

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**FENO DE PORNUNÇA (*Manihot sp.*) NA ALIMENTAÇÃO DE CAPRINOS**

**JANIELE TIBURTINO DE LIRA**

**RECIFE - PE  
MAIO DE 2017**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**FENO DE PORNUNÇA (*Manihot sp.*) NA ALIMENTAÇÃO DE CAPRINOS**

**JANIELE TIBURTINO DE LIRA**

Tese apresentada ao programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

**RECIFE - PE  
MAIO DE 2017**

**JANIELE TIBURTINO DE LIRA**

**FENO DE PORNUNÇA (*Manihot sp.*) NA ALIMENTAÇÃO DE CAPRINOS**

Tese apresentada ao programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de concentração: Nutrição Animal

Comitê de Orientação:  
Profa. Dra. Adriana Guim  
Profa. Dra. Ângela Maria Vieira Batista  
Profa. Dra. Carla Wanderlay Mattos

**RECIFE - PE  
MAIO DE 2017**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

L768f Lira, Janiele Tiburtino de  
Feno de pornunça (*Manihot* sp.) na alimentação de caprinos /  
Janiele Tiburtino de Lira. – 2017.  
65 f. : il.

Orientadora: Adriana Guim.  
Coorientadoras: Ângela Maria Vieira Batista, Carla Wanderley  
Mattos.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de  
Pernambuco, Universidade Federal do Ceará, Universidade  
Federal da Paraíba, Programa de Doutorado Integrado em  
Zootecnia, Recife, BR-PE, 2017.  
Inclui referências e apêndice(s).

1. Consumo 2. Desempenho 3. Parâmetros sanguíneos  
I. Guim, Adriana, orient. II. Batista, Ângela Maria Vieira, coorient.  
III. Mattos, Carla Wanderley, coorient. IV. Título

CDD 636

# **JANIELE TIBURTINO DE LIRA**

Tese intitulada “Feno de pornunça (*Manihot sp.*) na alimentação de caprinos”.

Aprovada em 31 de maio de 2017

---

Prof. Dr. Severino Gonzaga Neto  
Universidade Federal da Paraíba – UFPB  
Departamento de Zootecnia

---

Prof. Dr. Pierre Castro Soares  
Universidade Federal de Pernambuco – UFRPE  
Departamento de Medicina Veterinária

---

Prof. Dr. João Paulo Ismério dos Santos Monnerat  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE  
Departamento de Zootecnia

---

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE  
Departamento de Zootecnia

---

Profª. Dra. Adriana Guim  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE  
Departamento de Zootecnia  
(Orientadora)

**RECIFE - PE**  
**MAIO DE 2017**

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**JANIELE TIBURTINO DE LIRA** - nascida em 30 de dezembro de 1986, natural de Jurema – PE, filha de Izídio Cordeiro de Lira e Maria Cleonice Tiburtino de Lira, iniciou o curso de graduação em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns no ano de 2006. Em dezembro de 2010 concluiu a graduação. Em fevereiro de 2011 ingressou no Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração Nutrição Animal, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, concluindo em fevereiro de 2013. Em março de 2013, ingressou no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia – PDIZ, área de concentração Produção Animal, da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

*Aos meus pais e irmãos, pelo amor, cuidado e dedicação, principalmente nos momentos  
de incerteza.*

*Ao meu esposo Silvio, pelo companheirismo, amor, dedicação e constante incentivo.*

*A minha filha Eloí Marques, por encher minha vida de amor, felicidade e luz.*

*A vocês, os méritos dessa conquista.*

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre comigo, guiando-me e dando forças para seguir em frente sem desanimar.

Em especial, ao meu amado esposo, pelo imenso companheirismo, apoio, amor e dedicação ao longo desta longa jornada.

A minha filha Eloí, por me ensinar o que é amor incondicional, e encher minha vida de felicidade. Nela encontro forças para prosseguir.

Aos meus pais, Maria Cleonice Tiburtino e Izídio Cordeiro, pela vida, educação, carinho e exemplo de vida. Eles são os meus pilares e porto seguro nos momentos difíceis.

Aos meus irmãos Givanildo, Wellington, Clênio, Ericlis, Nadjaine e Jaqueline, pelo apoio e carinho.

A minha primeira professora, minha mãe, com quem aprendi não apenas a ler e escrever, mas a acreditar que poderia vencer qualquer obstáculo, desde que tivesse fé, amor e determinação.

À professora Adriana Guim, pela orientação e compartilhamento de conhecimento, contribuindo de forma substancial para o meu amadurecimento profissional.

À professora Ângela, por todo apoio, ensinamentos e contribuições.

À professora Carla, pela imensa contribuição na realização desta pesquisa, pelo carinho e apoio.

Ao professor Francisco, pelas colaborações e contribuições para execução do experimento.

Ao professor Marcelo, pelas contribuições na execução do experimento.

À professora Lúcia, pela amizade, conselhos e por me permitir aprimorar o dom de ensinar.

A Carlos, por todo apoio na realização das análises laboratoriais, carinho e amizade.

Ao Professor Kleber Régis, pelo apoio, incentivo e disponibilidade ao longo da minha vida acadêmica.

