

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DAVI ELIAS DE SÁ E CASTRO

COPRODUTO DESIDRATADO DE MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES
NA FASE INICIAL

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DAVI ELIAS DE SÁ E CASTRO

COPRODUTO DESIDRATADO DE MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES
NA FASE INICIAL

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como requisito parcial do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Levi de Oliveira Carvalho

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DAVI ELIAS DE SÁ E CASTRO

COPRODUTO DESIDRATADO DE MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE SUÍNOS
NA FASE INICIAL

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como requisito parcial do programa de Pós-Graduação em Zootecnia para obtenção do título de mestre em Zootecnia.

Marechal Cândido Rondon, _____/_____/_____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Levi de Oliveira Carvalho
Orientador-Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes
Membro da banca-Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Marcos Augusto Alves da Silva
Membro da banca-Universidade Estadual do Norte do Paraná

Dr.^a Aparecida da Costa Oliveira
Membro da banca-Universidade Estadual do Oeste do Paraná

DEDICATÓRIA

A Deus, por tudo que nos deu e nos proporcionou de melhor

À minha família, em especial aos meus pais, Raimundo Elias e Maria de Fátima

À minha avó, Maria de Jesus, e meus tios e padrinhos, Biné e Antônia.

Aos meus irmãos, Arthur, Daniel, Diego, Elias, Jaqueline e Ribamar,

Às minhas afilhadas, Yasmin e Karolzinha.

À família Castro, especialmente à minha tia, Maria Coelho, tia Helena e tia Lourdes.

A todos meus amigos, especialmente os Gálax e minha família de amigos onde vivi esta etapa da vida: Ana Ruth, Israel, Kleves, Laylles e Vanja

Aos amigos do Caminho da Boiada, em especial à tia Eliete, Nazaré e Amaral

A todos os professores, colegas de curso e amigos que me ajudaram nesta trajetória...

...DEDICO!

AGRADECIMENTOS

Obrigado senhor Deus por ter me ajudado todos os dias e guiado por todos os caminhos que percorri. Agradeço principalmente pelos dias em que, eu sem forças e pensando em desistir, fui amparado e incentivado a lutar e vencer. Pelas jornadas da vida ter colocado pessoas especiais que me ensinaram os verdadeiros ensinamentos da vida para me tornar uma pessoa melhor.

A minha família, principalmente meus pais Raimundo Elias e Maria de Fátima, a minha avó Maria de Jesus, meu padrinho Biné e madrinha Antônia, e irmãos, muito obrigado por todos os ensinamentos da vida e pela ajuda das escolhas certas, dos caminhos a percorrer, pela força, incentivo, por toda dedicação que tiveram para eu me tornar uma pessoa melhor. Vocês foram fundamentais para eu viver e vencer mais esta etapa da vida. Também a todos meus amigos (as) de infância (Galax), pelo apoio quando mais precisei e do compartilhamento dos melhores momentos. Vocês sempre foram minha inspiração e fortaleza para batalhar em cada momento. Amo vocês. *“A ausência física é presente, mas o meu amor, lembranças e gratidão serão para sempre por vocês meu pai, minha avó, tia Coelho e Diego. Muitas saudades.”*

A oportunidade de ter conhecido, vivido e convivido com vocês foi fundamental para conseguir vencer mais esta etapa. Sem vocês não conseguiria. Agradeço por cada momento ter participado de suas vidas e vocês da minha. Tudo se tornou mais fácil com toda a ajuda que recebi de vocês. Família é o que nos define. Nossa república sempre terá a alegria presente. Obrigado pelos ensinamentos Ana Ruth, Israel, Kleves, Laylles e Vanja.

Aos que me acolheram muito bem, quando mais precisei, na minha chegada à Marechal Cândido Rondon, principalmente Dani Tesche, Lucas Wachholz e Emanuelle.

Ao meu orientador Paulo Levi, por ter me dado a oportunidade de trabalhar e aprender na linha de pesquisa com suínos, por todos os ensinamentos adquiridos e pela vivência e convivência. Aprendi muito.

A todos os professores que me ensinaram nas atividades teóricas e práticas. Em especial aos professores Ricardo Nunes, Maximilliane e Silvana. Também ao professor Escocard, pela paciência de me ajudar na estatística.

Ao grupo GEP's, (Vanja, Mariana, Flávio, Eliseu, Poliana, Ana Gazola, Osiris, Fábio, Jansller, Fábio, Geórgia, Lara, Ivan, Cristine, Paulo, Josy, Jenifer, Kássia) por todo apoio, dedicação e união pela realização de todos os trabalhos. À Aparecida, por toda ajuda quando precisei e pelo apoio. Em especial a Aninha (Ana Lúcia), que foi fundamental me ajudando

nos experimentos e também por ser uma grande amiga irmã principalmente nas horas mais difíceis, pelos conselhos de vida, e pela nossa amizade.

À Unioeste, pela oportunidade de estudar, aprender e ter novos conhecimentos, pela qualidade de ensino e de realizar os experimentos. Aos funcionários da Fazenda Experimental, que muito me ajudaram quando eu precisei e a Copagril (Cooperativa Agroindustrial de Marechal Cândido Rondon) pela parceira na realização da pesquisa.

Aos professores e a todos os colegas de curso da UEMA, pelos ensinamentos para eu chegar aonde cheguei e pelo apoio no momento em que precisei para fazer a seleção do mestrado.

E por fim a todos aqueles que ajudaram de forma direta ou indireta, de São Luís ou de Marechal Cândido Rondon.

Meu muito obrigado

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Composição centesimal e bromatológica da ração referência no ensaio de metabolismo de leitões na fase inicial 39
- Tabela 2. Composição centesimal e nutricional das rações experimentais com diferentes níveis de inclusão do coproduto desidratado de mandioca na alimentação de suínos na fase inicial (42 a 63 dias de idade).....41
- Tabela 3. Composição química e energética do coproduto desidratado de mandioca, na matéria natural43
- Tabela 4. Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA), coeficiente de metabolização (CM) da energia bruta e valores digestíveis dos quatros níveis de substituição do coproduto desidratado de mandioca, estudados na fase inicial de leitões45
- Tabela 5. Valores de médias observadas de características de desempenho de suínos em fase inicial, de acordo com os níveis do coproduto desidratado de mandioca utilizada na ração.....48
- Tabela 6. Valores de médias observadas de glicose e ureia sanguínea ($\mu\text{g/mL}$) no final da fase da fase inicial, de acordo com os níveis do coproduto desidratado de mandioca .52

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Equações de regressão da ED do CDM, obtidos a partir da energia digestível (kcal kg^{-1}) consumida em função do consumo CDM (kg), por 36 suínos em fase inicial, no período de cinco dias46
- Figura 2. Equações de regressão da EM do CDM, obtidos a partir da energia metabolizável (kcal kg^{-1}) consumida em função do consumo CDM (kg), por 36 suínos em fase inicial, no período de cinco dias47
- Figura 3. Modelos de regressão linear de consumo diário de ração e de conversão alimentar de suínos em fase inicial em função dos níveis do coproduto desidratado de mandioca (%).....49

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 14 |
| 2.1 Cenário da Suinocultura Brasileira e Mundial | 14 |
| 2.2 Mercado Interno e Externo da Carne Suína | 14 |
| 2.3 Alimentos alternativos para suínos | 15 |
| 2.4 Fibra na alimentação de leitões | 16 |
| 2.5 Produção da Mandioca Nacional | 19 |
| 2.6 A mandioca e sua industrialização | 20 |
| 2.7 Subprodutos da mandioca | 22 |
| 2.8 Coproduto Desidratado de Mandioca..... | 24 |
| 3. REFERÊNCIAS | 26 |
| 4. COPRODUTO DESIDRATADO DE MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES NA FASE INICIAL..... | 34 |
| 4.1 Introdução | 36 |
| 4.2 Material e Métodos | 37 |
| 4.3 Resultados e Discussão | 42 |
| 4.4 Conclusão..... | 53 |
| 4.5 Referências..... | 54 |
| 4.6 Considerações Finais..... | 58 |

COPRODUTO DESIDRATADO DE MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES NA FASE INICIAL

RESUMO

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o valor nutricional do Coproduto Desidratado de Mandioca (CDM) e seus efeitos no desempenho e nas variáveis sanguíneas de leitões alimentados com diferentes níveis do coproduto desidratado de mandioca. No experimento I, realizou-se um ensaio de digestibilidade e foram utilizados 30 leitões híbridos com média de 18,00 (0,673) kg de peso inicial (PI), alojados individualmente em gaiolas de metabolismo, e distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 5 tratamentos, 6 repetições e um animal por unidade experimental. Uma ração referência foi formulada para atender as exigências nutricionais da categoria e diferentes níveis do CDM (6, 12, 18 e 24%) foram utilizados para substituir a ração referência, compondo os tratamentos. No experimento II foram utilizados 120 leitões (60 machos inteiros e 60 fêmeas) com peso vivo inicial de 13,05 (1,59) kg e peso médio final de 26,03 (3,46) kg, distribuídos em delineamento experimental em blocos casualizados, com 5 tratamentos, 6 repetições e 4 animais por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de cinco rações com níveis crescentes de inclusão (0, 3, 6, 9 e 12%) do Coproduto Desidratado da Mandioca (CDM). As rações à base de milho e farelo de soja foram formuladas para atender ao recomendado para suínos na fase inicial. Os dados foram submetidos à análise estatística e, ao apresentar diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Dunnet a 10% de significância. No ensaio de digestibilidade, foram encontrados os valores de Energia Digestível e Energia Metabolizável do CDM de 3022 e 2984 kcal kg⁻¹ na matéria natural, respectivamente. Não houve efeito ($P > 0,10$) de níveis de inclusão de CDM sobre o peso final e ganho diário de peso, no entanto observou-se efeito ($P < 0,10$) dos níveis de CDM sobre o consumo diário de ração e conversão alimentar. O uso do coproduto desidratado de mandioca pode ser uma alternativa energética para rações de leitões na fase inicial, sendo que a inclusão de 2,56% deste coproduto promoveu o máximo consumo de ração.

Palavras-chave: nutrição, alimentos alternativos, suinocultura

CASSAVA DEHYDRATED COPRODUCT FOR PIGLETS IN THE INITIAL PHASE

ABSTRAT

The objective of this research was to evaluate the nutritional value of Cassava Dehydrated Coproduct (CDC) and its effects on performance and blood variables of piglets fed different levels of CDC. In the first experiment, the digestible e test was carried out and 30 hybrid pigs averaging 18 (0.673) kg of initial weight (IW) were individually housed in metabolic cages and distributed in a completely randomized experimental design, with five treatments, 6 replicates and one animal per experimental unit. A basal diet was formulated to meet the nutritional requirements of the category and different levels of CDM (6, 12, 18 and 24%) were used to replace the reference diet, making the treatments. In the second experiment 120 piglets (60 males and 60 females) with initial weight of 13.05 (1.59) kg and final average weight of 26.03 (3.46) kg were distributed in experimental design of randomized blocks, with five treatments, six replicates and four animals per experimental unit. The treatments consisted of five diets with increasing levels of inclusion (0, 3, 6, 9 and 12%) of CDC. The corn and soybean meal based feed was formulated to meet the requirements for pigs in the initial phase. Data were subjected to statistical analysis and to present significant differences, the averages were compared by Dunnet test at 10% significance level. The digestibility assay revealed values of digestible energy and metabolizable energy of 3022 and 2984 kcal kg⁻¹, respectively, in the natural matter of CDC. There was no effect (P>0.10) of CDC inclusion levels on final weight and average daily gain, however there was effect (P<0.10) of CDC levels on daily feed intake and feed conversion. The use of the CDC can be an alternative of energy source to feed piglets in the initial phase, and the inclusion of 2.56% of coproduct promoted maximum feed intake.

Key-words: nutrition, alternative food, pig farming

1. INTRODUÇÃO

Na atividade suinícola, cerca de 65% dos custos totais da produção estão voltados à alimentação, em granjas estáveis e de ciclo completo. Dependendo da época, como na entressafra de grãos, o custo pode variar entre os valores de 70% e 75%. Desta forma, obter lucros depende diretamente do planejamento com a alimentação. Para isso, é importante a busca por ingredientes disponíveis tanto em quantidade quanto em qualidade, com preços acessíveis, para viabilizar a produção (ALBUQUERQUE et al., 2011).

O grande sucesso da suinocultura brasileira deve-se, na maior parte, aos avanços cada vez maiores e melhores na área de genética, manejo, sanidade, ambiência e nutrição, levando o mercado do Brasil a um dos mais competitivos do mundo. A principal causa que leva a atividade a se tornar mais cara é o custo elevado da alimentação, ocasionando uma redução no lucro da produção, e com isso é de suma importância a busca de alimentos alternativos que viabilizem a criação e conseqüentemente reduzam os custos de produção, onde a maior influência está no preço das *commodities*, nas épocas de entressafra ou na flutuação cambial (FIGUEIREDO et al., 2012).

Com o aprimoramento genético dos animais, houve uma maior exigência nutricional para maximização da produção. Sendo animais de alta produção, essas exigências devem ser atendidas com o intuito de suprir as necessidades energéticas, uma vez que com a falta de energia no organismo, haverá uma mobilização das reservas do animal, ocasionando um balanço energético negativo. Com isso, a utilização dos alimentos alternativos, em substituição aos tradicionais, deve atender as exigências nutricionais dos animais (HARVATINE e ALLEN, 2006).

O principal componente usado para formulação de rações de suínos é o milho. Desta forma, mudanças no preço deste componente afetam diretamente o preço final da ração e, portanto, o preço do suíno terminado (FERREIRA et al., 2004).

Vários subprodutos são obtidos a partir da industrialização da mandioca, que podem servir como ingredientes alternativos na alimentação de monogástricos, pois são classificados como alimentos energéticos (FERREIRA et al., 2014). Por exemplo, a raspa de mandioca pode ser fornecida aos suínos em até 40% nas rações, podendo-se aumentar o nível quando os animais chegarem ao crescimento e terminação (BUITRAGO, 1990).

Butolo (2010), fazendo análise química da raiz de mandioca, observou que este alimento é rico em amido e apresentou a seguinte composição média: 60 a 65% de umidade; 21 a 33% de amido; 1,0 a 1,5% de proteínas; 0,7 a 1,06% de fibras; e 0,6 a 0,9% de cinzas.

Dependendo das condições de cultivo, tais como ambiente, tipo de cultivar e idade da planta, pode haver variação em sua composição.

Na mandioca *in natura* os dois glicosídeos cianogênicos (CGs) encontrados em maior concentração são a linamarina (95%) e a lotaustralina (5%). O cianeto de hidrogênio é liberado quando estes dois compostos são hidrolisados. A forma de evitar a sua ação é processando a mandioca com calor para causar a volatilização dos CGs, podendo ser possível o consumo deste alimento sem danos (SREEJA et al., 2002).

As raízes de mandioca podem ser consumidas pelo ser humano e, quando processadas, resultam em produtos básicos como farinha de mesa e a fécula ou amido. Após ser processada, a fécula ou amido pode ser matéria prima para as indústrias tais como: alimentícia, farmacêutica, de papel, química, do vestuário, entre outras (TAKAHASHI e GONÇALO, 2005). Além disso, podem ser obtidos subprodutos que podem ser fornecidos aos animais por apresentar bom potencial nutritivo, sendo uma alternativa de alimento substituto, que pode minimizar a poluição ambiental com a quantidade de resíduo que se acumula em forma de lixo no ambiente (SILVEIRA et al., 2002).

Nas rações de monogástricos, a redução da inclusão do milho na formulação das rações pode ser feita, utilizando como o seu substituto os resíduos e coprodutos da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e desta forma, diminuindo o custo na alimentação (COSTA et al., 2009; FERREIRA et al., 2012). O maior obstáculo do uso dos resíduos da mandioca é que estes possuem elevado teor de fibra, e com isso ocorre um menor aproveitamento desses alimentos (SOUSA et al., 2012).

