de Ca encontrado no fermentado de soro de leite foi menor do que ao encontrado no trabalho de Caicedo (2013), apesar da inclusão de soro ter sido maior no presente trabalho, isto pode ser devido a diferente composição do soro de leite. O valor de Ca encontrado na vinhaça teve um valor menor comparado a do soro de leite, mesmo a vinhaça tendo um alto teor deste mineral conforme relatado por (HIDALGO et al., 2009).

Com relação ao alto valor de P encontrado no fermentado de mandioca com vinhaça, o alto valor encontrado pode ter sido devido a característica da vinhaça utilizada, já que normalmente os valores de P da vinhaça são em torno de 0,07 % para vinhaça oriunda da cana de açúcar e 0,011 % para a oriunda de melaço, ou seja valores baixos (BRAILE, 1993).

Ensaio de digestibilidade

Os valores de matéria seca digestível (MSD), proteína digestível (PD), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM), estão apresentados na tabela 5.

A matéria seca digestível foi maior para o fermentado de mandioca com vinhaça. Tal fato já era previsto, pois, o valor de matéria seca do mesmo é maior que o fermentado de mandioca com soro de leite.

O valor encontrado para PD do fermentado de mandioca com soro de leite foi maior do que o encontrado para o fermentado de mandioca com vinhaça. Tal fato pode ser explicado devido ao alto valor biológico da proteína presente no soro de leite, e de acordo com Malavassi et al. (1990), a eficiência proteica do soro de leite é 20% superior que o da caseína, com digestibilidade em torno de 90% quando comparado com a caseína do leite. Os valores encontrados para PD estão abaixo dos valores encontrados por Silva et al. (2010), que encontrou valor de 3,17%, para silagem da raiz de mandioca.

O valor encontrado para EM do fermentado de soro de leite foi superior ao encontrado pelo fermentado de mandioca com vinhaça, evidenciando que os animais alimentados com fermentado de mandioca com soro de leite foram mais eficientes energeticamente. Possivelmente tal fato é devido a lactose presente no soro de leite utilizado na elaboração do fermentado, visto que esta é a principal fonte de energia do soro de leite e representa um carboidrato de alta digestibilidade, contribuindo assim para uma melhora no aproveitamento da energia pelos animais.

O coeficiente de digestibilidade da energia bruta foi maior para o fermentado de soro de leite e vinhaça evidenciando assim um melhor aproveitamento da energia ingerida. Comparando os valores de CDPB e CDEB dos fermentados avaliados, com os apresentados por Rostagno et al. (2011), para raspa de mandioca integral (35% e 84,18%, respectivamente) pode-se inferir que o processo de fermentação com resíduos

agroindustriais melhorou o valor nutricional da mandioca. O CDMS, CDPB encontrados no presente trabalho foram menores do que os valores encontrados por Silva et al. (2010), que para a silagem de mandioca encontrou valores de 95,25 e 79,52% respectivamente.

Conclusão

1. Os fermentados possuem um bom valor nutricional podendo ser utilizados na alimentação de suínos.
2. Os valores de pH encontrados demonstram que a fermentação foi satisfatória.
3. A utilização da tecnologia de fermentados na alimentação de suínos é promissora, visto que a técnica melhorou algumas características nutricionais da mandioca, e, além disso, dá um destino adequado aos resíduos gerados pela agroindústria.

Agradecimentos

Este trabalho foi apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq; número de concessão 443305/2014-5) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG; número de concessão CVZ-PPM-00247-16). Agradecimentos especiais à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte ao desenvolvimento desta pesquisa.