Ao PDIZ e aos professores da pós-graduação, pela fundamental participação na minha formação.

Aos colegas da pós-graduação, em especial a Lucíola, Tomás, Karen e Daniel, pelos momentos compartilhados, contribuições na execução desta pesquisa e troca de experiências.

Aos estagiários Tuanny, Aildson e Francisco, pela contribuição, dedicação e amizade construída durante a realização do experimento.



À doutora Edna, por todo ensinamento e contribuição na realização do estudo histopatológico.

Ao professor Valdemiro Júnior, pelas contribuições no estudo histopatológico e interpretação dos resultados.

A toda equipe da professora Adriana, pelas significativas contribuições na execução do experimento, pelos momentos de descontração e construção de conhecimento.

A minhas queridas amigas Bárbara, Yruama, Luciana e Keila, por fazerem parte da minha vida, não importa se estou sorrindo ou chorando.

Ao Dr. Clayton, pela imensa contribuição na realização da pesquisa, construção de conhecimento e apoio.

A toda equipe de abate, especialmente a Stela, pela imensa contribuição e colaboração em todas as análises.

À professora Helena Emília e doutoranda Simone, pela colaboração nas análises laboratoriais e disponibilização do laboratório BIOPA.

À FACEPE, pela concessão da Bolsa de estudos e financiamento do projeto.

Aos animais, todo meu respeito e agradecimento pela pesquisa.

À banca examinadora, pelas sugestões e contribuições.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta pesquisa.

MUITO OBRIGADA!

## SUMÁRIO

<b>Lista de Tabelas .....</b>	<b>10</b>
<b>Resumo Geral.....</b>	<b>12</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>14</b>
<b>Considerações Iniciais .....</b>	<b>16</b>
<b>Capítulo I: Feno de pornunça (<i>Manihot</i> sp.) na dieta de cabritos confinados.....</b>	<b>18</b>
<b>1. Introdução .....</b>	<b>21</b>
<b>2. Material e Métodos .....</b>	<b>22</b>
<b>3. Resultados e Discussão .....</b>	<b>26</b>
<b>4. Conclusões .....</b>	<b>34</b>
<b>5. Referências Bibliográficas.....</b>	<b>34</b>
<b>Capítulo II: Características de carcaça e da carne de cabritos alimentados com feno de pornunça.....</b>	<b>40</b>
<b>1. Introdução.....</b>	<b>43</b>
<b>2. Material e Métodos.....</b>	<b>44</b>
<b>3. Resultados e Discussão.....</b>	<b>51</b>
<b>4. Conclusões .....</b>	<b>61</b>
<b>5. Referências .....</b>	<b>61</b>

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo I: Feno de pornunça (*Manihot sp.*) na dieta de cabritos confinados

<b>Tabelas</b>	<b>Página</b>
Tabela 1. Composição química dos ingredientes das dietas com base na matéria seca (MS) .....	23
Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais.....	23
Tabela 3. Consumo e coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes das rações contendo diferentes níveis do feno de pornunça em substituição ao feno de tifton.....	27
Tabela 4. Comportamento ingestivo de cabritos alimentados com feno de pornunça em substituição ao feno de tifton.....	30
Tabela 5. Desempenho de cabritos alimentados com feno de pornunça em substituição ao feno de tifton.....	31
Tabela 6. Perfil proteico, energético e enzimático de cabritos alimentados com feno de pornunça em substituição ao feno de tifton.....	32

## **Capítulo II: Características de carcaça e da carne de cabritos alimentados com feno de pornunça**

<b>Tabelas</b>	<b>Página</b>
Tabela 1. Composição química dos ingredientes das dietas com base na matéria seca (MS).....	45
Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais .....	46
Tabela 3. Consumo, desempenho e características de carcaça de cabritos alimentados com feno de Pornunça em substituição ao feno de Tifton.....	52
Tabela 4. Peso e rendimento dos cortes cárneos comerciais de cabritos alimentados com feno de Pornunça em substituição ao feno de Tifton.....	54
Tabela 5. Medidas morfométricas de carcaça de cabritos alimentados com feno de pornunça em substituição ao feno de tifton .....	55
Tabela 6. Composição tecidual do pernil de cabritos alimentados com feno de pornunça em substituição ao feno de tifton.....	56
Tabela 7. Parâmetros físicos da carne de cabritos alimentados com feno de pornunça em substituição ao feno de tifton.....	57
Tabela 8. Constituintes não carcaça de cabritos alimentados com feno de pornunça em substituição ao feno de tifton.....	59
Tabela 9. Peso e rendimento da buchada e panelada de cabritos alimentados com feno de pornunça em substituição ao feno de tifton.....	60

## RESUMO GERAL

LIRA, Janiele Tiburtino. **Feno de pornunça (*manihot sp.*) na alimentação de caprinos**. 2017. 65p. Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, PE<sup>1</sup>.