Contudo, são escassas as informações científicas sobre a utilização do Coproduto Desidratado da Mandioca (CDM) na alimentação de animais tais como os suínos, o que justifica a condução deste estudo. Além disso, este ingrediente pode tornar-se uma importante fonte energética alternativa ao milho. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar o valor nutricional e o desempenho de suínos na fase inicial alimentados com CDM.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cenário da Suinocultura Brasileira e Mundial

A criação de suínos no Brasil inicialmente estava direcionada à subsistência e produção de banha, sendo esta de uso com a finalidade de conservação e elaboração dos alimentos. O impulso na produção suinícola no Brasil se deu a partir da década de 60, onde a partir de então começou a ter a utilização do sistema intensivo de criação. Ao passar dos anos que o principal objetivo foi se tornando a produção de carne, ainda mais quando o óleo vegetal passou a ter papel mais importante para a elaboração de alimentos e a refrigeração tornou-se substituto da banha na conservação. Um dos principais problemas enfrentados no Brasil foi a peste suína africana, que ocorreu em meados dos anos 70 (ZEN et al, 2015).

O consumo nacional de carne suína foi se recuperando na década de 90, após a implantação do plano Real, com a estabilização da moeda. As exportações ganharam impulso após a adoção da taxa de câmbio flutuante em 1999, e as exportações nacionais ganharam força, dando um maior estímulo para maximizar a produção e para suprir o mercado externo. E outro ponto, no ano de 2005, que atingiu diretamente a produção no setor de suínos no Brasil, foi a aftosa no Estado de Mato Grosso do Sul. Apesar de a doença ter afetado somente os bovinos, o comércio internacional fechou as portas tanto para carne bovina quanto suína do Brasil. Já em 2006, alguns países voltaram a importar carne suína do Brasil. O Japão voltou a importar apenas em 2013 (ZEN et al, 2015).

2.2 Mercado Interno e Externo da Carne Suína

Em 2015, cerca de 10,22 milhões de suínos foram abatidos no 4º trimestre, representando um aumento de 0,3% em relação ao trimestre anterior e ao mesmo período de 2014. Um crescimento de 7,6%, resultando em novo recorde desde 1997, quando deu início à pesquisa. O peso total das carcaças foi de 887,99 mil toneladas no 4º trimestre de 2015, com uma queda de 2,1% em relação ao trimestre anterior, e com aumento de 9,4% em relação ao mesmo período do ano de 2014. A região Sul foi a região com maior abate nacional, com 65,1% no 4º trimestre de 2015, vindo em seguida a região Sudeste (19,4%), Centro-Oeste (14,1%), Nordeste (1,2%) e Norte (0,1%) (IBGE, 2016a).

O Estado do Paraná, em 2015, bateu recorde de abate de suínos. A produção de carne suína totalizou 676,2 mil toneladas, 10,6% maior do que em 2014. Com isso, o Paraná foi responsável por 19,7% do que foi produzido e ficou na posição de terceiro maior produtor do Brasil, perdendo somente para Santa Catarina e Rio Grande do Sul. No Brasil, há um crescimento da substituição do consumo da carne bovina, de maior custo, pela carne suína, além do fortalecimento no mercado externo. Quanto à exportação de carne suína, foi registrado um avanço de 54,6%, para 54,6 mil toneladas em 2015 (IBGE, 2016b).

No ranking mundial da produção de carne suína, o Brasil aparece na 4ª posição, totalizando aproximadamente 3.344 mil toneladas. Quem aparece como líderes são a China, com cerca de 56.500 mil toneladas, União Europeia, com 22.400 mil toneladas, e Estados Unidos, com 10.329 mil toneladas (ABIPECS, 2015).

O principal foco do setor tem sido o aumento do consumo interno de carne suína. A produção de carne suína no Brasil é de consumo interno, contudo considera-se o valor, que é de 15 kg por pessoa ao ano, baixo quando comparado aos países como China e EUA. Há cada vez mais um otimismo dos números. Dados mostram que de julho a agosto de 2014, o país exportou 70 mil toneladas de carne *in natura*. No ano de 2015, nesse mesmo período, o total das exportações chegou a 97 mil toneladas, registrando um aumento de 39%. A alta do dólar está influenciando diretamente o crescimento, que tem refletido na diminuição de exportações nos Estados Unidos e levando a compra de suínos do Brasil, além do crescimento de exportações para a Rússia (IBGE, 2016c).

2.3 Alimentos alternativos para suínos

Os alimentos alternativos podem ser utilizados na produção de suínos, podendo formular dietas e substituir o milho e farelo de soja, que são os dois mais utilizados, mas que ultimamente vêm sendo substituídos, devido ao seu aumento expressivo no preço, o que tem levando à utilização de novas estratégias de produção, como o uso desses alimentos alternativos para assegurar ao agronegócio a competitividade (PIVA et al., 2008).

Com os vários avanços ocorridos no decorrer dos anos, a cadeia produtiva da suinocultura passou a ter uma maior importância para a economia do Brasil. Boa parte do seu crescimento se deu a partir da nutrição, em que houve um maior conhecimento dos valores nutricionais de cada ingrediente das rações e das exigências nutricionais em cada fase produtiva, levando em conta o aprimoramento, o ambiente e manejo da produção. Visando uma maior produtividade e melhor desempenho dos suínos, o uso de alimentos alternativos e

tradicionais com uma maior eficiência busca ajustar corretamente as exigências nutricionais dos animais, evitando colocar nas dietas excesso de nutrientes e estes serem eliminados nas excretas e, conseqüentemente, podendo ser fonte de contaminação do solo e água (ROSTAGNO et al., 2007).

A fase mais crítica na produção de suínos é a da creche, pois nela ocorrem os maiores fatores de estresse dos leitões como a separação da mãe, a mudança brusca do ambiente e da alimentação, e o reagrupamento social. Pelo fato de estarem acostumados a uma dieta à base de leite, quando submetidos a uma dieta sólida, isso poderá acarretar em problemas gastrointestinais aos leitões, pois estes animais são sensíveis e não apresentam o sistema digestivo desenvolvido completamente, além de não serem capazes de secretar ácido clorídrico suficiente para a digestão, tendo como alternativa a utilização de acidificantes nas rações, porém isso causa um maior custo de produção (CASTRO et al., 2009).

Os leitões, ao serem alimentados, devem receber uma significativa densidade energética, pois assim haverá benefícios a estes animais, já que uma quantidade limitada de energia fornecida pode ser um dos fatores para limitar a deposição de proteína para o suíno na fase jovem (BATTERHAN, 1994).

Tanto a fonte quanto a quantidade de energia podem ter efeitos no desempenho dos leitões. Nas primeiras semanas após o desmame, os leitões podem ter prejuízos na digestão e aproveitamento dos nutrientes dietéticos, com a presença de óleo sobre as vilosidades. Isso acontece porque nessa idade o leitão ainda limita-se com a secreção de lipase pancreática (NETO et al., 2002).

2.4 Fibra na alimentação de leitões

Os suínos são considerados animais não ruminantes e que apresentam ceco não-funcional. No intestino delgado de suínos, os componentes presentes na fibra sofrem o processo de digestão minimamente, fornecendo substrato para que ocorra a fermentação microbiana no intestino grosso. Os ácidos graxos voláteis (AGV) tais como propionato, butirato e acetato são os principais produtos desta fermentação. Estima-se que a participação calórica dos AGV em suínos é de 5 a 28% das exigências em energia de manutenção, sujeitando-se à frequência do consumo e da quantidade de fibra da dieta (NRC, 2012)

A fibra dietética é encontrada principalmente na parede celular, constituindo-se principalmente de polissacarídeos não amiláceos (PNA's) e lignina, podendo ter mínimas quantidades de proteínas, ácidos graxos, ceras, entre outros (MCDUGALL et al., 1993).

A fibra apresenta-se como função estrutural para as plantas, sendo dividida em celulose (insolúvel em água, álcool ou ácidos diluídos), hemicelulose (constituída de arabinosilanos, ligações mistas de beta-glucanos, mananas, galactanas, xiloglucanas e fructanas, que são solúveis em água de forma parcial) e a pectina (constituída de ácidos poligalacturônicos, onde podem ser substituídos por arabinanas e arabinogalactanas, que são solúveis em água de forma parcial) (CHOCT, 1997).

De acordo com a sua classificação, os PNA's podem ser solúveis e insolúveis. Existem compostos insolúveis no tecido dos alimentos da casca da cevada e o pericarpo do milho, trigo e centeio, que estão na forma de arabinosilanas, celulose e lignina. Já nas outras camadas, subaleurona e aleurona, encontram-se as glucanas e arabinosilanas solúveis e insolúveis (BACH KNUDSEN, 1997).

A fibra solúvel caracteriza-se por dissolver de forma fácil em água, tendo como característica o aumento da viscosidade da digesta no intestino delgado, atrasando o tempo de trânsito gastrointestinal (OWUSU-ASIEDU et al., 2006). Com isso, poderá haver a queda da difusão de partículas no trato digestório, reduzindo o contato enzimas-substrato (CAMPBELL e BEDFORD, 1992), comprometendo a digestibilidade dos nutrientes, tendo um menor aproveitamento e como consequência a redução do consumo de ração com elevada disponibilidade de nutrientes para proliferação de microrganismos (BEDFORD, 1995), que são nocivos (*Escherichia coli*) (MCDONALD et al. 2001)

No intestino grosso, há elevada fermentação da fibra solúvel pelos microrganismos, resultando na formação de gases (SAKOMURA et al., 2014), sendo também um substrato para a microbiota, produzindo ácidos graxos de cadeia curta - AGCC (DIKEMAN; FAHEY JUNIOR, 2006). A fermentação da fibra dietética resulta na produção de acetato, butirato e propionato (Cummings, 1981), contribuindo como energia para os animais, tendo o acetato como estimulante para a lipogênese, o propionato servindo como substrato para a gliconeogênese e o butirato caracterizando-se por ser a principal fonte energética para as células epiteliais e uma melhor saúde do intestino (BINDELLE et al., 2008).

Já os PNA's insolúveis podem levar à perda de células epiteliais, elevando a produção de secreções gástricas, pancreáticas e biliares, de muco e água. Isso ocorre porque esses polissacarídeos podem ocasionar a irritação da mucosa intestinal por desgaste mecânico (VAREL e YEN, 1997). As principais características da fibra dietética insolúvel são o aumento das concentrações enzimáticas no intestino, a influência nas taxas de secreções digestivas e o tempo de trânsito da digesta (CARNEIRO et al., 2008).

Dentre os polissacarídeos da fibra insolúvel, apresenta-se a celulose, que não é dissolvida em água. A celulose caracteriza-se por reduzir o tempo do trânsito do alimento no trato gastrintestinal, tendo como consequência a redução do aproveitamento dos nutrientes e o aumento da capacidade de retenção de água (MONTAGNE et al., 2003). Esta fibra não altera de forma significativa a viscosidade intestinal, quando fornecidas em pequenas quantidades (SMITS; ANNISON, 1996). A fibra insolúvel atua na melhora da digestibilidade de nutrientes ou na regulação do consumo (HETLAND et al., 2004).

O consumo de fibras e sua consequente fermentação podem ter efeitos fisiológicos benéficos para o animal, e relacionando estes pontos positivos à ausência de distúrbios gastrointestinais (GOMES, 2012). Pode-se obter substrato no intestino grosso para fermentação microbiana a partir da digestão dos componentes dietéticos da fibra. Os produtos resultantes desta fermentação são os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) (BUDINO et al., 2015).

A fibra é um componente que quando utilizado em elevada quantidade na alimentação de animais não ruminantes pode ocasionar limitação da produtividade animal. Para suínos, é importante colocar nas rações fibra dietética, pois esta reduz o estresse causado pelo fornecimento de alimentação limitada para os animais de gestação. É indicado também para animais na fase de terminação, pois pela exigência do mercado atual, há uma maior importância de produção de animais que apresentem menor teor de gordura subcutânea e maior quantidade de carne magra (WESENDONCK, 2012).

A fração fibrosa do alimento não sofre digestão enzimática, ficando como substrato para a fermentação dos microrganismos. A utilização de fibra na alimentação dos leitões após o desmame pode ser uma via de modulação da microbiota do intestino (MOLIST et al, 2009). Segundo Whitney et al. (2006), a fibra apresenta algumas características benéficas tais como estímulo da motilidade intestinal, aumento das taxas de secreções, tanto gástricas quanto intestinais, além do *turnover* dos enterócitos.

Os AGCC formados a partir da fermentação podem influenciar positivamente as funções e a estrutura do intestino. A partir disso, a utilização de fibra na dieta de leitões pode diminuir a incidência de diarreias infecciosas e ajudar na reidratação dos animais (MONTAGNE et al, 2003).

Pelo fato de não apresentarem trato gastrintestinal totalmente desenvolvido, os suínos mais jovens não aproveitam o alimento fibroso tão bem quando comparados aos animais adultos e apresentam uma menor população microbiana. Esses animais possuem uma boa capacidade de adaptar a flora gastrintestinal às dietas contendo fibras, tendo em vista que a

intensidade de degradação da fibra se dá a partir de sua composição química e origem (TEIXEIRA, 1995).

Uma das alternativas para melhorar a saúde de leitões após o desmame é a utilização de ingredientes fibrosos. Há benefícios para as populações microbianas do trato digestório, influenciando a imunidade (PETTIGREW, 2008). Com a utilização de fibra dietética na alimentação, torna-se possível o uso do excesso de nitrogênio não absorvido para aumentar a microbiota e não sendo fermentado e aproveitado como fonte de energia (HOUDIJK, 1998).

2.5 Produção da Mandioca Nacional

O Brasil apresentou uma produção menor nos últimos anos, representando cerca de 21 milhões de toneladas no ano de 2013. Atualmente, no Brasil se produz cerca de 75% de produção de mandioca da América do Sul. Em 2014/2015, houve um aumento na safra de 14%. Contudo, está longe de alcançar o nível de 1970, onde colheu 30 milhões de toneladas de raiz. O motivo da oscilação da produção no Brasil de mandioca deve-se ao fato de ocorrer redução no consumo animal, a adversidade do clima no Nordeste e preços baixos. A falta do mercado externo para adquirir a mandioca do Brasil dificulta a comercialização, já que o aumento da produção e do consumo interno não consegue absorver este excedente. Este é um dos fatores que levam à queda nos preços e conseqüentemente há diminuição do plantio para a próxima safra. O Brasil vem subindo de patamar, contudo faltam espaços no mercado internacional para competir com os produtos da Tailândia, representando cerca de 85% do comércio do mundo. O Brasil atualmente encontra-se em 2º lugar de maior produtor de mandioca do mundo, perdendo apenas para Nigéria (SEAB/DERAL, 2016).

Em 2015, a produção foi de 24.108 milhões de toneladas no Brasil. O Nordeste, em condições de clima normais, corresponde a cerca de 35% da produção nacional, com destaque para os Estados da Bahia, Maranhão e Ceará, que simbolizam em média 70% da produção desta região. As duas últimas safras na região Norte equivalem 35% de mandioca no Brasil, com destaque para o Estado do Pará, que é o líder da produção há vários anos no país, e representa o maior consumo “per capita” de farinha, estimado em 35 kg / ano. Na região Sudeste, destaca-se o Estado de São Paulo, com a produção 22.100 kg/ha, com 5,5% da produção nacional. Na região centro-oeste, há destaque para o Mato Grosso do Sul, com cerca de 22.000 kg/ha, com 4,0% da produção do país (SEAB/DERAL, 2016). Representando 24% da produção nacional de raiz, está a região Sul, e representa 16,5% da produção nacional, equivalente a 25.641 kg/ha e aumentando cada vez mais o seu parque industrial,

principalmente o de fécula. Nesta região, o principal produtor é o Paraná, correspondendo a cerca de 70% da região agrícola da Região Sul, e corresponde com aproximadamente 70 a 75% do volume de fécula do Brasil. Hoje, o Estado do Paraná tem 40 fecularias e cerca de 70 indústrias de farinha, estando em sua maioria nos Núcleos Regionais de Paranavaí, Campo Mourão, Toledo e Umuarama (SEAB/DERAL, 2016).