Referências

- ANDRIETTA, M. G. S. Novas alternativas para subprodutos da cana-de-açúcar. Sociedade dos Técnicos Açúcareiros e Alcooleiros do Brasil, v. 16, n.4, 1998.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists – **Official Methods of Analysis**. 19 ed. Maryland: AOAC International, 2012.
- BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. W. A. **Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais**. CETESB: São Paulo- Brasil 1993.764p.
- CAICEDO, Q. W. **Potencial nutritivo del ensilaje de tubérculos de Papa china, (Colocasia esculenta (L) Schott) para alimentación de cerdos**. 2013. 97p. Tese (Doutorado) – Universidad de Granma, Bayamo, Cuba.
- CAMHI, J. D. Tratamento do vinhoto, subproduto da destilação de álcool. **Brasil Açucareiro**, v. 94, p.18-23, 1979.
- CARVALHO, F. M.; VIANA, A. E. S.; MATSUMOTO, S. N.; REBOUÇAS, T. N. H.; CARDOSO, C. E. L.; GOMES, I. R. Manejo do solo em cultivo com mandioca em treze municípios da região sudeste da Bahia. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 378-384, 2007.
- CATHERWOOD, D. J.; SAVAGE, G. P.; MASON, S. M.; SCHEFFER, J. J.; DOUGLAS, J. A. Oxalate content of cormels of Japanese taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) and the effect of cooking. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, p.147-151, 2007.
- COSTA, C.M.; AZEVEDO, C. A.; AZEVEDO, L. A.; LINS, M. F.; VEIGA, R. L.; LIMA, S. F. Soro do leite e seus danos causados ao meio ambiente. In: X Encontro Brasileiro sobre adsorção, 2014, São Paulo. **Anais**. Guarujá, 2014. P.1-4.

CORTEZ, L.; MAGALHÃES, P.; HAPPI, J. Principais subprodutos da agroindústria canavieira e sua valorização. **Revista Brasileira de Energia**, v.2, p.1-17, 1992.

FAGBERNO, O.; JAUNCEY, K. Physical and nutritional properties of moist fermented fish silage pellets as a protein supplement for tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Animal Feed Science and Tecnology**, v.71, p.11-18, 1988.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications)**. Washington: Agricultural Research Service, 1970. 79p.

GORNI, M.; BERTO, D. A.; MOURA, M. P.; CAMARGO, J. C. M. Utilização da vinhaça concentrada na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira da Indústria Animal**, v.44, p.271-279, 1987.

HIDALGO, K.; RODRÍGUEZ, B.; VALDIVIÉ, M.; FEBLES, M. Utilización de lavinaza de destilería como aditivo para pollosenceba. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**, v. 43, p.281-284, 2009.

LEZCANO, P.; VAZQUEZ, A.; BOLAÑOS, A.; PILOTO, J. L.; MARTÍNEZ, M.; RODRÍGUEZ, Y. Ensilado de alimentos alternativos, de origen cubano, una alternativa técnica, económica y ambiental para la producción de carne de cerdo. **Revista Cubana de Ciência Agrícola**, v.49, p.65-69, 2015.

MALAVASI, P. Nuove esperienze di utilizzo Del siero di latte. **Rivista di Suinicoltura**, v. 07, p. 49-51, 1990.

MATTERSON, L.D. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens:** research report, stors. Connecticut: University of Connecticut, 1965.

MERINO, J. C. S. **Evaluación de ensilaje de yuca más agua más yogurt y ensilaje de yuca y vinaza de destilería de alcohol en la alimentación de cerdos en crecimiento.**

2009.93p. Tese (Doutorado) – Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Rio bamba, Equador.

R CORE TEAM.**R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2015.

RODRIGUEZ, S. **El yogurt de yuca em la alimentación de cerdos.** Plegable, Ministerio de la Agricultura, Cuba, 2007.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** Viçosa: UFV, 2011. 252p.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos.** Jabotical: FUNEP, 2007. 283p.

SILVA, A. M. R; BERTO, D. A.; LIMA, G. J. M. M.; WECHSLER, F. S.; PADILHA, P. M.; CASTRO, V. S. Valor nutricional e viabilidade econômica de rações suplementadas com maltodextrina e acidificante para leitões desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 286-295, 2008.

SILVA, M. A. A.; FURLAN, A. C.; MOREIRA, I.; TOLEDO, J. B.; CARVALHO, P. L. O.; SCAPINELLO, C. Avaliação nutricional e desempenho da silagem da raiz de mandioca contendo ou não soja integral em dietas para suínos. **Revista Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.32, p. 155-161, 2010.

SILVA, M. J.; CARVALHO, F. F. R.; BATISTA, A. M. V.; FONSECA, N. N. N.; COSTA, V. M. S. Utilização da raiz de mandioca sobre a digestibilidade e

comportamento ingestivo de cabras saanen em lactação. **Revista Acta Scientiarum. Animal Science**, v.34, p.401-408, 2012.