Avaliou-se o efeito da substituição do feno de tifton por pornunça (0; 33; 66 e 100%) na dieta de cabritos sobre o consumo, a digestibilidade dos nutrientes, o comportamento ingestivo, o desempenho e os parâmetros sanguíneos, além das características de carcaça e a qualidade da carne. Foram utilizados 40 cabritos machos, não castrados, sem padrão racial definido, com peso corporal inicial de  $17,55 \pm 0,62$  kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado. O consumo de alimento foi quantificado pela diferença entre as quantidades de alimentos ofertados e refugados e conversão alimentar pela relação entre consumo de ração e ganho de peso dos animais. Para cálculo da digestibilidade da matéria seca e de nutrientes utilizou-se a coleta total de fezes através de bolsas coletoras. O comportamento ingestivo foi realizado através do registro dos tempos diários despendidos com consumo de alimento, ruminação e ócio. Amostras de sangue ao longo do tempo (0; 15; 33 e 51 dias) foram obtidas por venopunção jugular para determinação dos níveis plasmáticos de glicose e séricos de colesterol, triglicerídeos, ureia, creatinina, proteína total, albumina, globulina, alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST), gamaglutamiltransferase (GGT) e fosfatase alcalina (FALCA). Após o abate, as carcaças foram pesadas para obtenção do peso de carcaça quente e posteriormente resfriadas em câmara fria a 4°C por um período de 24 horas, sendo então determinado o peso de carcaça fria e perda por resfriamento. Em seguida foi realizada avaliação da conformação e mensurações dos comprimentos de carcaça. Procedida as medidas, as carcaças foram divididas em duas meia-carcaças, as quais foram pesadas e, em seguida, analisados os rendimentos dos cortes comerciais (perna, paleta, lombo, costelas, serrote e pescoço). Os pernis esquerdos foram dissecados para estimativa do rendimento dos tecidos, relação músculo:gordura e músculo:osso, e índice de musculosidade do pernil. Para análise qualitativa da carne foram utilizados o lombo esquerdo (*Longissimus lumborum*) de cada animal, determinando-se as perdas na cocção, força de cisalhamento, coloração, capacidade de retenção de água e pH. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão. O consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) não foi afetado pela substituição. O consumo de fibra insolúvel em detergente neutro (FDNcp) reduziu linearmente, enquanto o de carboidratos não fibrosos (CNF) aumentou. A ingestão de ácido cianídrico (HCN) foi crescente. A digestibilidade dos nutrientes reduziu linearmente, mas não influenciou o comportamento ingestivo e o desempenho dos animais. O nível de pornunça não alterou o perfil proteico, energético e enzimático dos animais. Os tratamentos influenciaram de forma linear crescente ( $P < 0,05$ ) o rendimento de carcaça quente e fria. O comprimento de perna e o intestino delgado apresentaram comportamento linear decrescente ( $P < 0,05$ ). A luminosidade aumentou

linearmente ( $P < 0,05$ ) e força de cisalhamento apresentou comportamento quadrático ( $P < 0,05$ ). O rendimento de buchada e panelada também apresentou comportamento quadrático com a inclusão do feno de tifton. Os resultados obtidos com o consumo e a digestibilidade não afetaram o desempenho e comportamento ingestivo dos animais. Não foi observada influência da substituição do feno de tifton pelo feno de pornunça sobre as características de carcaça, peso e rendimento dos cortes comerciais, medidas morfométricas, composição tecidual, nem sobre as características de qualidade físico-química da carne. Diante dos resultados, pode-se concluir que o feno de pornunça pode substituir o feno de tifton em até 100% na dieta de cabritos em confinamento.

**Palavras-chave:** Carcaça. Consumo. Desempenho. Parâmetros sanguíneos. Qualidade da carne.

---

<sup>1</sup>Comitê Orientador: Profa. Dra. Adriana Guim – UFRPE (orientadora); Profa. Dra. Ângela Maria Vieira Batista – UFRPE (coorientadora); Profa. Dra. Carla Wanderley Mattos – IFSertão – Campus Petrolina (coorientadora).

## ABSTRACT

LIRA, Janiele Tiburtino. **Porcine hay (*Manihot* sp.) in goat feeding. 2017. 65p.** Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, PE<sup>1</sup>.

The effect of substitution of tifton hay for pork (0, 33, 66 and 100%) on the diet of goats, on consumption, nutrient digestibility, ingestive behavior, performance and blood parameters was evaluated. Characteristics of the carcass and the quality of the meat. A total of 40 uncastrated male goats without defined racial pattern were used, with initial body weight of  $17.55 \pm 0.62$  kg, distributed in a completely randomized design. Food consumption was quantified by the difference between the amount of food offered and the feed conversion and feed conversion ratio by the ratio between feed intake and weight gain of the animals. To calculate dry matter and nutrient digestibility, the total collection of feces was collected through collection bags. The ingestive behavior was performed through the recording of the daily times spent with food consumption, rumination and idleness. Blood samples were collected over time (0, 15, 33 and 51 days) by jugular venipuncture to determine plasma glucose and serum levels of cholesterol, triglycerides, urea, creatinine, total protein, albumin, globulin, alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), gammaglutamyltransferase (GGT) and alkaline phosphatase (FALCA). After slaughter, the carcasses were weighed to obtain the warm carcass weight and then cooled in a cold room at 4 ° C for a period of 24 hours, and then the cold carcass weight and loss on cooling were determined. Afterwards, evaluation of the conformation and measurements of the carcass lengths was carried out. After the measurements, the carcasses were divided into two half-carcasses, which were weighed and then analyzed the yields of the commercial cuts (leg, palette, loin, ribs, serrote and neck). The left perennis were dissected to estimate the tissue yield, muscle: fat and muscle ratio: bone, and muslin index. For the qualitative analysis of the meat, the left loin (*Longissimus lumborum*) of each animal was used to determine the losses in cooking, shear force, staining, water retention capacity and pH. Data were submitted to analysis of variance and regression. Consumption of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP) was not affected by substitution. Consumption of neutral detergent insoluble fiber (FDN<sub>cp</sub>) decreased linearly while that of non-fibrous carbohydrates (CNF) increased. The intake of hydrocyanic acid (HCN) was increasing. The digestibility of the