Estima-se para 2016 que a produção de mandioca chegue ao 23,7 milhões de toneladas, significando um aumento de 4,2% em comparação a 2015. A produção deve aumentar 11,8% na Região Norte, com destaques para o Pará (+3,1%), Amazonas (+100,0%), Amapá (+5,2%), Acre (+3,1%) e Roraima (+0,9%) e aumento de 9,0% na Região Nordeste, com destaques para Piauí (+59,2%), Ceará (+70,4%), Paraíba (+22,7%) e Bahia (+13,0%). A estimativa da produção em 2016 é devido ao aumento do plantio em alguns Estados da Região Norte, devido um menor investimento nas lavouras de mandioca em relação às outras espécies agrícolas econômicas e de um clima melhor na Região Nordeste (IBGE, 2016).

2.6 A mandioca e sua industrialização

A mandioca (*Manihot sculenta* Crantz) é originária do nordeste brasileiro, e antes da colonização do Brasil já havia seu cultivo (TELLES, 1995). É um alimento que quando colhido deterioriza-se rapidamente (aproximadamente 60% de umidade). Este alimento torna-se de uso duradouro como produtos desidratados. Uma alternativa de diminuir a possibilidade de proliferação de microrganismos é reduzindo a umidade das raízes, conseqüentemente reduzindo a chance de decomposição do produto. Os vários tipos de farinha de mandioca, o amido utilizado de forma caseira e industrial e a raspa na alimentação animal são exemplos de produtos desidratados (FERREIRA NETO et al., 2003).

É considerada uma alternativa de alimento fornecida para os animais de forma fresca, seca ao sol sob forma de raspa de raiz, feno de ramas e ensilada. É interessante utilizar, após a colheita, na forma de raspa e silagem, resultando em uma maior eficiência e vantagem na concentração dos nutrientes. A mandioca tem grande importância como matéria prima industrial para a produção de farinha e a extração de fécula (amido). Os subprodutos da mandioca são formados a partir do processo tecnológico adotado. A qualidade juntamente com a quantidade dos subprodutos varia por fatores como cultivar, idade da planta, tempo após colheita, tipo e regulagem do equipamento industrial. Exemplos de subprodutos são as cascas, entrecasas, descarte e farelos (SAMPAIO e ALMEIDA, 1999).

A mandioca aparece com fonte alimentar para os animais e no momento da colheita têm-se vários implementos, garantindo uma maior rapidez no processo de colheita. E o que leva a ter perdas na produção, e conseqüentemente prejuízos, é por estes implementos danificarem e cortarem parte das raízes (CARDOSO, 2004).

A raiz de mandioca é altamente calórica, produzindo aproximadamente 1500 kcal kg⁻¹. Possui cerca de 60 a 65% de água, sendo rica em energia (30 a 35% de carboidratos e amido) e é uma fonte alternativa de substituição do milho em até 50%, mas apresenta baixa proteína (1 a 2%) e possui vitaminas e minerais em pouca quantidade (MATSURA e FOLEGATI, 2000).

As raízes de mandioca podem ser classificadas, de acordo com suas variedades, em mansas ou bravas, porque apresentam a presença de glicosídeos cianogênicos (Linamarina e Lotaustralina), que sofrem hidrólise, liberando compostos tais como acetona, açúcar e ácido cianídrico (HCN) (NASSAR, 2006). A mandioca possui glicosídeos, atuando como fator antinutricional, já que tem ação tóxica ao organismo do animal. A mansa, doce ou de mesa possui glicosídeo cianogênico menor que 50 mg/kg na polpa fresca. Já a brava, amarga ou venenosa tem valores de HCN maiores do que 100 mg/kg na polpa fresca (CARVALHO, 1986).

Porém, com vários processos utilizados, retira-se o princípio tóxico impedindo os problemas voltados à toxidez (SILVA et al., 2001; CEREDA, 2003). A maceração da raiz é um dos métodos de liberação do HCN, além de outros métodos tais como tempo de exposição ao ar, aquecimento tanto ao sol quanto ao forno. Não ocorrerá intoxicação dos animais utilizando estes métodos, ao menos que as raízes sejam fornecidas frescas aos animais (SOUZA e BOIN 2002). Sugere-se que os animais sejam afetados ao fato de que quando ingerindo a mandioca com HCN, este terá afinidade com o ferro, formando a cianohemoglobina, a partir da interação com a hemoglobina, não tendo o fornecimento adequado de oxigênio para os tecidos dos animais, ocasionando asfixia (MANELLA, 2001).

A mandioca cada vez mais vem ganhando espaço na economia, tendo grande importância como alimento para população e tendo utilidade na fabricação de produtos tais como fécula e derivados. A mandioca apresenta várias vantagens, dentre as quais resistência às condições adversas de ambiente, como solo de baixa fertilidade, déficit hídrico, além de resistência a pragas e doenças (FREITAS e LEONEL 2008).

Porém, os resíduos produzidos no processamento da mandioca, por várias propriedades, ocasionam problemas ambientais, devido à produção em grande quantidade de cascas,

entrecasas e bagaço ou então de forma líquida (manipueira e água vegetal) (CAMARGO et al. 2008).

Com a utilização de matéria prima vegetal, busca-se cada vez mais a formação de subprodutos a partir de resíduos, com o intuito de reduzir os custos nos processos de agroindustrialização dessa matéria prima, valorizando esse sistema de produção. Além de tudo, uma das alternativas de reduzir os problemas de poluição ambiental é utilizando esses resíduos (SAITO et al., 2006).

Silva et al. (2005) afirmam que no fornecimento de resíduos de mandioca na alimentação animal há uma limitação voltada na uniformização da composição do alimento. Isso porque não há tecnologias na indústria processadora, além de não ter condições sanitárias adequadas.

Segundo Marques e Abrahão (2006), animais alimentados com produtos e subprodutos da mandioca não apresentam alteração negativa na qualidade da carne, tornando perfeitamente possível seu uso para alimentação animal, mantendo a qualidade do produto final e reduzindo os custos, já que estes produtos geralmente apresentam valor competitivo.

2.7 Subprodutos da mandioca

Uma ótima alternativa na substituição dos grãos e cereais nas rações é a raiz de mandioca e seus subprodutos, que podem ser fornecidos com algumas restrições para os animais (MICHELAN et al, 2007). Este alimento possui em sua composição aproximadamente 1-2% de proteína, o que o faz ser um alimento constantemente amiláceo (CHARLES et al., 2005).

Existem algumas alternativas de como a raiz de mandioca, após ser processada, pode ser comercializada na alimentação humana. Dentre elas, a forma “in natura”, refrigerada, na forma de fécula, polvilho sagu e tapioca. Já destinados à alimentação animal, têm-se os resíduos industriais como a massa de fecularia, a casca e cepa e a farinha de varredura e também a parte aérea (rama e folhas), que apresenta características de alimento proteico e com elevado teor de carotenoides, dependendo da quantidade de folhas (MARQUES e CALDAS NETO, 2002). Campos Neto e Bem (1995) descrevem que a mandioca pode ser fornecida na alimentação animal, de formas variadas, tais como raízes frescas, cascas, entrecasas, descarte, farelo e raspas.

Nos países em desenvolvimento, a raiz é a parte principal consumida devido ao seu valor nutritivo. Cerca de 80 a 90% do peso total da raiz é representado pelo amido comestível com água (HARRIS e KOOMSON, 2011).

Deve-se atentar ao nível de umidade presente nos produtos da mandioca, tendo como exemplo a farinha de mandioca. Um nível alto de água, maior que 12%, é favorável à proliferação microbiana. É importante manter níveis baixos de água para ter uma maior vida útil (PADONOU et al., 2010).

Da mandioca são utilizadas a raiz e os seus resíduos e sobra ainda a parte aérea da planta (folha e colmo) e estes, por apresentarem bons valores nutritivos, podem ser utilizados como alimento para os animais (MODESTO et al., 2004). As alternativas da utilização desse material, como alimento para os animais, podem ser na forma fresca, feno ou ensilada e a produção da parte aérea atinge cerca de 80% da produção da raiz, sendo 20% deste destinado para o replantio (LEONEL, 2001). A parte aérea da planta apresenta cerca de 14,73% de proteína bruta, e dependendo da espécie e de qual parte aérea foi analisada, pode atingir valores próximos ou iguais a 19% (SOUZA et al., 2011).

A raspa integral ou farinha integral é outro alimento alternativo derivado da mandioca. É importante colocá-las ao sol, com a finalidade de conservá-la, pois estará desidratada e diminuindo a quantidade de ácido cianídrico que contém para evitar intoxicação dos animais quando fornecidas a estes. Vale ressaltar que para regiões de altas temperaturas, e menor umidade relativa, torna-se favorável a produção de raspa integral (CARDOSO e GAMEIRO, 2002).

Em um estudo realizado por Gomez (1991), a raspa de mandioca foi uma ótima fonte de energia na alimentação de leitões, já que apresenta 70 a 80% de amido e tem uma boa digestibilidade. A digestibilidade deste alimento é devido às características físico-químicas, onde haverá uma maior facilidade na eficiência da degradação amilolítica no momento da digestão, sendo ideal e indicado na alimentação de leitões.

Na alimentação dos animais, a principal fonte de energia é o milho, e a busca por outros alimentos alternativos para formulação de rações de suínos tem se tornado frequente. Um desses alimentos alternativos ao milho, e que pode levar a uma redução nos custos da alimentação devido às suas características semelhantes, é a mandioca (MAZZUCO e BERTOL, 2000).

A mandioca e seus subprodutos mostram uma enorme variação na sua composição bromatológica, apresentando elevados teores de carboidratos não- estruturais, amido, e baixa quantidade de proteína bruta (RAMALHO et al., 2006). Muitos dos subprodutos da mandioca

são fornecidos para os animais. Dentre eles tem-se o resíduo industrial de fecularia da mandioca (RIFM). Este resíduo é formado a partir da extração da fécula da mandioca, o qual apresenta em torno de 92,66% de matéria seca (MS), 1,32% de proteína bruta (PB), 10,67% de fibra bruta e 6,63% de cinza, e os valores de a energia digestível ($2753 \text{ kcal kg}^{-1}$) e metabolizável ($2621 \text{ kcal kg}^{-1}$) para suínos, são valores inferiores aos do milho (EMBRAPA, 1991).

O trabalho realizado por Oliveira (2005), utilizando raspa integral, com níveis de 0, 12, 24 e 36% para suínos na fase inicial, revelou que até o nível de 36% deste subproduto pode ser incluído na alimentação de leitões sem afetar o desempenho zootécnico.

O armazenamento da raiz de mandioca em anaerobiose diminui o teor de HCN acima de 65% após 29 dias ensilada (SOARES, 2003). Segundo Silva et al. (2010), a inclusão da raiz de mandioca (45%) na ensilagem da parte aérea dessa planta resultou na melhora do processo fermentativo e do valor nutricional das silagens (redução dos níveis de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e lignina)

2.8 Coproduto Desidratado de Mandioca

Coproduto é o material obtido a partir da industrialização ou processamento secundário de produtos agrícolas, pecuários e florestais. É de grande importância a utilização desse termo para evitar que o alimento seja considerado algo descartável ou desprezível ou de contaminante para o ambiente (FERREIRA, 2005).

Outro produto resultante da industrialização da mandioca é o bagaço ou resíduo da extração da fécula também conhecida como massa de fecularia. Caracteriza-se por ser um produto da indústria da fécula, originado a partir da prensagem para extrair a fécula ou amido da mandioca por via úmida (BERTOL e LIMA, 1999).

A constituição do bagaço de mandioca é de matéria fibrosa da raiz e possui certa quantidade do amido que não foi possível ser retirado no processamento. A origem deste material se dá pela separação da fécula (RODRIGUES et al. 2011). Segundo Teixeira (1998), a importância do uso do bagaço de mandioca é que este só é utilizado em substituição ao milho como fonte de energia, já que apresenta baixa proteína.

Um dos empecilhos que limita a utilização da massa de fecularia é que esta possui alto teor de umidade, o que facilita sua deterioração, e dificulta sua conservação, tornando seu uso limitado. Uma alternativa de conservação e transporte deste produto é a sua secagem, viabilizando sua utilização (CALDAS NETO et al., 2000). A secagem é uma alternativa

apropriada tanto para a conservação quanto uma diminuição dos transportes, resultando em um produto de boa qualidade e que pode ser fornecido aos animais (FERNANDES, 2015).

Com relação aos custos, a massa de fecularia seca apresenta-se mais cara em relação à massa úmida por causa dos custos com a secagem do material, contudo pode ser de fácil uso, pois é incluída em misturas concentradas (CALDAS NETO et al., 2000). Um fator determinante para a limitação deste coproduto na alimentação animal em grande quantidade é devido ao difícil manuseio e carência de equipamentos próprios para o seu uso (GONÇALVES et al. 2014).

Segundo Broch (2016), o resíduo desidratado de fecularia de mandioca apresenta a composição química de Matéria Seca (89,86%); Proteína Bruta (0,98%); Energia Bruta (3519 kcal kg⁻¹); Fibra em Detergente Neutro (27%); Fibra em Detergente Ácido (19,5%).

Em outro trabalho onde utilizaram bagaço de mandioca para frangos de corte, Sousa et al. (2012) recomendaram usar 4,84% para a fase inicial e 20% para fase de crescimento sem afetar negativamente o desempenho.

O Coproduto Desidratado da Mandioca caracteriza-se por apresentar elevados teores de fibra e energia, o que sugerem que este coproduto pode ser utilizado na ração animal, por possuir um bom valor nutricional, desde que comprovada ausência de substâncias tóxicas ou alergênicas. Entretanto, a presença do alto conteúdo de componentes da parede celular pode ser um limitante em sua utilização na alimentação de monogástricos.

3. REFERÊNCIAS

- ABIPECS - Associação Brasileira da Indústria Produtiva Exportadora de Carne Suína. **Estatísticas** [2015]. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br/pt/estatisticas/mercado-interno.html>> Acesso em: 22 de novembro de 2015.
- ALBUQUERQUE, D.M.N.; LOPES, J.B.; Klein Junior, M.H.; Merval R.R.; Silva F.E.S.; Teixeira, M.P.F. Resíduo desidratado de cervejaria para suínos em terminação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.63, n.2, 2011.
- BATTERHAM, E.S. Protein and energy relationships for growing pigs. In: COLE, D.J.A.; WISEMAN, J.; VARLEY, M.A. (Eds.) **Principles of pig science**. Nottingham: Redwood Books, 1994. p.107-21.
- BACH KNUDSEN, K. E. Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. **Animal Feed Science and Technology**, v.67, p.319-338, 1997.
- BEDFORD, M. R. Mechanism of action and potential environmental benefits from the use of feed enzymes. **Animal Feed Science and Tecnology**, Amsterdam, v.53, n.2, p.145-155, 1995.
- BERTOL, T. M. e LIMA, G.J.M.M. Níveis de Resíduo Industrial de Fécula da Mandioca na Alimentação de Suínos em Crescimento e Terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.2, p.243-248, 1999.
- BINDELLE, J.; LETERME, P.; BUILDING, A. Nutritional and environmental consequences of dietary fiber in pig nutrition: a review. **Biotechnology Agronomy Society and Environment**, Belgium, v.12, n.1, p.69-80, 2008.
- BROCH, J. **Resíduo Seco de Fecularia na Alimentação de Frangos de Corte Alimentados cou não com Caboidrases**. Dissertação (Mestrado). Mestrado em Zootecnia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon- PR, 56p, 2016.
- BUDINO, F. E. L.; PREZZI, J. A.; RODRIGUES, D. J.; et al. Desempenho e digestibilidade de leitões alimentados com rações contendo feno de alfafa e frutoligossacarídeo na fase inicial¹. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.16 n.4, 2015.
- BUITRAGO, A. La yucaenlaalimentacion animal. [S.l.]: **Centro Internacional de Agricultura Tropical**, 1990. 446p.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: Agros Comunicação, 2010. 430p.
- CALDAS NETO, S.F.; ZEOULA, L.M.; BRANCO, A.F.; et al. Mandioca e Resíduos das Farinhas na Alimentação de Ruminantes: pH, Concentração de Amônia e Eficiência Microbiana. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000.