WOOLFE, J. A. **Sweet potato: an untapped food resource**. Cambridge: University Press, 1992. 188 p.

MOREIRA, I.; ROSTAGNO, H.S.; COELHO, D.T.; COSTA, P. M. A.; TAFURI, M. L. Determinação dos coeficientes de digestibilidade, valores energéticos e índices de controle de qualidade do milho e soja integral processados pelo calor. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.916-929, 1994.

Tabela 1. Composição química dos ingredientes utilizados na confecção dos fermentados, com base na matéria seca (MS): proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e energia bruta (EB).

Composição (%)	Mandioca	Soro de leite	Vinhaça
MS	36,91	5,66	1,06
PB	0,93	1,22	0,05
FDN	4,01	-	-
FDA	2,23	-	-
EE	0,22	1,41	-
MM	1,03	0,68	22,52
EB	1346,71	337,13	37,45

MS – Matéria seca; PB – Proteína bruta; FDN – Fibra em detergente neutro; FDA – Fibra em detergente ácido; EE – Extrato etéreo; MM – Matéria mineral; EB – Energia bruta

Tabela 2. Proporção dos ingredientes utilizadas na confecção dos fermentados com base na matéria natural (%).

Matéria prima	Fermentado Soro de Leite	Fermentado Vinhaça
Mandioca (%)	62	63
Soro de leite (%)	37	-
Vinhaça (%)	-	36
Iogurte Natural (%)	1	1
Total	100	100

Tabela 3. Composição centesimal da ração referência

Ingredientes	Dieta Referência
Milho moído	59,14
Farelo de soja	36,64
Óleo de soja	1,19
Fosfato bicálcico	1,32
Calcário	0,80
Sal Comum	0,50
Suplemento vitamínico ¹	0,30
Suplemento mineral ²	0,10
DL – metionina	0,0021
Total	100
Composição nutricional calculada	
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3230
PB (%)	21,23
Cálcio (%)	0,73
Fósforo disponível (%)	0,36
Sódio (%)	0,22
Fibra bruta (%)	2,96
Lisina Digestível (%)	1,04
Met + CisDig. (%)	0,60
Met. Dig. (%)	0,29
Treonina Dig.(%)	0,72
TriptofanoDig.(%)	0,24
Valina Dig.(%)	0,91

¹Conteúdo por quilograma do produto:2.000.000UI Vitamina A; 300.000 UI Vitamina D3; 5.000 UI de Vitamina E; 625 mg de Vitamina K3; 5.000 mg de Vitamina B12; 1.000 mg de Vitamina B2; 12,5 mg de Biotina; 2.500 mg de Ácido pantotênico; 6.250 mg de Niacina; 500 mg de Butilhidroxitolueno; 250 mg de Vitamina B1; 500 mg de Vitamina B6; 150 mg de Ácido fólico; 60g de colina; 12,5 g de Vitamina C;

²125 mg de Cobalto; 125 mg de Selênio; 17,5 g de Ferro; 5.000 mg de Cobre; 10 g de Manganês; 20 g de Zinco; 200 mg de Iodo e Veículo q.s.p 1000 g.