nutrients reduced linearly, but did not influence the ingestive behavior and the performance of the animals. The porcine level did not alter the protein, energetic and enzymatic profile of the animals. The treatments influenced in an increasing linear form ( $P < 0.05$ ) the warm and cold carcass yield. Leg length and small intestine showed a linear decreasing behavior ( $P < 0.05$ ). The luminosity increased linearly ( $P < 0.05$ ) and shear force showed quadratic behavior ( $P < 0.05$ ). The yield of buchada and panelada also presented quadratic behavior with the inclusion of tifton hay. The results obtained with the consumption and the digestibility did not affect the performance and ingestive behavior of the animals. There was no influence of the substitution of tifton hay on porcine hay on carcass characteristics, weight and yield of commercial cuts, morphometric measurements, tissue composition, or on the physico-chemical quality characteristics of the meat. In view of the results, it can be concluded that pork hay can replace tifton hay by up to 100% in the diet of goats in confinement.

**Key words:** Carcass. Consumption. Performance. Blood parameters. Quality of meat.

---

<sup>1</sup>Comitê Orientador: Profa. Dra. Adriana Guim – UFRPE (orientadora); Profa. Dra. Ângela Maria Vieira Batista – UFRPE (coorientadora); Profa. Dra. Carla Wanderley Mattos – IFSertão – Campus Petrolina (coorientadora).



## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

---

A caprinocultura no Nordeste vem se consolidando como atividade rentável, conquistando novos mercados para carne caprina e despertando o interesse de muitos produtores rurais. Tem sido uma alternativa viável para a agricultura familiar, proporcionando aumento no efetivo total de caprinos e na produção de carne, contribuindo para ascensão da atividade e a sua importância na contribuição do desenvolvimento socioeconômico da região.

Apesar dessa ascensão, tem-se verificado que diversos fatores têm dificultado o fortalecimento da cadeia produtiva caprina, demonstrando a necessidade de aperfeiçoamento, a fim de minimizar as limitações existentes para que se possa manter a sustentabilidade e competitividade do setor. São inúmeros os fatores que podem vir a interferir sobre a produção de carne caprina. Dentre eles podem-se destacar alimentação e manejo, condições de abate e escassez de animais jovens que possam atender à demanda do mercado consumidor em quantidade e qualidade.

Na tentativa de solucionar tais problemas, torna-se fator determinante buscar plantas forrageiras adaptadas às condições edafoclimáticas do semiárido que garantam desempenho animal satisfatório, sem reduzir a qualidade dos produtos finais.

Diante desse cenário, o confinamento tem recebido crescente adoção, tornando-se uma prática viável quando há alimentos de baixo custo disponíveis, principalmente em período de entressafra. No entanto, a caprinocultura de corte do semiárido brasileiro é composta, predominantemente, pelo genótipo SRD adaptado às condições climáticas da região. Contudo, apresenta baixos índices produtivos devido, principalmente, ao manejo nutricional inadequado. Isto se deve à estacionalidade da disponibilidade de forragens e à exploração ineficiente das forrageiras nativas da caatinga, como a pornunça, que pode ser utilizada na alimentação animal, visando ao fortalecimento da cadeia produtiva.

A pornunça (*Manihot* sp.), híbrido natural da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e da maniçoba (*Manihot glaziovii* Meull), é tolerante ao estresse hídrico e apresenta boa capacidade de brotação no período chuvoso. Além disso, apresenta tolerância a cortes, capacidade de brotação e valor nutritivo do feno semelhante às maniçobas. Fatos que a tornam excelente opção para alimentação de caprinos do semiárido nordestino. No entanto, por ser uma planta cianogênica, a pornunça apresenta

em sua composição quantidades variadas de glicosídeos cianogênicos (linamarina e lotaustralina) que, quando hidrolisados pela enzima linamarase, liberam ácido cianídrico (HCN), o qual pode causar intoxicação aguda nos animais, dependendo da quantidade ingerida, fato que limita seu consumo *in natura*. Entretanto, grande parte do ácido cianídrico formado é eliminada quando o material é triturado e, em seguida, fenado ou ensilado, podendo assim ser utilizado na alimentação animal.