- CAMARGO K. F.; LEONEL M.; MISCHAN M. M. Produção de biscoitos extrusados de polvilho azedo com fibras: efeito de parâmetros operacionais sobre as propriedades físicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.3, p.586-591, 2008.
- CAMPBELL, G. L.; BEDFORD, M. R. Enzyme applications for monogastric feeds: a review. *Canadian Journal of Animal Science*, v.72, p.449-466, 1992.
- CAMPOS NETO, O; BEM, C. H. W. Mandioca. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS (6.: 1995: Piracicaba). **Anais...** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, p.215-228, 1995.
- CARDOSO, C. E. L. **Restrições à Melhoria da Competitividade da Cadeia Agroindustrial de Fécula de Mandioca**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMP, 2004. (Documentos 145).
- CARDOSO, C. E. L.; GAMEIRO, A. H. **Adição de derivados da mandioca à farinha de trigo: algumas reflexões**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002 (Texto para discussão).
- CARNEIRO, M. S. C.; LORDELLO, M. M.; CUNHA, L. F.; FREIRE, J. P. B. Effects of dietary fibre source and enzyme supplementation on faecal apparent digestibility, short chain fatty acid production and activity of bacterial enzymes in the gut of piglet. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.146, p.124-136, 2008.
- CARVALHO, J.L.H. 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: CNPMP, EMBRAPA, 1986. p.92.
- CASTRO, V. S.; BERTO, D. A.; NETO, M. A. T et al. Formulação de rações para leitões com base nos nutrientes digestíveis da silagem de grãos úmidos de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.1914-1920, 2009.
- CEREDA, M. P. Processamento da mandioca como mecanismo de detoxificação. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosos amiláceos**. São Paulo: 3.ed. Fundação Cargill, 2003. p.47-81.
- CHARLES, A.L.; SRIROTH, K.; HUANG, T.C. Proximate composition, mineral contents, hydrogen cyanide and phytic acid of 5 cassava genotypes. **Food Chemistry** v.92, p.615-20, 2005.
- CHOCT, M. **Feed non-starch polysaccharides: chemical structures and nutritional significance**. [S.l.]: Feed Milling International, 1997. p. 13-26.
- COSTA, F.G.P.; GOULART, C.C.; COSTA, J.S.; et al. Desempenho, qualidade de ovos e análise econômica da produção de poedeiras semipesadas alimentadas com diferentes níveis de raspa de mandioca. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.31, n.1, p.1318, 2009.

- CUMMINGS, J. H. Short-chain fatty acids in the human colon. **Gut**, London, v.22, n.9, p.763-779, 1981.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (Concórdia, SC). **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3.ed. Concórdia, 1991. 97p. (Embrapa-CNPSA. Documentos, 19).
- FERNANDES, T.; ZAMBOM, M. A. CASTAGNARA, D. D. et al. Use of dried waste of cassava starch extraction for feeding lactating cows. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, v.87, n.2, p.1101-1111, 2015.
- FERREIRA NETO, C. J.; FIGUEIREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Avaliação físico-química de farinhas de mandioca durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.5, n.1, p.25-31, 2003.
- FERREIRA, A. C. H. **Valor nutritivo de silagens à base de capim elefante com níveis crescentes de subprodutos agroindustriais de abacaxi, acerola e caju**. Tese (Doutorado)- Doutorado em Ciência Animal. Escola de Veterinária, Universidade federal de Minas Gerais, Belo Horizonte- MG. 157p, 2005.
- FERREIRA, A.H.C.; LOPES, J.B.; ABREU, M.L.T.; et al. Raspa integral de mandioca para frangas de um a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal [Online]**, v.13, n.1, p.160-172, 2012.
- FERREIRA, R.A.; FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F. **Criação técnica de suínos**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2004. 59p.
- FERREIRA, A. H. C., LOPES, J. B., ABREU, M. L. T. D. et al. Whole scrapings of cassava root in diets for broilers from 1 to 21 days of age. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.36, n.4, p.357-362, 2014.
- FIGUEIREDO, A. V.; ALBUQUERQUE, D. M. N; LOPES, J. B.; et al. Feno da rama de mandioca para suínos em terminação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.13, n.3, p.791-803, 2012.
- FREITAS, T. S.; LEONEL, M. Amido resistente em fécula de mandioca extrusada sob diferentes condições operacionais. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.19, n.2, p.183-190, 2008.
- GOMES, T.R.; CARVALHO, L.E.; FREITAS, E.R.; et al. Efeito da inclusão de farelo de arroz integral em rações para leitões de 21 a 42 dias de idade. **Archivos de Zootecnia**. v.61, n.233, 2012.
- GÓMEZ G G. Use of cassava products in pigs feeding. **Pig News and Information**, 1991. 12, p.387-390.
- GONÇALVES, J. A. G.; ZAMBOM, M.A.; FERNANDES, T. et al. Composição químico-bromatológica e perfil de fermentação da silage de resíduo úmido de fécula de mandioca. **Bioscience Journal**, v.30, n.2, p.502-511, 2014.

- HARRIS, M. A.; KOOMSON, C. K. Moisture-Pressure Combination Treatments for Cyanide Reduction in Grated Cassava. **Journal of Food Science** 76 (1): T20–T24, 2011.
- HARVATINE, K. J.; ALEEN, M. S. Effects of Fatty Acid Supplements on Milk Yield and Energy Balance of Lactating Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, n.89, p.1081- 1091, 2006.
- HETLAND, H.; CHOCT, M. SVIHUS, B. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, Beekbergen , v.60, n.4, p.415-422, 2004.
- HOUDIJK, J. G. M. **Effects of non-digestible oligosaccharides in young pig diets**, 1998. Ph.D. Diss., Wageningen Univ, Wageningen, Netherlands.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estatística de Produção**. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Comentarios/lspa_201601comentarios.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Comentarios/lspa_201601comentarios.pdf). IBGE, 2016. Acesso em: 10 de abril de 2016a.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estatística da Produção Pecuária**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/a-bate-leite-couro-ovos_201504_publ_completa.pdf. IBGE, 2016. Acesso em: 23 de maio de 2016b.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estatística da Produção** http://novosite.ururau.com.br/ururaurural/f50ca47dbf7d1606b672bb149c3d7f509a1ab8a8_ibge_e_bolsas_de_suinos_comprovam_bom_momento_da_suinocultura. IBGE, 2016. Acesso: em 20 de abril de 2016c.
- LEONEL, M. O **Farelo, Subproduto da Extração de Fécula de Mandioca**. In: CEREDA, M.P. Manejo, Uso e Tratamento de Subprodutos da Industrialização da Mandioca. v.4, Fundação Cargill, 2001, p.211-216.
- MANELLA, M. Q. **Subprodutos da mandioca**. Capítulo 4 do Primeiro Curso Online Manual Prático de Utilização de Alimentos Alternativos na Alimentação de Ruminantes. 2001. Curso Oferecido pelo site Milk Point.
- MARQUES, J. A.; ABRAHÃO, J. J dos S. **Mandioca e seus resíduos na alimentação de ruminantes e qualidade da carne**. Maringá, PR: IAPAR, 2006.
- MARQUES, J.A.; CALDAS NETO, S.F. **Mandioca na alimentação animal: parte aérea e raiz**. Campo Mourão: Centro integrado de Ensino Superior, 2002, p.28.
- MATSURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S. Produtos. In: MATTOS, P. L. de; GOMES, J. de C. (Coord.). **O cultivo da mandioca**. Cruz das almas, BA: EMBRAPA-CNPMPF, 2000. p.83- 91. (EMBRAPA-CNPMPF. Circular Técnica, 37).

- MAZZUCO, H.; BERTOL, T.M. **Mandioca e seus subprodutos na alimentação de aves e suínos**. Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 2000. 30p. (Circular Técnica, 25).
- McDOUGALL, G. J.; MORRISON, I. M.; STEWART, D.; et al. Plant fibres: chemistry and processing for industrial use. **Journal Science Food and Agriculture, London**, v.62, n.1, p-120, 1993.
- MICHELAN, A. C.; SCAPINELLO, C.; FURLAN, A. C; et al. Utilização da raspa integral de mandioca na alimentação de coelhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.5, 2007.
- MODESTO, E.C., SANTOS, G.T., VILELA, D. et al. Caracterização químico - bromatológica da silagem do terço superior da rama de mandioca. **Acta Scientiarum**. v.26, n.1, p.137-146, 2004.
- MONTAGNE, L.; PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.108, p. 95-117, 2003.
- MOLIST, F; SEGURA, A. G.; GASA, J. et al. Effects of the insoluble and soluble dietary fibre on the physicochemical properties of digesta and microbial activity in early weaned piglets. **Animal Feed Science and Tecnology**, Amsterdam, v.149, n.3-4, p.346-353, 2009.
- NETO, M. A. T.; BARBOSA, H. P.; PETELINCAR, I. M.; et al. Dietas para Leitões nas Fases de Creche e Diferentes Idades ao Desmame. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.687-695, 2002.
- NRC. NATIONAL RESERCH COUNCIL. Nutrients requirements of swine. 20. ed. Washington D.C.: **National Academy Science**, 2012.
- OLIVEIRA, T. E. S.; **Efeito da Inclusão de raspa integral de mandioca e formas de arraçoamento sobre o desempenho de leitões na fase inicial**. Dissertação (Mestrado). Mestrado em Zootecnia. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza- CE, 60p, 2005.
- OWUSU-ASIEDU, A.; PATIENCE, J. F.; LAARFELD, B.; et al. Effects of guar gum and cellulose on digesta passage rate, ileal microbial populations, energy and protein digestibility, and performance of grower pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.84, n.8, p.843-852, 2006
- PADONOU, S.W.; NIELSEN, D.S.; AKISSOE, N.H.;et al. Development of starter culture for improved processing of Lafun, na African fermented cassava food product. **Journal of Applied Microbiology** v.109, n.4, p.1402–1410, 2010.
- PETTIGREW, J. E. Ingredientes alimentares que melhoram a saúde. **Revista Porkworld**, v.46, p.278- 283, 2008.
- PIVA, J. H. et al. Gerenciamento da produção em um novo cenário mundial de custo de alimento. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA; SEMINÁRIO

- TÉCNICO DE MANEJO E PRODUÇÃO, 4., 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Animal World, 2008. p.526-531.
- RAMALHO, R. P. **Raspa de Mandioca na Alimentação de Vacas Leiteiras**. Tese (Doutorado). Doutorado em Zootecnia. Universidade Federal da Paraíba, Campus Areia-PB. 64p. 2005.
- RAMALHO, R. P.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; et al. Substituição do milho pela raspa de mandioca em dietas para vacas primíparas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p. 1221-1227, 2006.
- RODRIGUES, J. P. M.; CALIARI, M.; ASQUIERI, E. R. Caracterização e análise sensorial de biscoitos de polvilho elaborados com diferentes níveis de farelo de mandioca. **Ciência Rural**, v.41, n.12, p.2196-2202, 2011.
- ROSTAGNO, H. S.; BÜNZEN, S.; SAKOMURA, N. K. et al. Avanços metodológicos na avaliação de alimentos e de exigências nutricionais para aves e suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, 2007.
- SAITO, I.; CABELO, C.; FUKUSHIMA, R. S. Análise da Fibra Residual do Farelo de Mandioca após o Tratamento. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v.2, n.1, p.1-11, 2006.
- SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P. et al. **Nutrição de Não Ruminantes**. Jaboticabal-SP - FUNEP, 678p, 2014.
- SAMPAIO, A. O.; ALMEIDA, P. A. **Como utilizar mandioca integral na alimentação animal**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA- CNMF, 1999. p.112-120.
- SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DERAL - **Departamento de Economia Rural**. Análise da Conjuntura Agropecuária Mandioca-Safra 2015/2016. SEAB, 2016. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2016/mandioca_2015_16.pdf. Acesso em : 14 de Março de 2016.
- SILVA, M.J.; ROEL, A. R.; MENEZES, G.P. **Apontamento dos cursos: Cultivo da mandioca e derivado – Engorda de frango caipira**. 2001. Campo Grande- MS, p.100.
- SILVA, C.F.P.G.; PEDREIRA, M.S.; FIGUEIREDO, M.P. de; BERNARDINO, F.S.; FARIAS, D.H.. Qualidade fermentativa e caracterização químico-bromatológica de silagens da parte aérea e raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.32, n.4, p.401-408, 2010.
- SILVA, R. R.; SILVA, V.; SILVA, F.F.; et al. Resíduo de mandioca na alimentação de ruminantes. **Revista Electrónica de Veterinária**, v. 6, n. 10, 2005. Acessado em: 10 de março de 2016.
- SILVEIRA, R. N.; BERCHIELLI, T. T.; FREITAS, D. et al. Fermentação e degradabilidade ruminal em bovinos alimentados com resíduo de mandioca e cana de açúcar ensilados com

- polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.793- 801, 2002.
- SMITS, C. H. M.; ANNISON, G. Non starch plant polysaccharides in broiler nutrition towards a physiology valid approach to their determination. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v.52, n.2, p.203-221, 1996.
- SREEJA, V.G.; LEELAMMA, S.. Cassava diet — A cause for mucopolysaccharidosis. **Plant Foods for Human Nutrition**, Trivandrum, v.57, n.2, p.141-150, 2002.
- SOARES, J.G.G. [2003]. **Silagem de mandioca**: uma excepcional forragem. Disponível em: <http://www.cpatia.embrapa.br/artigos/manicoba.html>. Acesso em: 02/05/2016.
- SOUZA, A. A.; BOIN, C. Mandioca: **Uma boa alternativa para substituir o milho na alimentação de bovinos de corte**. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br/bn/radar/estecnicos/artigo.asp>>
- SOUSA, J. P. L.; RODRIGUES, K. F; ALBINO, L. F. T; et al. Bagaço de mandioca em dietas de frangos de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.13 n.4, 2012.
- SOUZA, A.S.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; MOTA, A.D.S.; et al.. Valor nutricional de frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* [Online], v.12, n.2, p.441-455, 2011.
- TAKAHASHI, M.; GONÇALO, S. **A Cultura da Mandioca**. Ed. Olímpica: Paranavaí. 2005. 116p.
- TELLES, F.F.F. Toxicologia Crônica da Mandioca (*Manihote sculenta* Crantz) na África e América Latina. **Revista Brasileira de Mandioca**, v.14. n.1/2. p.107-116. 1995.
- TEIXEIRA, A. S. **Alimentos mais comuns para a alimentação animal** In: Alimentos e alimentação dos animais. 4. ed. Lavras: UFLA/FAEPE, cap13, p.213-214, 1998.
- TEIXEIRA, E. W. **Utilização de alimentos fibrosos pelos suínos**. *Zootecnia*, v.33, n.1, p. 19-27, 1995.
- VAREL, V. H.; YEN, J. T. Microbial perspective on fiber utilization by swine. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2715-2722, 1997.
- WESENDONCK, W. R. **Valor Nutricional de Diferentes Subprodutos do Trigo para Suínos em Crescimento**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 81p, 2012.
- WHITNEY, M. H.; SHURDON, G. C.; GUEDES, R.C. Effects of dietary inclusion of distillers dried grains with soluble, soybean hulls, or a polyclonal antibody product on the ability of growing pigs to resist a *Lawsonia intracellularis* challenge. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.84, n.7, p.1880-1889, 2006.

ZEN, S.; ORTELAN, C. B.; IGUNA, M. D. CNA- **Canal do Produtor**. Suinocultura Brasileira no Cenário Mundial. Disponível em: maio de 2015<[http://www.canaldoprodutor.com.br/sites/default/files/Ativos-Suinocultura n1.pdf](http://www.canaldoprodutor.com.br/sites/default/files/Ativos-Suinocultura%20n1.pdf)>Ano 1 - Edição 1. Acesso em: 14 de abril de 2016.