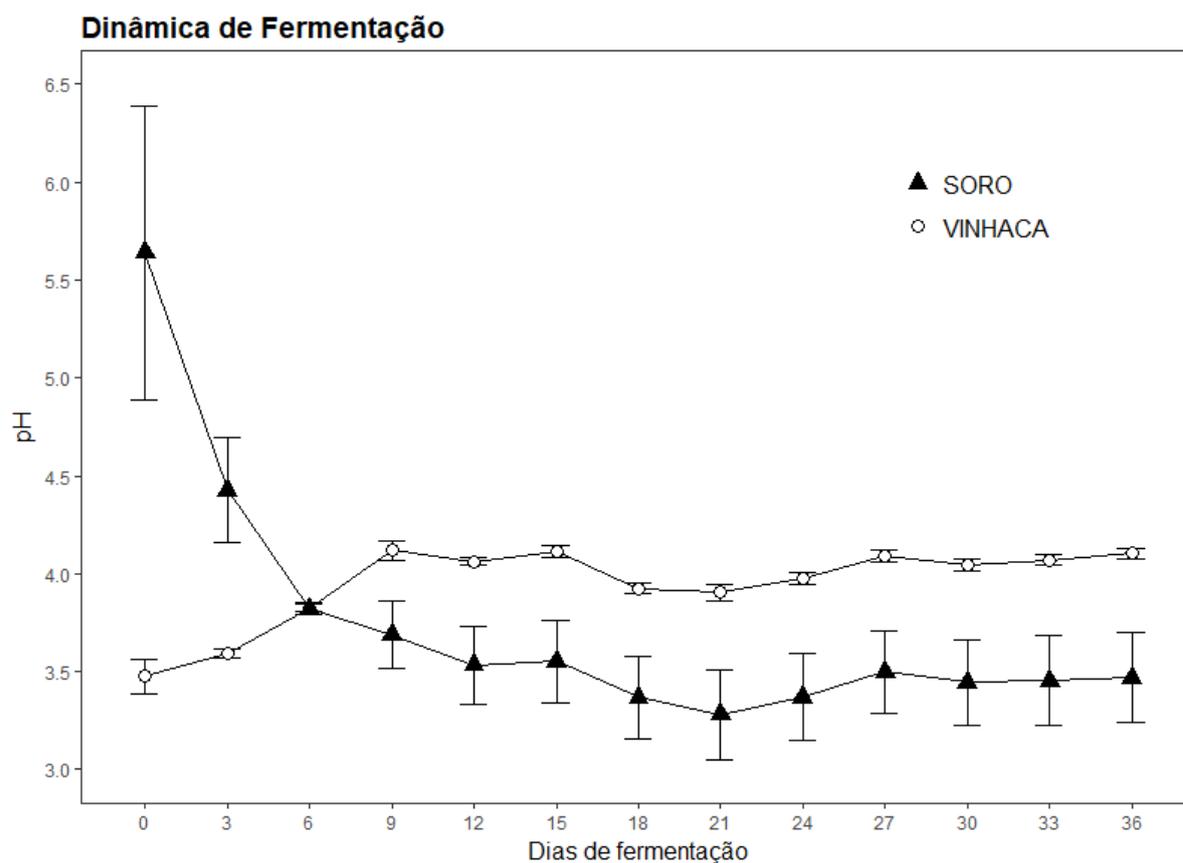


Figura 1. Dinâmica de fermentação do pH em função dos dias.

Tabela 4. Composição bromatológica e valores de pH dos fermentados.

Característica	Fermentado Soro de leite	Fermentado Vinhaça
Matéria Seca (%)	23,33	27,67
Matéria Mineral, (%)	0,14	0,104
Proteína Bruta, (%)	6,07	4,57
Extrato Etéreo, (%)	8,15	4,14
FDN, (%)	11,95	9,18
FDA, (%)	9,28	7,62
Ca, (%)	0,152	0,096
P, (%)	0,480	1,676
Energia Bruta, Kcal/Kg	4145,37	4031,82
pH ¹	3,85	3,83

¹Valores observados no 12º dia. FDN – Fibra em detergente neutro; FDA - Fibra em detergente ácido; Ca – Cálcio; P - Fósforo

Tabela 5. Valores de matéria seca digestível (MSD), proteína digestível (PD), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM), coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), coeficiente de digestibilidade da energia bruta (CDEB). (MS)

Coeficientes de digestibilidade	Fermentado mandioca com soro de leite	Fermentado mandioca com vinhaça	Valor de P
MSD%	20,27b	24,36a	0,0055
PD%	2,53a	1,93b	<0,001
ED Kcal/Kg	3649,96	3429,18	0,1486
EM Kcal/Kg	3518,92a	3169,44b	0,0416
CDMS%	86,87	88,02	0,8153
CDPB%	41,59	42,32	0,4062
CDEB %	90,56a	89,05b	0,0490

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras diferentes, nas linhas, diferem pelo teste F, a 5% probabilidade.

MSD – Matéria seca digestível; PD – Proteína digestível; ED – Energia digestível; EM – Energia Metabolizável; CDMS – Coeficiente de digestibilidade da matéria seca; CDPB – Coeficiente de digestibilidade da proteína bruta; CDEB – coeficiente de digestibilidade da energia bruta