Quanto ao ácido cianídrico residual contido no feno da pornunça, é necessário investigar se a ingestão desta forrageira durante o confinamento, mesmo na forma conservada, não causará alterações fisiopatológicas nos animais. Tendo em vista que vários trabalhos na literatura têm associado a exposição a baixas concentrações de cianeto e/ou a plantas cianogênicas como causadoras de lesões no fígado, rins, sistema nervoso central e na tireoide.

Considerando o potencial que a pornunça tem para ser utilizada como volumoso na alimentação animal no semiárido, diminuindo a estacionalidade da cadeia produtiva de carne, é de suma importância realizar estudos a fim de se determinarem os índices produtivos de animais confinados recebendo o feno de pornunça como volumoso.

Objetivou-se, assim, avaliar o consumo, digestibilidade, comportamento ingestivo, desempenho produtivo e parâmetros sanguíneos, além das características de carcaça e qualidade da carne caprina.

## **CAPÍTULO I**

---

**Feno de pornunça (*Manihot* sp.) na dieta de cabritos confinados**

## **Feno de pornunça (*Manihot* sp.) na dieta de cabritos confinados**

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo avaliar o consumo, a digestibilidade, o comportamento ingestivo, o desempenho e metabolismo de cabritos alimentados com feno de pornunça em substituição ao feno de tifton. Foram utilizados 40 cabritos, machos, não castrados, alojados em baias individuais (3,6 m<sup>2</sup>/animal). Foram testados quatro níveis de feno de pornunça (0; 33; 66 e 100%) em substituição ao feno de Tifton, durante 51 dias. Amostras de sangue ao longo do tempo (0; 15; 33 e 51 dias) foram obtidas para determinação dos níveis plasmáticos de glicose e séricos de colesterol, triglicérides, ureia, creatinina, proteína total, albumina, globulina, alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST), gamaglutamiltransferase (GGT) e fosfatase alcalina (FALCA). O consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB) não foi afetado pela substituição. O consumo de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN<sub>cp</sub>) reduziu linearmente, enquanto o de carboidratos não fibrosos (CNF) aumentou (P<0,05). A ingestão de ácido cianídrico (HCN) foi crescente (P<0,05). A digestibilidade dos nutrientes reduziu linearmente, mas não influenciou o comportamento ingestivo e desempenho dos animais. O nível de pornunça não alterou o perfil proteico, energético e enzimático dos animais. Assim, podemos concluir que o feno de pornunça pode substituir o feno de tifton em até 100% na dieta de cabritos em confinamento sem comprometer a ingestão de nutrientes digestíveis totais, o comportamento ingestivo, o desempenho produtivo e o metabolismo dos animais.

**Palavras-chaves:** Consumo. Digestibilidade. Desempenho. Fígado.

## **Porcine hay (*Manihot sp.*) in the diet of confined kids**

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the intake, digestibility, ingestive behavior, performance and metabolism of kids fed hay with hay replacing tifton hay. A total of 40 male, uncastrated goats were housed in individual stalls (3.6 m<sup>2</sup> / animal). Four levels of porcine hay (0, 33, 66 and 100%) were tested in replacement of Tifton hay for 51 days. Samples of blood over time (0, 15, 33 and 51 days) were obtained for determination of plasma glucose and serum levels of cholesterol, triglycerides, urea, creatinine, total protein, albumin, globulin, alanine aminotransferase (ALT), Aspartate aminotransferase (AST), gamma-glutamyltransferase (GGT) and alkaline phosphatase (FALCA). Consumption of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP) was not affected by substitution. Consumption of neutral detergent insoluble fiber (FDN<sub>cp</sub>) decreased linearly, whereas that of non-fibrous carbohydrates (CNF) increased (P <0.05). The intake of hydrocyanic acid (HCN) was increasing (P <0.05). The digestibility of the nutrients reduced linearly, but did not influence the ingestive behavior and performance of the animals. The porcine level did not alter the protein, energetic and enzymatic profile of the animals. Thus, we can conclude that pork hay can substitute up to 100% tifton hay in the confined goats diet without compromising the total digestible nutrients intake, ingestive behavior, productive performance and metabolism of the animals.

**Key-words:** Consumption. Digestibility. Performance. Liver.

## INTRODUÇÃO

As condições edafoclimáticas encontradas nas regiões semiáridas fazem das plantas nativas um recurso forrageiro indispensável para o desenvolvimento da caprinocultura local. Dentre as forrageiras nativas, a pornunça (*Manihot* sp.), híbrido natural da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e da maniçoba (*Manihot glaziowii* Meull) (FERREIRA et al., 2009), destaca-se como planta que, além de ser tolerante ao estresse hídrico e apresentar boa capacidade de brotação no período chuvoso (SILVA; MOREIRA, 2007; ARAÚJO; CAVALCANTI, 2002; VOLTOLINI et al., 2010), possui também adequada composição bromatológica animal. Fatos que a tornam excelente opção para alimentação de caprinos. No entanto, quando consumida *in natura*, pode causar intoxicação aguda e levar o animal à morte.