4. COPRODUTO DESIDRATADO DE MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES NA FASE INICIAL

RESUMO

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o valor nutricional do Coproduto Desidratado de Mandioca (CDM) e seus efeitos no desempenho e nas variáveis sanguíneas de leitões alimentados com diferentes níveis do coproduto desidratado de mandioca. No experimento I, realizou-se um ensaio de digestibilidade e foram utilizados 30 leitões híbridos com média de 18,00 (0,673) kg de peso inicial (PI), alojados individualmente em gaiolas de metabolismo, e distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 5 tratamentos, 6 repetições e um animal por unidade experimental. Uma ração referência foi formulada para atender as exigências nutricionais da categoria e diferentes níveis do CDM (6, 12, 18 e 24%) foram utilizados para substituir a ração referência, compondo os tratamentos. No experimento II foram utilizados 120 leitões (60 machos inteiros e 60 fêmeas) com peso vivo inicial de 13,05 (1,59) kg e peso médio final de 26,03 (3,46) kg, distribuídos em delineamento experimental em blocos casualizados, com 5 tratamentos, 6 repetições e 4 animais por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de cinco rações com níveis crescentes de inclusão (0, 3, 6, 9 e 12%) do Coproduto Desidratado da Mandioca (CDM). As rações à base de milho e farelo de soja foram formuladas para atender ao recomendado para suínos na fase inicial. Os dados foram submetidos à análise estatística e, ao apresentar diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Dunnet a 10% de significância. No ensaio de digestibilidade, foram encontrados os valores de Energia Digestível e Energia Metabolizável do CDM de 3022 e 2984 kcal kg⁻¹ na matéria natural, respectivamente. Não houve efeito ($P>0,10$) de níveis de inclusão de CDM sobre o peso final e ganho diário de peso, no entanto observou-se efeito ($P<0,10$) dos níveis de CDM sobre o consumo diário de ração e conversão alimentar. O uso do coproduto desidratado de mandioca pode ser uma alternativa energética para rações de leitões na fase inicial, sendo que a inclusão de 2,56% deste coproduto promoveu o máximo consumo de ração.

Palavras-chave: digestibilidade, desempenho, suínos, alimento alternativo

4. CASSAVA DEHYDRATED COPRODUCT FOR PIGLETS IN THE INITIAL PHASE

ABSTRAT

The objective of this research was to evaluate the nutritional value of Cassava Dehydrated Coproduct (CDC) and its effects on performance and blood variables of piglets fed different levels of CDC. In the first experiment, a digestibilidad test was carried out and 30 hybrid pigs averaging 18 (0.673) kg of initial weight (IW) were individually housed in metabolic cages and distributed in a completely randomized experimental design, with five treatments, 6 replicates and one animal per experimental unit. A basal diet was formulated to meet the nutritional requirements of the category and different levels of CDM (6, 12, 18 and 24%) were used to replace the reference diet, making the treatments. In the second experiment 120 piglets (60 males and 60 females) with initial weight of 13.05 (1.59) kg and final average weight of 26.03 (3.46) kg were distributed in experimental design of randomized blocks, with five treatments, six replicates and four animals per experimental unit. The treatments consisted of five diets with increasing levels of inclusion (0, 3, 6, 9 and 12%) of CDC. The corn and soybean meal based feed was formulated to meet the requirements for pigs in the initial phase. Data were subjected to statistical analysis and to present significant differences, the averages were compared by Dunnet test at 10% significance level. The digestibility assay revealed values of digestible energy and metabolizable energy of 3022 and 2984 kcal kg⁻¹, respectively, in the natural matter of CDC. There was no effect (P>0.10) of CDC inclusion levels on final weight and average daily gain, however there was effect (P<0.10) of CDC levels on daily feed intake and feed conversion. The use of the CDC can be an alternative of energy source to feed piglets in the initial phase, and the inclusion of 2.56% of coproduct promoted maximum feed intake.

Key-words: nutrition, alternative food, pig farming

4.1 Introdução

Na produção de suínos, cerca de 70 a 80% do custo de produção está voltada à alimentação animal, onde a maior parte da fonte energética é provida do milho seco moído, tendo como consequência a elevação do custo das rações. Com isso, é interessante a busca de alimentos que visem otimizar os aspectos tanto produtivo quanto econômico, sem comprometer o desempenho zootécnico animal (SILVA et al., 2008). O uso de alimentos alternativos visa substituir o milho e o farelo de soja, buscando reduzir os custos sem alterar negativamente o desempenho animal (QUADROS et al., 2008).

Um aspecto importante na produção animal para formulação de rações é saber o valor nutricional dos alimentos com o intuito de se obter os valores nutritivos para formulação de rações. A partir dessa informação podem ser escolhidos os alimentos que são selecionados pelos leitões, ajudando a formular as rações de forma mais eficiente nas fases críticas (ORIOLE et al., 2009).

Segundo Santos et al. (2005), é importante ter o conhecimento sobre a composição química de cada ingrediente para formulação de rações que visem atender às exigências nutricionais dos suínos por meio dos valores de digestibilidade e disponibilidade dos nutrientes, visando a maximização do desempenho dos animais. A formulação de ração é baseada nas composições de alimentos e de exigências nutricionais brasileiras e estrangeiras. Porém, devido às condições adversas do local de produção, das espécies e variedades de grãos, recomenda-se utilizar as tabelas nacionais, pois comparado aos valores nacionais, pode-se observar que os dados internacionais diferem na composição química e nos valores energéticos.

Ramalho et al. (2006) destacam a utilização de alimentos regionais, combinando a outros com características digestivas diferentes dos outros componentes em substituição parcial ou total de alimentos convencionais por uma busca e necessidade de uma formulação de dietas que se tornem viável economicamente. Na exploração de animais de alta produção, deve-se ter maior atenção na utilização de fontes de amido, pois para que possam expressar melhor seu potencial genético devem receber, em sua dieta, níveis elevados de energia, para que possam expressar ao máximo seu potencial genético.

Na alimentação animal, a mandioca pode ser uma interessante alternativa parcial ou total ao milho, evidenciando que este alimento, é de grande importância como fonte de energia, para as diferentes fases do ciclo de produção (BUTOLO, 2010). A mandioca e seus subprodutos apresentam características de alimentos que podem ser fornecidos na alimentação

animal. Estes apresentam elevado teor de matéria seca, sendo energético, fibroso, pobre em proteína, vitaminas e minerais (ALMEIDA e FERREIRA FILHO, 2005).

A mandioca possui uma elevada concentração de polissacarídeos não amiláceos (PNA's) (FREITAS et al., 2008), sendo que suas características estão diretamente ligadas à redução do tempo de permanência da digesta e adesão de nutrientes. A consequência disso é a redução do aproveitamento dos nutrientes dietéticos (MONTAGNE et al., 2003).

No processo de industrialização da mandioca são gerados diversos produtos e dentre eles um coproduto úmido. Este alimento possui elevado teor de amido e carboidratos e após passar pelo processo de secagem resulta no coproduto desidratado de mandioca. Tem como composição química 9,52% de umidade, 63,85% de amido e 14,88% de fibra bruta (ABRAHÃO et al., 2006). Este alimento pode ser fornecido na alimentação de animais, tais como aves e suínos, pois se apresenta como fonte de amido, sendo considerado um alimento energético e que pode sofrer influência no seu aproveitamento devido à quantidade de PNA's presente no mesmo, requerimentos para carcaça.

Tendo em vista a grande produção de mandioca no Estado do Paraná, e ao escasso conhecimento sobre a inclusão do Coproduto Desidratado de Mandioca na alimentação de suínos, o presente trabalho foi conduzido com o objetivo de determinar o valor nutricional e os efeitos da inclusão do coproduto desidratado de mandioca sobre o desempenho e parâmetros plasmáticos de uréia e glicose de leitões na fase inicial.

4.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura do Núcleo de Estação Experimental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *Campus* de Marechal Cândido Rondon PR, situado na linha Guará. O Coproduto Desidratado da Mandioca (CDM) foi obtido em indústria de fecularia da região, onde foi seco sob pressão de 9 kg h⁻¹ durante 15 a 20 minutos.

A solicitação de autorização para uso de animais em ensino, pesquisa e extensão foi aprovado pelo CEUA/UNIOESTE no protocolo unificado de pesquisa de número 39/15.

Após a secagem e moagem, o material foi amostrado para a determinação da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), energia bruta (EB), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), conforme metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002). A análise de amido foi realizada no laboratório da Fundação ABC seguindo o método enzimático, o qual foi utilizado enzimas

Alfa-amilase e amiloglicosidase e realizamos leituras em espectrofotômetro UV-VIS 520 nm (AOAC, 1990).

Experimento 1- Ensaio de digestibilidade

No ensaio de digestibilidade, foram utilizados 30 leitões híbridos inteiros com média de 18,00 (0,673) kg de peso inicial, os quais foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, em cinco tratamentos, com seis repetições e um animal por unidade experimental. Os animais foram alojados individualmente em gaiolas de metabolismo semelhantes às descritas por Pekas (1968), nas quais permaneceram por 12 dias, sendo sete para adaptação às gaiolas e rações, e cinco dias para coleta de fezes e urina.

Foi formulada uma ração referência (Tabela 1) à base de milho e farelo de soja para atender às exigências estabelecidas por Rostagno et al. (2011). Os tratamentos consistiram de cinco níveis crescentes de substituição da ração referência pelo CDM (6, 12, 18 e 24%).

Os procedimentos como fornecimento das dietas, coleta de fezes e urina foram de acordo com as metodologias descritas por SAKOMURA e ROSTAGNO (2016). Os animais receberam duas refeições diárias, fornecidas no período da manhã, às 08h00 min e no período da tarde, às 15h00 min, sendo a quantidade total diária no período de coleta determinada a partir do período de adaptação, baseado no consumo voluntário e peso metabólico ($PV^{0,75}$) dos animais. Depois de cada refeição, forneceu-se água no comedouros, na proporção de 3mL/g de ração consumida, calculada para cada unidade experimental, para evitar o excesso de consumo de água.

No período de coleta, foi acrescentado nas rações 1% de óxido férrico (Fe_2O_3) para marcar o início e fim da coleta de fezes. No período de coletas, as fezes produzidas diariamente foram pesadas e acondicionadas em sacos plásticos previamente identificados e armazenadas em freezer a $-18^{\circ}C$. Após o período de coleta, foram descongeladas, homogeneizadas e uma amostra composta de 20% de cada unidade experimental foi retirada, seca em estufa de ventilação forçada ($55^{\circ}C$), moída em moinho de facas tipo Willye e armazenada em potes de polietileno para análises de Carboidratos Totais (CHO), Carboidratos Não Fibrosos (CNF), Matéria Seca (MS), Matéria Mineral (MM), Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA), Extrato Etéreo (EE) e Energia Bruta (EB), as quais foram realizadas no laboratório de Nutrição Animal da Unioeste (LANA/Unioeste).

Tabela 1 - Composição centesimal e bromatológica da ração referência no ensaio de metabolismo de leitões na fase inicial

| Ingredientes | Composição centesimal (kg/100 kg) |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| | Quantidade |
| Milho | 66,610 |
| Farelo soja (45%) | 28,718 |
| Fosfato monobásico | 1,369 |
| Óleo de soja | 1,107 |
| Calcário | 1,062 |
| Sulfato de lisina (50,7% lys) | 0,420 |
| Sal comum | 0,400 |
| Premim mineral | 0,100 |
| Premix vitamínico | 0,050 |
| DL-metionina (85%) | 0,089 |
| L-treonina (99%) | 0,075 |
| L-triptofano (99%) | 0,00 |
| Total | 100,00 |
| Composição Calculada | |
| Energia Metabolizável % | 3.230 |
| Proteína Bruta% | 18,345 |
| Lisina Digestível% | 1,093 |
| Metionina + Cistina Digestível % | 0,612 |
| Treonina Digestível % | 0,689 |
| Triptofano Digestível % | 0,197 |
| Cálcio % | 0,768 |
| Fósforo Disponível % | 0,380 |

¹Níveis de garantia/kg do produto (1g do produto/kg de ração): ferro (55,0mg); cobre (11,0mg); manganês (77,0mg); zinco (71,5mg); iodo (1,10mg). ²Níveis de garantia/kg do produto (0,5g do produto/kg de ração): vit. A (6.000.000UI); D3 (1.500.000UI); E (15.000UI); B1 (1,35); B2 (4g); B6 (2g); ácido pantotênico (9,35g); vit. K3 (1,5g); ácido nicotínico (20,0g); vit. B12 (20,0g); ácido fólico (0,6g); biotina (0,08g)

A urina foi coletada diariamente em baldes plásticos contendo 20 mL de HCL 1:1, para evitar volatilização de nitrogênio e proliferação bacteriana. Uma alíquota de 10% foi acondicionada diariamente em garrafas pet e congelada a -18°C. Posteriormente, foram homogeneizadas e retiradas amostras para determinação de energia bruta.

Todas as análises dos alimentos, rações e fezes foram realizadas seguindo os procedimentos da SILVA E QUEIROZ (2002). Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da matéria orgânica (CDMO), da fibra detergente neutro (CDFDN) e da energia bruta (CDEB) e o coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) foram calculados conforme MATTERSON et al. (1965).

Os teores de carboidratos totais (CHO) foram calculados segundo as equações indicadas por Sniffen et al. (1992) em que $CHO = 100 - (\% \text{ Proteína Bruta} + \% \text{ Extrato Etéreo} + \text{Cinzas})$ e os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) pela fórmula $CNF = CHO - FDN$.

Os valores de energia digestível (ED) e metabolizável (EM) foram estimados pela análise de regressão (ADEOLA, 2000) da ED e EM consumida (kcal kg^{-1}) em função consumo de coproduto desidratado de mandioca (kg).

A partir do termômetro analógico, obteve-se a temperatura mínima 29° ($3,21^{\circ}\text{C}$) e máxima 32° ($3,52^{\circ}\text{C}$), o qual estava instalado no centro da sala de metabolismo a altura do lombo dos animais.

Experimento 2- Ensaio de desempenho e parâmetros plasmáticos

Foram utilizados 120 leitões (60 machos inteiros e 60 fêmeas) com peso vivo inicial de 13,05 (1,59) kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos casualizados, com cinco tratamentos, seis repetições e quatro animais por unidade experimental. Os animais foram identificados com brincos numerados e alojados em baias de creche suspensas ($1,32 \text{ m}^2$), com piso de plástico ripado, equipadas de bebedouros do tipo nipple e comedouros semi-automáticos frontais em galpão de alvenaria com piso de concreto e telhas de cerâmica. Dietas e água foram fornecidas *ad libitum* durante todo o período experimental. Foi utilizado um datalogger, com capacidade para 24 medições/dia, para medir a temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do período experimental. A temperatura mínima foi 21 ($5,57$) $^{\circ}\text{C}$ e máxima de 25 ($3,16$) $^{\circ}\text{C}$.

Os tratamentos consistiram de cinco rações com níveis crescentes de inclusão uma ração testemunha (0) e (3, 6, 9 e 12%) do Coproduto Desidratado da Mandioca (CDM). As rações, à base de milho e farelo de soja, foram formuladas para atenderem ao recomendado por Rostagno et al. (2011), para suínos na fase inicial (Tabela 2).