A pornunça, assim como as demais plantas deste gênero, apresenta em sua composição quantidades variadas de glicosídeos cianogênicos (linamarina e lotaustralina) que, quando hidrolisados pela enzima linamarase, liberam ácido cianídrico (HCN) (LIMA JÚNIOR et al., 2010), o qual pode causar intoxicação no animal, dependendo da quantidade ingerida (KUMAR, 1992; MATOS et al., 2005; SOARES, 2000), fato que limita seu consumo *in natura*. Entretanto, grande parte do ácido cianídrico formado é eliminada quando o material é triturado e, em seguida, fenado ou ensilado (SOARES, 2000; AMORIM et al., 2005), podendo assim ser utilizado na alimentação animal.

O consumo voluntário é determinante na produção animal, pois constitui o aporte de nutrientes para atender às exigências de manutenção e produção (NOLLER & MOE, 1995). O consumo depende do animal, do alimento, das condições de alimentação e do meio ambiente (MERTENS, 1994). Além do consumo, é necessário entender o comportamento ingestivo dos caprinos para ajuste do manejo e obtenção de melhor desempenho (CARVALHO et al., 2007).

Considerando que a pornunça é uma planta cianogênica, justifica-se avaliar o efeito da sua ingestão sobre o metabolismo animal, tendo em vista que há trabalhos na literatura relatando que a exposição prolongada ao cianeto, mesmo que em baixas concentrações, pode ocasionar toxicidade crônica (AMORIM et al., 2005; KANEKO, 2008; SOTO-BLANCO et al., 2001; 2002 a, b, 2004), afetando a funcionalidade de diversos órgãos, especialmente o fígado, onde ele é metabolizado.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o consumo, a digestibilidade, o comportamento ingestivo, o desempenho zootécnico e os parâmetros sanguíneos de cabritos alimentados com feno de pornunça em substituição ao feno de tifton.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) sob a licença: 011/2015. Foi conduzido no setor de caprinovinocultura do Departamento de Zootecnia (DZ) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), no Recife. As análises laboratoriais da dieta foram executadas no Laboratório de Nutrição Animal (LNA).

Utilizaram-se 40 cabritos SRD (sem raça definida) machos não castrados, com peso corporal inicial (PCI) médio  $17,55 \pm 0,62$  kg. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e 10 repetições. Ao chegarem ao galpão de confinamento, os animais foram pesados, identificados com brincos, vacinados contra clostridioses, submetidos ao controle de endo e ectoparasitas e suplementados com vitaminas lipossolúveis A, D e E, sendo alojados individualmente em baias com piso suspenso de madeira ripada, com dimensões de 1.8 m x 1.0 m (1.8 m<sup>2</sup>), providas de comedouro e bebedouro.

Os tratamentos experimentais consistiram em uma dieta composta por 65% de volumoso e 35% de concentrado, em que foi substituído 0; 33; 66 e 100% do feno de tifton por feno de pornunça. A fração concentrada das dietas foi composta por milho triturado, farelo de soja, ureia e mistura mineral comercial. As dietas foram formuladas para proporcionar ganhos de peso de 150g/dia (NRC, 2007).

O período experimental compreendeu 80 dias, dos quais 29 dias foram destinados à adaptação dos animais às instalações e ao manejo zootécnico e 51 dias para coletas de dados. O arraçoamento foi realizado duas vezes ao dia (8h e 15h), na forma de ração completa, sendo 60% da dieta ofertada pela manhã e 40% à tarde, com água sempre à disposição dos animais. A composição química dos ingredientes e das dietas experimentais está descrita nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

**Tabela 1.** Composição química dos ingredientes das dietas com base na matéria seca (MS).

Nutrientes (%)	Ingredientes					
	Milho	Farelo de soja	Feno de Tifton	Feno de Pornunça	Sal mineral	Ureia
Matéria Seca	88,52	88,52	90,34	91,87	99,00	99,00
Matéria Orgânica	97,56	92,67	92,12	92,06	-	-
Matéria Mineral	2,44	7,33	7,88	7,94	100,00	-
Proteína Bruta	8,91	50,12	9,76	11,27	-	262,00
Fibra em Detergente Neutro	13,66	19,96	70,95	52,21	-	-
Fibra em Detergente Neutro cp*	12,39	13,11	66,36	46,86	-	-
Fibra em Detergente Ácido	4,66	7,39	32,99	25,60	-	-
Celulose	2,44	2,53	28,50	14,04	-	-
Hemicelulose	8,29	5,81	33,37	21,26	-	-
Lignina Detergente Ácido	1,62	4,86	4,49	11,56	-	-
Extrato Etéreo	7,20	1,10	2,34	4,92	-	-
Carboidratos Totais	81,46	69,95	80,01	75,87	-	-
Carboidratos não Fibrosos	69,07	28,33	13,65	29,01	-	-
Ácido Cianídrico (mg kg <sup>-1</sup> MS)	17,66	6,00	5,81	59,55	-	-

\*FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína;