Tabela 2. Composição centesimal e nutricional das rações experimentais com diferentes níveis de inclusão do coproduto desidratado de mandioca na alimentação de suínos na fase inicial (42 a 63 dias de idade).

| Ingrediente (%) | Níveis de inclusão do CDM (%) | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| Milho | 63,918 | 60,109 | 56,301 | 52,492 | 48,683 |
| Farelo soja (45%) | 30,731 | 31,346 | 31,961 | 32,575 | 33,190 |
| Coproduto desidratado de mandioca | 0,00 | 3,000 | 6,000 | 9,000 | 12,000 |
| Óleo de soja | 1,541 | 1,545 | 1,588 | 1,814 | 2,039 |
| Fosfato monocálcico | 1,138 | 1,363 | 1,550 | 1,555 | 1,560 |
| Calcário | 1,091 | 1,062 | 1,033 | 1,004 | 0,975 |
| Premix mineral vitamínico | 0,500 | 0,500 | 0,500 | 0,500 | 0,500 |
| Sal comum | 0,402 | 0,404 | 0,406 | 0,408 | 0,409 |
| Sulfato de lisina (50,7%) | 0,402 | 0,391 | 0,379 | 0,368 | 0,357 |

| | | | | | |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| DL-metionina (98%) | 0,136 | 0,140 | 0,144 | 0,148 | 0,152 |
| L-treonina (99%) | 0,129 | 0,130 | 0,130 | 0,130 | 0,131 |
| L-triptofano (99%) | 0,007 | 0,005 | 0,003 | 0,001 | 0,0002 |
| Composição calculada | | | | | |
| EM (kcal kg ⁻¹) | 3230 | 3230 | 3230 | 3230 | 3230 |
| Proteína Bruta (%) | 19,500 | 19,500 | 19,500 | 19,500 | 19,500 |
| Lisina Digestível (%) | 1,207 | 1,207 | 1,207 | 1,207 | 1,207 |
| Treonina Digestível (%) | 0,760 | 0,760 | 0,760 | 0,760 | 0,760 |
| Triptofano Digestível (%) | 0,217 | 0,217 | 0,207 | 0,207 | 0,207 |
| Met + Cis Dig. (%) | 0,676 | 0,676 | 0,676 | 0,676 | 0,676 |
| Cálcio (%) | 0,825 | 0,825 | 0,825 | 0,825 | 0,825 |
| Fósforo disponível (%) | 0,408 | 0,408 | 0,408 | 0,408 | 0,408 |
| Sódio (%) | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 |
| Fibra em Detergente Neutro (FDN) (%) | 13,240 | 13,640 | 14,040 | 14,440 | 14,840 |
| Fibra em Detergente Ácido (FDA) (%) | 7,360 | 7,670 | 7,970 | 8,280 | 8,580 |

¹Níveis de garantia/kg do produto (8g do premix/kg de ração): ácido fólico (103,12mg); ácido pantotênico (2249,99mg); biotina (16,88mg); clorohidroxiquinolina (15,00g); cobre (22,07g); etoxiquin (206,00mg); ferro (6733,40mg); lisina (1 23,76g); manganês (1866,71mg); metionina (110,25g); niacina (4687,50mg); selênio (43,75mg); treonina (46,64g); vit. A (1437500,00UI); vit. B1 (224,96mg); vit. B12 (2537,50mg); vit. B2 (537,50mg); vit. B6 (437,50mg); vit. D3 (262500,00UI); vit. E (4250,00UI); vit. K3 (375,00mg); zinco (1000,00mg).

Para verificação dos parâmetros metabólicos, no final do período da fase de creche, foram selecionados dois animais por unidade experimental, os quais permaneceram em jejum alimentar por oito horas. Coletou-se amostras de sangue via veia jugular em tubos de ensaio de 4 mL, contendo anticoagulante para ureia (ácido etilenodiaminotetracético-EDTA) e para glicose (Fluoreto de sódio), posteriormente encaminhadas ao Laboratório de Parâmetros Sanguíneos da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Em seguida, as amostras foram centrifugadas a 3000 rpm, durante 15 minutos, coletando-se o plasma e transferindo-o para microtubos de polietileno “tipo eppendorf” em duplicatas, identificados e acondicionados em freezer a -5°C para posteriores análises. As concentrações de ureia e glicose do plasma foram realizadas com “kits” comerciais Ureia- PP e Glicose-PP (Analisa), respectivamente.

Para análises de desempenho, foi avaliado o peso corporal final (PCF), o ganho diário de peso (GDP), o consumo diário de ração (CDR) e a conversão alimentar (CA).

A normalidade dos erros experimentais e a homogeneidade de variâncias entre os tratamentos para as diversas variáveis foram avaliadas previamente utilizando-se os testes de Shapiro-Wilk e de Levene, respectivamente. Todos os parâmetros tiveram distribuição normal e homogeneidade.

O modelo estatístico utilizado foi $Y_{ijk} = m + T_i + B_j + \beta(X_{ijk} - \bar{X}_{...}) + \varepsilon_{ijk}$. Os efeitos dos fatores incluídos no modelo são descritos por: Y_{ijk} = observação média da variável dependente em cada parcela, medida no i-ésimo nível de CDM, no j-ésimo bloco e na k-ésima repetição; m = efeito da média geral; T_i = efeito dos níveis de CDM, para $i = (1, 2, 3, 4 \text{ e } 5)$; B_j = efeito

de blocos, para $j = (1 \text{ e } 2)$; β = Coeficiente de regressão de Y sobre X; X_{ijk} = observação média da covariável (peso corporal inicial) em cada parcela, medida no i-ésimo nível de CDM, no j-ésimo bloco e na k-ésima repetição; $\bar{X}_{...}$ = média geral para a covariável X; ε_{ijk} = erros aleatórios das parcelas associados ao nível i, ao bloco j e à repetição k, independentes, homocedásticos e com distribuição normal.

Os efeitos dos níveis de CDM sobre as variáveis dependentes foram verificados por meio do teste F na análise de variância (ANOVA). Quando significativo na ANOVA, o efeito dos níveis de CDM sobre as diversas variáveis foram estimados por meio de modelos de regressão linear. Cinco modelos de regressão linear foram ajustados aos dados das variáveis dependentes, a partir de valores de CDM (0,01, 3, 6, 9 e 12%), de acordo com a significância da fonte de variação na ANOVA, para seleção de modelo preditivo que melhor se ajusta aos valores médios das características. Os modelos de regressão linear ajustados foram representados por: Modelo linear de 1º grau: $y_i = b_0 + b_1x_i + \varepsilon_i$; modelo hiperbólico: $y_i = b_0 + b_1/x_i + \varepsilon_i$; modelo logarítmico: $y_i = b_0 + b_1 \log_{10}(x_i) + \varepsilon_i$; modelo linear de 2º grau: $y_i = b_0 + b_1x_i + b_2x_i^2 + \varepsilon_i$; modelo raiz quadrada: $y_i = b_0 + b_1x_i + b_2x_i^{0,5} + \varepsilon_i$

O método dos mínimos quadrados ordinários foi utilizado para estimação dos parâmetros dos modelos de regressão. A verificação da significância de cada parâmetro foi avaliada por meio do teste t parcial, em que a hipótese de nulidade testada foi $H_0: \beta_i = 0$. A aderência dos modelos às médias observadas das características foi avaliada observando-se o valor de coeficiente de determinação (R^2).

Os contrastes de médias das características entre cada nível de CDM em relação ao tratamento referência (0%) foram avaliados por meio do teste de Dunnett.

O nível de significância (α) de 0,10 foi adotado em todos os testes de hipóteses. As análises foram efetuadas utilizando-se o R *Development Core Team* (2013).

O modelo estatístico utilizado para a glicose e a ureia sanguínea foi: $Y_{ijk} = m + T_i + B_j + \varepsilon_{ijk}$.

4.3 Resultados e Discussão

Experimento 1- Ensaio de digestibilidade

A composição química e energética do CDM na matéria natural (Tabela 3) mostrou que este alimento apresenta-se como uma alternativa na alimentação de suínos na fase inicial, pois

apresenta energia bruta de 3532 kcal kg⁻¹, com 52,15% de amido, podendo ser incluído na ração de leitões, caracterizando-se como um alimento energético.

Tabela 3. Composição química e energética do coproduto desidratado de mandioca, na matéria natural

| Composição (%) | Coproduto Desidratado de Mandioca |
|--|-----------------------------------|
| Energia Bruta (kcal kg ⁻¹) | 3532 |
| Matéria Seca (%) | 87,93 |
| Amido (%) | 52,15 |
| Proteína Bruta (%) | 1,06 |
| Fibra em Detergente Neutro (%) | 23,31 |
| Fibra em Detergente Ácido (%) | 15,43 |
| Hemicelulose (%) | 7,88 |
| Cálcio (%) | 0,12 |
| Magnésio (%) | 0,02 |
| Extrato Etéreo (%) | 0,32 |
| Cinzas (%) | 1,57 |
| Carboidratos Totais (%) | 97,05 |
| Carboidratos Não Fibrosos (%) | 73,74 |

Em níveis de matéria seca iguais, o coproduto desidratado de mandioca apresentou valor de energia bruta de 3532 kcal kg⁻¹, 10,35% menor em relação a 3960 kcal kg⁻¹ do milho, obtido por Rostagno et al. (2011). Os valores de raspa de mandioca integral descritos por Rostagno et al. (2011) e Embrapa (1991) foram de 3631 kcal kg⁻¹ e 3614 kcal kg⁻¹, respectivamente, sendo superiores ao valor da EB do CDM. Contudo, a EB do CDM mostrou-se semelhante em comparação à silagem da raiz de mandioca com inoculante obtido por Silva et al. (2008), com valor de EB de 3546 kcal kg⁻¹.

O CDM apresentou baixo percentual de proteína e, a partir dessa característica, indicou ser um concentrado energético. A PB mostrou ser menor em relação à raspa integral de mandioca, segundo Rostagno et al (2011), que foi de 2,48%. Segundo Emmanuel et al. (2012), os valores de proteína podem variar devido às diferentes variedades das plantas, o que resulta em valores diferentes de PB da mandioca.

Além disso, apresentou ser um alimento fibroso, e os seus valores de fibra mostraram-se superiores aos valores do milho, 12,06% de FDN e 3,39% de FDA, e da raspa integral de mandioca, 11,78% de FDN e 4,28 de FDA, (ROSTAGNO et al., 2011). O valor de FDA do CDM foi semelhante ao de Aquino et al. (2014), que trabalharam com farelo integral de arroz parboilizado nas rações de leitões, apresentando valores de FDN de 33,75 e de FDA de 15,91%, podendo ser utilizado na alimentação de leitões em até 16%.

O elevado teor de FDN presente no CDM, quando comparado à raspa integral de mandioca, que possui 11,78 de FDN (ROSTAGNO et al., 2001) na utilização por monogástricos, variam de acordo com a quantidade de componentes fibrosos, de sua lignificação, com a quantidade de fibra presente na dieta, com o processamento e o nível de inclusão, onde o processo de fermentação pelos microrganismos da fibra forma ácidos graxos de cadeia curta, resultando em fontes de energia para o animal (SERENA et al., 2008). A fibra em altas concentrações pode afetar o processo de digestão e a taxa de passagem dos alimentos, comprometendo o aproveitamento dos nutrientes (KRÁS et al., 2013).

A fibra para suínos, quando fornecida em grande quantidade na alimentação, torna-se um componente crítico, e pode levar a uma limitação na produtividade, já que animais como os leitões não estão preparados para receber tal componente de forma exagerada (GOMES et al., 2007). Carvalho et al. (2009) realizaram um experimento com suínos na fase inicial, com casca de café ensilada, a qual apresenta 21,28% de FDN e 16,5% de FDA e relataram que a inclusão de até 16% na alimentação não prejudicou o desempenho dos animais, sendo recomendado como boa alternativa alimentar.

O extrato etéreo apresentou valor de 0,32%, sendo superior ao apresentado por Silva et al. (2008), que trabalharam com silagem da raiz de mandioca sem aditivos (0,24%) e com inoculante (0,22%), e inferior ao descrito por Rostagno et al. (2011) para raspa integral da mandioca (0,59%).

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA), coeficiente de metabolização (CM) da energia bruta e valores digestíveis dos quatro níveis de substituição do coproduto desidratado de mandioca, incluídos na ração de leitões na fase inicial, são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA), coeficiente de metabolização (CM) da energia bruta, valores digestíveis e nutrientes digestíveis dos quatro níveis de substituição do coproduto desidratado de mandioca, estudados na fase inicial de leitões

| Níveis de CDM (%) | CDMS | CDMO | CDEB | CMEB | CDFDN | CDFDA |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 6 | 77,78 | 96,57 | 73,74 | 71,80 | 75,37 | 47,39 |
| 12 | 68,83 | 89,00 | 77,64 | 76,08 | 74,94 | 47,07 |
| 18 | 76,41 | 87,96 | 79,44 | 80,34 | 75,07 | 47,21 |
| 24 | 75,08 | 91,05 | 84,99 | 84,67 | 75,15 | 47,08 |
| Média | 74,52 | 91,14 | 78,95 | 78,22 | 75,13 | 47,18 |

| Nutrientes Digestíveis (%) | | | | | | |
|----------------------------|-------|-------|------------------------------|------------------------------|-------|-------|
| Níveis de CDM (%) | MSD | MOD | ED, kcal kg ⁻¹ | EM, kcal kg ⁻¹ | FDND | FDAD |
| 6 | 68,39 | 83,58 | 2604 | 2536 | 17,57 | 11,05 |
| 12 | 60,52 | 77,03 | 2742 | 2687 | 17,47 | 10,97 |

| | | | | | | |
|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|
| 18 | 67,19 | 73,13 | 2877 | 2837 | 17,50 | 11,01 |
| 24 | 66,01 | 78,80 | 3001 | 2990 | 17,52 | 10,98 |
| Média | 65,53 | 78,13 | 2806 | 2762 | 17,51 | 11,00 |

CDMS= coeficiente de digestibilidade da matéria seca; CDMO= coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica; CDEB= coeficiente de digestibilidade da energia bruta; CMEB= coeficiente de metabolização da energia bruta; CDFDN= coeficiente de fibra em detergente neutro; CDFDA= coeficiente de fibra em detergente ácido; MSD= matéria seca digestível; MOD= matéria orgânica digestível; ED= energia digestível; EM= energia metabolizável; FDND= fibra em detergente neutro digestível; FDNA= fibra em detergente ácido digestível

Os resultados mostraram que com o aumento dos níveis de CDM houve aumento do CDEB de 73,74 a 85%, com média de 78,95% e 71,80 a 84,67% do CMEB, com média de 78,22%.

Os valores do CDMS e CDMO tiveram a média de 74,52 e 91,14%, respectivamente, mostrando serem maiores que os descritos por Carvalho et al. (2009), que trabalharam com casca de café melosa e obtiveram valores de CDMS de 62,64% e CDMO de 67,87%. Todavia, foram menores que os valores obtidos por Silva et al. (2008), que utilizaram silagem de raiz de mandioca sem inoculante, onde o CDMS foi de 92,57% e CDMO de 90,04%.

Com o aumento do CDM, houve um aumento dos valores dos coeficientes de digestibilidade e do coeficiente de metabolização da energia bruta. Isto pode ser atribuído às características do CDM de ser um alimento de digestibilidade elevada e de boa qualidade.

Os coeficientes de digestibilidade da energia bruta, fibra em detergente neutro, e o coeficiente de metabolização adquiridos para o CDM foram superiores aos descritos por Carvalho et al. (2009), que observaram valores para o CDEB de 63,06%, CDFDN de 50,64, e de CMEB de 58,60%, e menor para o CDFDA com 55,71%.

A transformação dos nutrientes da dieta resulta no produto energia. Para ter o aproveitamento da EB presente nos alimentos é importante lembrar que esta depende dos fatores ligados ao alimento tais como o teor de fibra, o método ao qual foi processada, a quantidade do alimento ingerido e de fatores ligado ao animal como idade e peso (SANTOS et al., 2005).

Pode-se observar, para os nutrientes digestíveis, que conforme substituiu a ração referência pelos níveis do CDM (6, 12, 18 e 24%), houve um aumento crescente da ED de 2604 a 3001 kcal kg⁻¹ e da EM de 2536 a 2990 kcal kg⁻¹, com resultados médios obtidos da ED e da EM de 2806 e 2762 kcal kg⁻¹, respectivamente, indicando que houve uma melhor digestibilidade e aproveitamento dos nutrientes. Estes resultados mostraram-se superiores em relação aos resultados obtidos por Carvalho et al. (2009) que utilizaram casca de café melosa e obtiveram para ED 2649 kcal kg⁻¹ e EM de 2461 kcal kg⁻¹.

No entanto, estes valores foram inferiores em relação aos valores apresentados por Rostagno et al. (2011) nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos de Composição de Alimentos, os quais apresentam valores de 3460 e 3340 kcal kg⁻¹ do milho e 3048 e 3020 kcal kg⁻¹ de ED e EM, respectivamente, da raspa de mandioca para suínos.

O valor médio da ED (Figura 1) e EM (Figura 2) do CDM foi obtido a partir de cinco dias de consumo. Nesse período, observou-se que à medida que foi aumentando o consumo do CDM, houve um aumento da ED e EM, resultando nesse período em valores médios de 3022 kcal kg⁻¹ e 2984 kcal kg⁻¹, respectivamente.

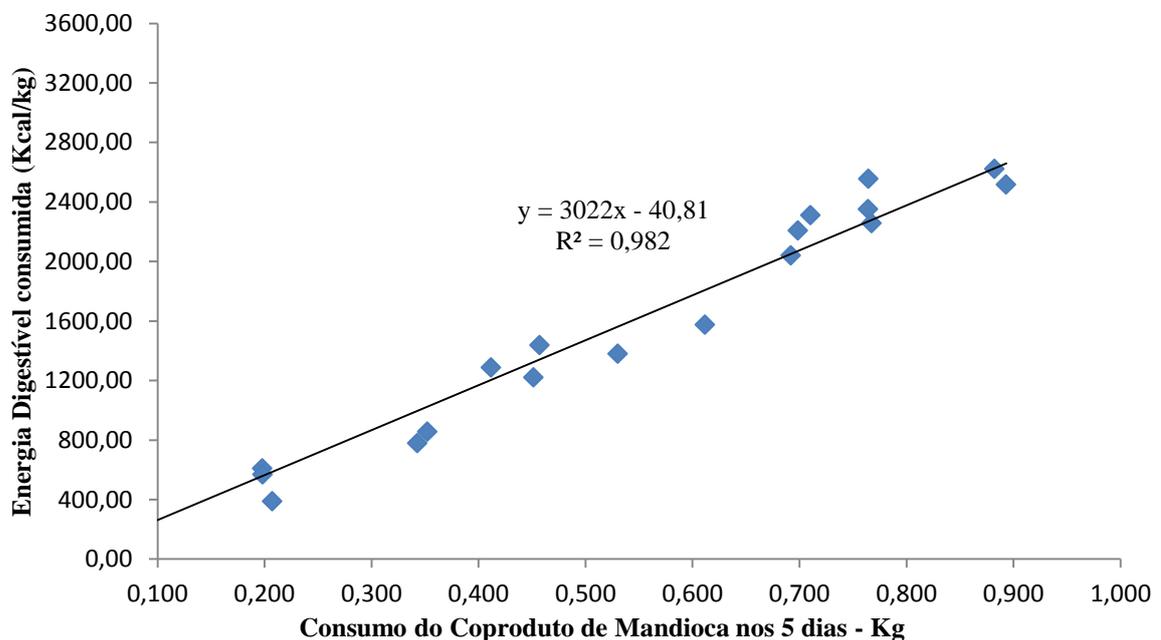


Figura 1 - Equações de regressão da ED do CDM, obtidos a partir da energia digestível (kcal kg⁻¹) consumida em função do consumo CDM (kg), por 30 suínos em fase inicial, no período de cinco dias

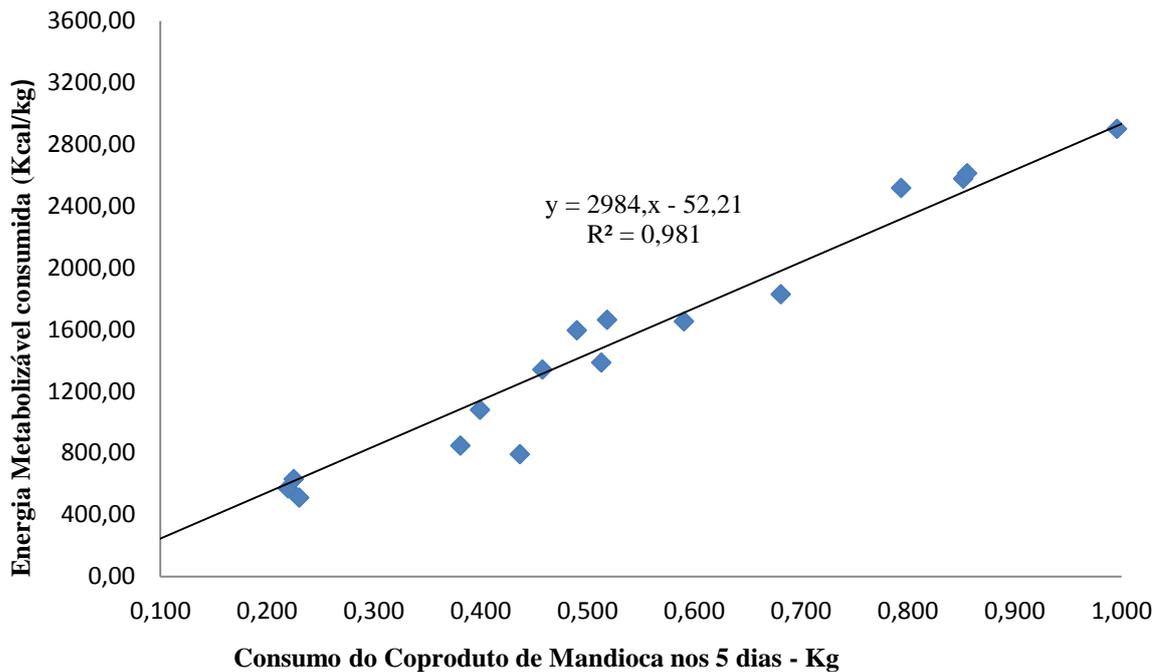


Figura 2 - Equações de regressão da EM do CDM, obtidos a partir da energia metabolizável (kcal kg^{-1}) consumida em função do consumo CDM (kg), por 30 suínos em fase inicial, no período de cinco dias

Os resultados obtidos de ED e EM do CDM mostraram-se inferiores quando comparados a uma pesquisa realizada por Silva et al. (2008), que utilizaram silagem de raiz de mandioca na alimentação de leitões na fase inicial e obtiveram ED de $3249 \text{ kcal kg}^{-1}$ e EM de $3271 \text{ kcal kg}^{-1}$. Contudo, o CDM mostrou-se com valores maiores de ED e EM em relação à pesquisa feita por Carvalho et al. (2009), utilizando casca de café melosa (CCM) na alimentação de suínos na fase inicial, onde obteve para ED e EM valores de 2352 e $2186 \text{ kcal kg}^{-1}$, respectivamente.

Os valores de fibra presente no CDM não foram fator limitante para a digestibilidade dos nutrientes, uma vez que a digestibilidade dos nutrientes foram altos. Em decorrência do aumento do nível do CDM, a fibra presente neste coproduto melhorou a digestibilidade, além de ter influenciado os valores energéticos e conseqüentemente levou a um melhor bem estar animal. Alguns pontos positivos podem ser observados com a utilização de fibra na alimentação animal.

Dentre estes pontos, a utilização de fibra na alimentação pode elevar a concentração de ácidos graxos de cadeia curta (AWATI et al., 2006), levando à diminuição da quantidade de *Escherichia coli* e enterobactérias (SCHIAVON et al., 2004). Já a fibra insolúvel pode agir no aumento das vilosidades do intestino e, por conseguinte, na área onde há absorção dos nutrientes, diminuindo e controlando os casos de diarreia e melhorando alguns parâmetros

imunológicos (PASCOAL et al., 2012). O que leva a fibra a influenciar na redução da digestibilidade é o tipo de fibra, a proporção utilizada pelo animal e a fase em que este se encontra (BUDIÑO et al., 2015).

Os valores dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, energia bruta e o coeficiente de metabolização da energia bruta foram de 74,52, 75,63, 78,25 e 78,22%, respectivamente.

Experimento 2- Ensaio de desempenho e parâmetros plasmáticos

Os resultados de peso corporal final (PCF), consumo médio diário de ração (CDR), ganho de peso diário (GDP) e conversão alimentar (CA) dos leitões alimentados com dietas sem e com a inclusão do CDM são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Valores de médias observadas de características de desempenho de suínos em fase inicial, de acordo com os níveis do coproduto desidratado de mandioca utilizada na ração

| Variável | Níveis de inclusão de CDM% | | | | | Média | CV ¹ | Reg ² |
|----------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------|------------------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 | | | |
| PI, kg | 13,081 | 12,818 | 13,043 | 13,121 | 12,980 | 13,005 | 7,65 | NS |
| PCF, kg | 27,00 | 26,623 | 26,875 | 26,603 | 26,160 | 26,652 | 2,45 | NS |
| CDR, kg | 1,093 | 1,158 | 1,126 | 1,105 | 1,070 | 1,110 | 4,603 | MRQ |
| GDP, kg | 0,751 | 0,746 | 0,748 | 0,728 | 0,711 | 0,7368 | 4,853 | NS |
| CA | 1,46 | 1,55* | 1,51 | 1,52 | 1,50 | 1,50 | 3,58 | MH |

¹CV= Coeficiente de variação; ² Análise de regressão: NS= Não significativo, MRQ= Modelo Raiz Quadrada, MH= Modelo Hiperbólico; Médias seguidas por asterisco, na linha, diferem do tratamento referência (0%), em nível de 10% de probabilidade.

Não houve efeito ($P > 0,10$) de níveis de CDM sobre o peso corporal final e no ganho diário de peso, no entanto observou-se efeito ($P < 0,10$) de níveis de CDM sobre o consumo diário de ração e conversão alimentar.

O valor médio de CA dos suínos alimentados com ração contendo 3% de CDM foi de 1,551, que diferiu ($P < 0,10$) do valor médio de CA dos suínos que receberam ração isenta de CDM (1,461) (Tabela 5). Esse resultado indicou que apesar das médias de CDR e GDP para os tratamentos de 3, 6, 9 e 12% serem semelhantes ao tratamento referência, a ração referência mostrou-se como a melhor CA em relação a todos os níveis.

Os modelos de regressão que melhor se ajustaram às médias observadas das características de desempenho foram: $y = 26,64$ (PCF), $y = 0,74$ (GPD), $y = 1,087 - 0,025x + 0,080x^{0,5}$ (CDR) e $y = 1,522 - 0,00060/x$ (CA). Os valores de coeficiente de determinação dos modelos foram de $R^2 = 97,35\%$ (CDR) e $R^2 = 68,44\%$ (CA) (Figura 2).

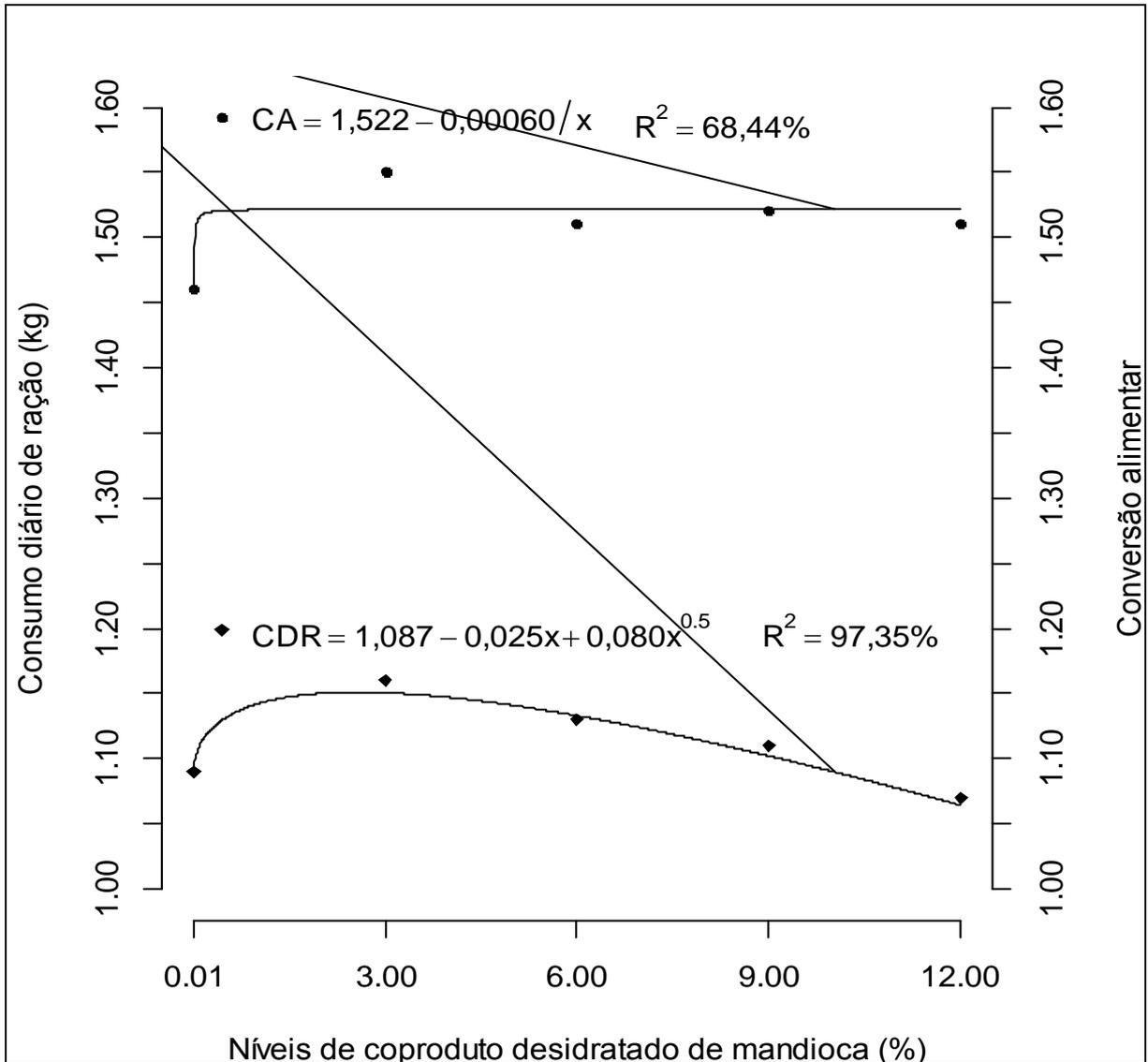


Figura 3. Modelos de regressão linear de consumo diário de ração e de conversão alimentar de suínos em fase inicial em função dos níveis do coproduto desidratado de mandioca (%)

Os resultados mostraram que houve elevada aderência do modelo raiz quadrática aos dados de CDR, sugerindo confiabilidade nos valores estimados. O valor estimado de nível de CDM que proporcionou a máxima estimativa de CDR foi de 2,56%, que resultou no valor 1,151 kg de ração consumida (Figura 2).

A qualidade de ajuste do modelo hiperbólico aos dados observados de CA foi intermediária a elevada, explicando quase 70% da variação dos dados. O valor estimado de CA quando foi utilizado o nível de 0,01% de CDM na ração foi de 1,462. Com base no modelo preditivo, as estimativas de CA quando se utilizaram níveis de CDM na ração de 0,5%, 1,0% e 3,0% são de 1,52%. Tais resultados demonstraram que a não inclusão de CDM

nas rações promoveram a melhor CA (Figura 2). Isto também pode ser constatado ao se observar o resultado do teste de *Dunnett*, aplicado no contraste de médias entre 0% e 3% de CDM (Tabela 5), cujo valor observado de CA (1,55) para o tratamento 3% de CDM foi diferente ($P < 0,10$) do valor de CA (1,46) para o tratamento referência (0% de CDM).

Observa-se, com base no modelo preditivo da CA, que a partir do nível de 0,01% de CDM, as médias não se diferenciam, sugerindo uma similaridade entre valores estimados de CA para suínos alimentados com níveis mais elevados (maiores que 0,01% de CDM) de CDM. Tais constatações podem ser atribuídas aos maiores teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido do CDM em relação ao milho (Tabela 5), que interferem nos processos de digestão e absorção dos nutrientes, principalmente o amido. Todavia, o fornecimento de alimentos contendo fibra nas dietas de animais no pós desmame pode levar a uma melhora da saúde do intestino de leitões (WILLIAMS et al., 2001), já que dependendo da quantidade e da fonte de fibra dietética pode elevar a capacidade do metabolismo oxidativo do intestino e uma melhor distribuição de metabólitos de energia (WEBER e KERR, 2012).

Os resultados obtidos no presente estudo foram diferentes quando comparados aos de Silva et al. (2008), que utilizaram silagem de raiz de mandioca para leitões na fase inicial contendo ou não soja integral. Pode-se observar uma melhora da CA dos animais que receberam dieta com silagem de raiz de mandioca sem aditivos em relação àqueles que receberam dietas de silagem de raiz de mandioca com soja integral ou ração referência.