**Tabela 2.** Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais

Ingredientes	Níveis de substituição (%)			
	0	33	66	100
Milho triturado	16,91	16,84	16,84	16,93
Farelo de soja	16,91	16,84	16,84	16,93
Feno de Tifton	65,00	43,30	21,70	0,00
Feno de Pornunça	0,00	21,70	43,30	65,00
Sal Mineral	1,00	1,00	1,00	1,00
Ureia	0,18	0,32	0,32	0,14
<i>Composição química (g kg<sup>-1</sup> MS)</i>				
Matéria Seca (g kg <sup>-1</sup> MN)	898,3	901,7	905,0	908,2
Matéria Orgânica	920,5	919,0	918,9	920,4
Matéria Mineral	77,7	77,8	77,9	78,2
Proteína Bruta	168,0	174,5	177,8	176,9
Fibra em Detergente Neutro cp*	474,5	432,0	389,8	347,8
Fibra em Detergente Ácido	234,8	218,7	202,7	186,8
Lignina em detergente ácido	40,2	55,5	70,7	86,1
Celulose	193,7	162,2	131,0	99,7
Hemicelulose	240,7	214,4	188,2	162,1
Extrato Etéreo	29,2	34,8	40,4	46,0
Carboidratos Totais	725,0	712,9	703,9	699,0
Carboidratos Não Fibrosos	253,5	283,4	315,6	354,5
Nutrientes Digestíveis Totais	701,6	696,1	662,6	596,9
Ácido Cianídrico (mg kg <sup>-1</sup> MS)	7,78	19,42	31,03	42,71
PIDN	33,5	35,5	37,5	39,8

\*cp = corrigida para cinza e proteína; PIDN = proteína insolúvel em detergente neutro.



Durante todo o período experimental, os alimentos e as sobras foram pesados para mensuração do consumo alimentar e para ajuste das quantidades de alimentos ofertados, de forma a garantir sobras na ordem de 15% do total ofertado. O ajuste da quantidade de alimentos ofertados foi realizado a cada dois dias. O consumo de matéria seca e dos nutrientes foi calculado mediante a diferença entre as quantidades oferecidas e refugadas. Os animais foram pesados no início do experimento e a cada 14 dias, para acompanhamento do desempenho produtivo.

Amostras de alimentos fornecidos e de sobras foram coletadas semanalmente durante todo o experimento. A cada coleta, as amostras foram identificadas, pesadas e secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 horas, homogeneizadas, retirando-se uma alíquota de 10%, para constituírem uma amostra composta por animal. Após o término do experimento, as amostras foram processadas, sendo moídas em moinho tipo *Willey*, passando por peneira de crivos de 1 ou 2 mm (em função da finalidade da análise), acondicionadas em recipientes devidamente identificados e encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal (LNA) do Departamento de Zootecnia da UFRPE para a realização das análises bromatológicas.

O teor de HCN (Tabela 1) dos ingredientes da ração (volumosos e concentrados) foi determinado pela metodologia proposta por Ades Totah e Hernandez Luis (1986) adaptada por Silva (2015).

As determinações de matéria seca (MS) (método 930.15); matéria mineral (MM) (método 942.05), proteína bruta (PB) (método 968.06) e extrato etéreo (EE) (método 954.05) foram realizadas de acordo com a AOAC (2012). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram obtidos segundo metodologia descrita por Van Soest et al. (1963). As correções da FDN e do CNF para cinzas e proteína foram efetuadas usando-se as metodologias para análises de PB e MM descritas por Detmann et al. (2012).

Os carboidratos totais (CHT) foram estimados de acordo com a equação proposta por Sniffen et al. (1992) [%CHT = 100 - (%PB + %EE + %MM)] e, em função da presença de ureia nas dietas, os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados de acordo com a fórmula descrita por Detmann e Valadares Filho (2010) CNF = 100 - [(%PB - %PB<sub>ureia</sub> + %ureia)] + MM + EE + FDN<sub>cp</sub>]. Para estimativa dos nutrientes digestíveis totais (NDT), utilizou-se a equação descrita por Weiss (1999):

[ $NDT = PBD + EED * 2,25 + CNF_{CPD} + FDN_{cpD}$ , sendo  $PBD = (PB \text{ ingerida} - PB \text{ fezes})$ ,  $EED = (EE \text{ ingerido} - EE \text{ fezes})$ ,  $CNF_{CPD} = (CNF_{CP} \text{ ingeridos} - CNF_{CP} \text{ fezes})$  e  $FDN_{cpD} = (FDN_{cp} \text{ ingerido} - FDN_{cp} \text{ fezes})$ ].

Para determinação da matéria seca fecal (PMSF), necessária para o cálculo do coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes, foi realizada coleta total de fezes durante 72 horas com auxílio de bolsas coletoras ajustadas ao corpo dos animais. As fezes foram coletadas duas vezes ao dia, às 09h e 16h, retirando-se uma amostra de 10% do total excretado por coleta, por animal, para formar uma amostra composta que era diariamente pré-seca em estufa de circulação forçada. Alimentos e sobras de cada animal, durante o período de coleta de fezes, também foram amostrados e posteriormente processados para realização das análises bromatológicas.