Os modelos preditivos de PCF e CDR foram uniformes, haja vista que não foi obtida significância para os parâmetros. Os valores médios de PCF e GDP foram de 26,64 e 0,737, respectivamente, para quaisquer níveis de CDM utilizados em substituição ao milho. Isto também pode ser constatado (Tabela 5) ao se observar os resultados, em que não houve diferença ($P > 0,10$) entre médias observadas dos tratamentos contendo níveis de CDM em relação ao tratamento sem CDM (0%).

Os resultados sugeriram que qualquer nível de CDM utilizado nas rações não altera os valores médios de PCF e GDP, devendo-se seguir critérios técnicos e econômicos para a escolha dos ingredientes e os níveis de inclusão na formulação de rações de suínos em fase inicial. Em pesquisas semelhantes, Gomez et al. (1992) utilizaram raspa integral de mandioca (0; 20 e 40%) na alimentação de leitões na fase inicial, e não constataram diferença para consumo médio diário entre os tratamentos.

Já em outro trabalho, Moreira et al. (2009) utilizaram casca de soja com ou sem complexo enzimático, e foi observado que com a adição de 15% de casca de soja na alimentação dos leitões, houve uma diminuição do CDR, independentemente da quantidade

de complexo enzimático. No GDP, os animais que consumiram a dieta sem a presença de casca de soja não foi observada diferença dos níveis de complexo enzimático para essas variáveis.

O CDM apresenta-se com um alimento fibroso e mesmo sendo fornecido em níveis crescentes para os leitões, não foi observada diferença significativa para o parâmetro GDP. Diferente de Hermes et al. (2009), que sugerem que o fornecimento moderado de fibra na alimentação dos leitões pode levar a um maior desempenho produtivo, Scholten et al. (2002) utilizaram trigo fermentado em dietas líquidas para leitões recém-desmamados e observaram que este alimento pode interferir no trato gastrointestinal de forma positiva, impedindo mudanças desagradáveis na mucosa dos leitões. De acordo com Devi et al. (2015), a utilização de arroz extrusado como substituto do soro de leite em 3 e 6% pode reduzir a quantidade de *E. coli* fecais sem causar efeito negativo no desempenho dos leitões recém-desmamados.

Os valores médios do PCF dos animais não foram alterados, indicando que a inclusão de um coproduto da mandioca (CDM), em níveis crescentes na ração, para leitões não afetou negativamente o desempenho. O estudo de Molist et al. (2009) demonstraram que utilizando nas rações farelo de trigo e polpa de beterraba sendo fornecidas de forma separada ou juntas, observaram que após 10 dias ao desmame, os animais que continham farelo de trigo na sua alimentação apresentaram maior consumo de ração em relação aos que não receberam fibra, contudo houve diferença nos parâmetros de GDP e CA.

Neste estudo, observou-se que o CDM além de energético é fibroso e o seu fornecimento em níveis crescente de inclusão nas rações de leitões na fase inicial, não alterou e o desempenho dos animais. Contudo, o estudo de Högberg e Lindberg (2004), utilizando diferentes tipos de fibras (triticale, trigo, aveia e cevada) na alimentação de leitões na fase inicial, constatou que houve um ganho de peso dos animais, sugerindo que este incremento estaria relacionado ao ganho de peso dos órgãos internos.

Em outro experimento, feito por Gomes et al. (2012), em que os autores incluíram até 30% de farelo de arroz nas rações de leitões de 43 a 67 dias de idade, não afetou negativamente o desempenho dos animais

Para as análises dos parâmetros sanguíneos, os resultados mostraram que não houve efeito ($P > 0,10$) de níveis de CDM sobre a glicose e a ureia sanguínea nos diferentes tratamentos (Tabela 6). A concentração de glicose e ureia ($\mu\text{g/mL}$) no plasma sanguíneo de suínos foi de 69,14 e 23,12, respectivamente, para fase inicial.

Tabela 6. Valores de médias observadas de glicose e ureia sanguínea ($\mu\text{g/mL}$) no final da fase da fase inicial, de acordo com os níveis do coproduto desidratado de mandioca

| Parâmetro | Níveis de CDM (%) | | | | | Média | CV(%) ¹ | Reg ² |
|-----------|-------------------|------|------|------|------|-------|--------------------|------------------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 | | | |
| Glicose | 68,4 | 72,2 | 65,8 | 63,8 | 75,5 | 69,14 | 25,2 | NS |
| Ureia | 22,5 | 23,0 | 25,1 | 22,1 | 22,9 | 23,12 | 21,4 | NS |

Médias não diferem entre si na mesma linha, em nível de 10% de probabilidade; quadrado médio residual: 303,91 (glicose) e 24,46 (ureia). ¹Coefficiente de variação; ²Análise de regressão: NS= Não significativo

Estes resultados foram diferentes dos obtidos por Adesehinwa et al., (2008) que avaliaram a concentração de ureia e glicose no soro sanguíneo com a substituição do milho pelo farelo de palmiste (PKC) suplementado com dois níveis de farelo residual de mandioca (FRM), PKC+10% FRM e PKC+20% FRM, e obtiveram média de ureia de 41,25 e 44,13 e glicose de 84,13 e 90,13, respectivamente. Os autores também afirmam que é de grande importância a análise sanguínea para determinar o estado de saúde dos animais.

A avaliação do nitrogênio plasmático mostra o adequado fornecimento de aminoácidos na dieta, dependendo tanto da qualidade quanto quantidade no seu fornecimento (COMA et al., 1995). O nitrogênio da ureia apresenta-se como um bom parâmetro para mostrar o que foi aproveitado dos aminoácidos dietéticos pelos suínos (FRAGA et al., 2008), e a concentração de ureia no sangue pode dizer qual a condição nutricional do animal, assim como a qualidade da proteína que foi fornecida (WEI e ZIMMERMAN, 2003).

A glicose é o mais importante metabólito para oxidação respiratória, com grande importância para funções vitais como o metabolismo do cérebro. A quantidade de glicose no sangue é importante para indicar doenças como as cetoses. Devido os mecanismos homeostáticos que são bastante eficientes, o teor de glicose no sangue não varia muito. O nível de glicemia não sofre efeito da dieta devido aos mecanismos homeostáticos, com exceção dos animais com desnutrição avançada (González et al., 2003).

4.4 Conclusão

O uso do coproduto desidratado de mandioca pode ser uma alternativa energética para rações de leitões na fase inicial, sendo que a inclusão de 2,56% deste promoveu o máximo de consumo de ração.

4.5 Referências

- ABRAHÃO, J. J. S.; PRADO, I.N.; MARQUES, J.A.; ET AL. Avaliação da substituição do milho pelo resíduo seco da extração da fécula de mandioca sobre o desempenho de novilhas mestiças em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.512-518, 2006.
- ADEOLA, O. Digestion and balance techniques in pigs. In: LEWIS, A.J. and SOUTHERN, L.L., (Eds) **Swine Nutrition**. 2.ed. CRC Press, Washington: DC, 2000. p.903–916.
- ADESEHINWA, A. O. K. Palm kernel cake supplemented with cassava flour waste as energy source for pigs. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** v.4, n.4, p.479-484, 2009
- AOAC- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. Ed., Arlington: AOAC Internacional, 1990. 1025p.
- AOAC- ASSOCIATION OF OFFICIAL OF AOAC INTERNATIONAL. **Official methods of analysis, 16. Ed**, 996.11 STARCH TOTAL. Chapter 32, 1990, 25p.
- ALMEIDA, J.; FERREIRA FILHO, J. R. Mandioca: uma boa alternativa para alimentação animal. **Bahia Agrícola**, v.7, n.1, p.50-56, 2005.
- AWATI, A. et al. Dietary carbohydrates with different rates of fermentation affect fermentation and-product profiles in different sites of gastro-intestinal tract of weaning piglet. **Animal Science**, v.82, p.837-843, 2006.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: Agros Comunicação, 2010. 430p.
- CARVALHO, P. L. O.; MOREIRA, I.; PAIANO, D. et al. Casca de café melosa ensilada na alimentação de suínos na fase inicial. **Ciência Agrotecnologia**, v.33 n.5 Lavras, 2009.
- COMA, J.; CARRION, D.; ZIMMERMAN, D.R. Use of plasma urea nitrogen as a rapid response criterion to determine the lysine requirement of pigs. **Journal of Animal Science**, v.73, p.472-481, 1995.
- DEVI, S. M.; KIM, S. C.; KIM, I. H. Evaluation of effect of supplementation of extruded rice as a substitute for dried whey in the diet of weanling pigs. **Veterinari Medicina**, v.60, n.15, p.675–681, 2015.
- EMMANUEL, O. A.; CLEMENT, A.; AGNES, S. B. et al. Chemical composition and cyanogenic potential of traditional and high yielding CMD resistant cassava (*Manihotesculenta*Crantz) varieties. **International Food Research Journal**, v.19, n.1, p.175-181, 2012.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3.ed. Concórdia: Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, 97p, 1991.

- FRAGA, A.L.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C.; et al. Lysine requerimento of starting barrows from two genetic groups fed on low crude protein diets. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.51, n.1, p.49-56, 2008.
- FREITAS, C.R.G.; LUDKE, M.C.M.M.; LUDKE, J.V.; et al. Inclusão da farinha de varredura de mandioca em rações de frangos de corte. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.30, n.2, p.155-163. 2008.
- GOMES, J. D. F.; FUKUSHIMA, R. S.; GOMIDE, C. A; et al. Efeitos do incremento de fibra dietética sobre digestibilidade, desempenho e características de carcaça: II. fêmeas suínas em pré- puberdade e puberdade. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.28, n.4, p.727-738, 2007.
- GOMES, T. R.; CARVALHO, L. E.; FREITAS, E. R.; et al. Farelo de Arroz Integral em Rações para Leitões de 43 a 67 dias de idade. **Ciência Animal Brasileira**, v.13, n.2, 2012.
- GOMEZ, G.G. **Use of cassava products in pig feeding.** **Food and agricultura organization of the United Nations**. FAO - Animal Production and Health Paper 95. p. 157-162, 1992. Disponível em: Acesso em: 15/03/16.
- GONZÁLEZ, F. H. D., SCHEFFER, J. F. S. (2003) Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: González, F. H. D., Campos, R. (Eds): **Anais do I Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p.73- 89.
- HERMES R. G.; MOLIST F.; YWAZAKI, M.; et al. Effect of dietary level of protein and fiber on the productive performance and health status of piglets. **Journal of Animal Science**, v.87, n.11, p.3569-3577, 2009.
- HÖGBERG, A.; LINDBERG, J. E. Influence of cereal non-starch polysaccharides and enzyme supplementation on digestion site and gut environment in weaned piglets. **Animal Feed Science and Technology**, v.116, p.113-128, 2004.
- KRÁS, R.V.; KESSLER, A.M.; RIBEIRO, A. M. L.; et al. Effect of dietary fiber and genetic strain on the performance and energy balance of broiler chickens. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.15, n.1, p.15-20, 2013.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Storrs, Connecticut University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, **Research Report**, v.7, n.1, p.11-14, 1965.
- MOLIST, F.; SEGURA, A. G.; GASA, J.; et al. Effects of the insoluble and soluble dietary fibre on the physicochemical properties of digesta and the microbial activity in early weaned piglets. **Animal Feed Science and Technology**, v.149, p.346-353, 2009.
- MONTAGNE, L.; PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. **Animal Feed Science and Technology**, v.108, p.95-117, 2003.

- MOREIRA, I.; MOURINHO, F. L.; CARVALHO, P. L. O.; PAIANO, D. Avaliação nutricional da casca de soja com ou sem complexo enzimático na alimentação de leitões na fase inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38 n.12, 2009.
- PASCOAL, L. A. F.; THOMAZ, M. C.; WATANABE, P. H.; RUIZ, U. S.; EZEQUIEL, J. M. B.; AMORIM, E. D.; MASSON, G. C. I.; Fiber sources in diets for newly weaned piglets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.41, n.3, p.636-642, 2012.
- PEKAS, J.C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. **Journal of Animal Science**, v.2, p.1303-1306, 1968.
- ORIOLO, D. S.; ROURA, E.; TORRALLARDONA, D. Feed preference in pigs: Effect of cereal sources at different inclusion rates. **Journal Animal Science**, n.87, p.562-570, 2009.
- QUADROS, A. R.B.; MOREIRA, I.; FURLAN, A. C.; et al. Inclusão de diferentes níveis de casca de soja moída em dietas isoenergéticas para suínos em crescimento e terminação. **Ciência Rural**, v.38, n.2, 2008.
- RAMALHO, R. P.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; et al. Substituição do milho pela raspa de mandioca em dietas para vacas primíparas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.3, p.1221-1227, 2006.
- R Development Core Team (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, Disponível em <http://www.R-project.org/> [Acesso em 20/04/2016].
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**. 3ª ed., Viçosa, MG: UFV, 252p, 2011.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de Pesquisa em Animais Monogástricos**. Jaboticabal-SP - FUNEP, 2016. 262p.
- SANTOS, Z. A. S.; FREITAS, R. T. F.; FIALHO, E. T.; et al. Valor nutricional de alimentos para suínos determinado na Universidade Federal de Lavras. **Ciência Agrotécologia**, v.29, n.1, 2005.
- SCHIAVON, S. et al. Effects of sugar beet pulp on growth and health status of weaned piglets. **Italian Journal of Animal Science**, Pavia, v.3, p.337- 351, 2004
- SERENA, A.; JORGENSEN, H.; BACH KNUDSEN, K.E. Digestion of carbohydrates and utilization of energy in sows fed diets with contrasting levels and physicochemical properties of dietary fiber. **Journal Animal of Science**, v.86, p.2208-2216, 2008.
- SILVA, M. A. A.; FURLAN, A. C.; MOREIRA, I.; et al. Avaliação nutricional da silagem de raiz de mandioca contendo soja integral para leitões na fase inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, n.8, p.1441-1449, 2008.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235p.

SNIFFEN, C.J. O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.10, p.3562-3577, 1992.

WEBER, T. E.; KERR, B. J. Metabolic effects of dietary sugar beet pulp or wheat bran in growing female pigs. **Journal Animal Science**, v.90, p.523–532, 2012.

WEI, R.; ZIMMERMAN, D.R. An evaluation of the NRC (1998) growth model in estimating lysine requirements of barrows with a lean growth rate of 348 g/d. **Journal of Animal Science**, v.81, p.1772-1780, 2003.

WILLIAMS, B. A., VERSTEGEN, M. W. A., TAMMINGA, S. Fermentation in the large intestine of single-stomached animals and its relationship to animal health. **Nutrition Research Review**, v.14, p.207–227, 2001.

4.6 Considerações Finais

O coproduto desidratado de mandioca é um alimento que possui um elevado teor de amido, sendo energético e fibroso, podendo ser uma alternativa de alimento em substituição ao milho na alimentação de leitões. A EB do CDM foi de 3532 kcal kg⁻¹ e de ED e EM foram de 3022 e 2984 kcal kg⁻¹, respectivamente, mostrando ser um alimento rico em energia e substituto ao milho.

Para a utilização do coproduto desidratado de mandioca, deve-se fazer análise da composição química do alimento para saber os reais valores nutricionais para posteriormente utilizá-lo nas rações de forma balanceada em quantidades adequadas, de acordo com as exigências da fase de produção, com o intuito do não comprometimento do desempenho dos animais.

Os diferentes níveis do coproduto desidratado de mandioca promoveram efeito crescente sobre os coeficientes de digestibilidade e de metabolização pela coleta total. Para o desempenho, o melhor valor de CA foi de 0% nas rações dos leitões, já que com o aumento do CDM houve comprometimento da CA e a inclusão de 2,56% deste coproduto promoveu o máximo consumo de ração. É de suma importância a realização de mais pesquisas deste coproduto na alimentação de suínos nas diferentes fases de produção.

A não utilização do coproduto desidratado de mandioca em rações para leitões promove melhor conversão alimentar.

A utilização de 2,56% do coproduto desidratado de mandioca em rações promoveu o máximo de consumo de ração dos leitões.