As medidas dos padrões comportamentais foram realizadas nos dois últimos dias destinados à coleta de dados, através do método pontual de varredura instantânea (“Scan sampling”), proposto por Martin & Bateson (1988), a intervalos de cinco minutos em 24 horas (JOHNSON & COMBS, 1991), iniciando às 7h20 da manhã e concluídas às 7h20 do dia seguinte. O galpão foi mantido sob iluminação artificial à noite, durante todo o período experimental. Nos intervalos de observação foram registrados o tempo de ingestão de alimentos, o tempo de ruminação e tempo em ócio.

As eficiências de alimentação ( $EAL_{MS}$ , g MS  $\text{min}^{-1}$ ; ( $EAL_{FDN}$ , g FDN  $\text{min}^{-1}$ ) foram calculadas pela divisão do consumo de MS e FDN pelo tempo de alimentação ( $CMS \text{ TAL}^{-1}$  e  $FDN \text{ TAL}^{-1}$ ). As eficiências de ruminação ( $ERU_{MS}$ , g MS  $\text{min}^{-1}$  e  $ERU_{FDN}$ , g FDN  $\text{min}^{-1}$ ) foram calculadas pela relação entre o consumo de MS e FDN, pelo tempo de ruminação ( $\text{min dia}^{-1}$ ); o tempo de mastigação total (TMT,  $\text{min dia}^{-1}$ ), como o somatório dos tempos de alimentação e ruminação ( $TAL + TRU$ ), e o tempo em ócio foi considerado o tempo em que o animal não estava se alimentando, nem ruminando.

O ganho de peso diário (GMD) foi obtido pela relação entre o ganho de peso total (GPT) e os dias de confinamento (51 dias). A conversão alimentar (CA) foi obtida pela relação entre a quantidade de alimento consumido e o ganho de peso obtido no período. O desempenho zootécnico dos animais foi avaliado através do ganho de peso, total e diário, pelo consumo de alimentos e a conversão alimentar. As pesagens dos animais foram realizadas pela manhã, antes do fornecimento da alimentação.

Para avaliar o metabolismo animal durante o período experimental foram realizadas quatro coletas de sangue, sendo a primeira considerada *baseline* (tempo zero – T0, antes da inclusão do feno de pornunça na dieta) e as demais realizadas 15, 33 e 51 dias após o T0.

O sangue foi obtido através da punção da veia jugular pelo sistema *vacutainer*, sempre no período da manhã antes do arraçoamento. Para as análises bioquímicas utilizaram-se tubos com gel ativador de coágulo. Para glicemia, o sangue foi coletado em tubos com fluoreto de sódio e para as análises hematológicas em tubos com anticoagulante (EDTA). Em seguida, as amostras foram levadas ao laboratório, onde foram centrifugadas a 3.000 rpm por 10 minutos e imediatamente analisadas.

Foram determinadas as concentrações da ureia, creatinina, proteína total, albumina, globulina, colesterol, glicose, triglicérides, alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST), gamaglutamiltransferase (GGT) e fosfatase alcalina (FALCA) através do aparelho Labmax 240 da Labtest, utilizando kits comerciais da Labtest, de acordo com as instruções do fabricante, no laboratório de Patologia Clínica do Departamento de Medicina Veterinária da UFRPE.

O hormônio T<sub>4</sub> foi analisado em amostras de soro através do aparelho Mindray MR – 96A, utilizando kits comerciais, de acordo com as instruções do fabricante, no laboratório BIOPA, no Departamento de Zootecnia da UFRPE.

Os dados foram analisados conforme o modelo matemático:  $Y_{ij} = m + t_i + e_{ij}$ , onde,  $Y_{ij}$  = valor observado na unidade experimental que recebeu o tratamento  $i$ , repetição  $j$ ;  $m$  = efeito geral da média;  $t_i$  = efeito do tratamento  $i$ ;  $e_{ij}$  = erro aleatório (resíduo), submetidos à análise de variância e regressão, ao nível de 5% de probabilidade. O pacote estatístico SAS (2006), versão 9.1.3 foi empregado para análise de todos os dados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os consumos de MS, independentemente da forma que foi expressa (g dia<sup>-1</sup>, % PC e g kg<sup>-1</sup> PV<sup>0,75</sup>), o de MO (g dia<sup>-1</sup>) e de PB (g dia<sup>-1</sup>) não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pela substituição do feno de tifton pelo feno de pornunça (Tabela 3). A não detecção de

diferença no consumo de MS em função dos níveis de substituição dos fenos na dieta e por estas serem isoproteicas justificam as respostas para os consumos de MO e PB.

As ingestões de MS encontradas foram inferiores ao indicado pelo NRC (2007), que preconiza 0,790 kg/dia e 3,95% PC para animais com 20 kg de peso corporal (PC) e ganho diário de 150g. Enquanto que os valores de CPB encontrados estão superiores ao recomendado pelo NRC (2007), de 0,108 kg/dia para animais com 20 kg de PC e ganho diário de 150 g.

**Tabela 3.** Consumo e coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes das rações contendo diferentes níveis do feno de pornunça em substituição ao feno de tifton.

	% Pornunça na Dieta				EPM	P-Valor	
	0	33	66	100		Linear	Quadrático
<b>Consumo g dia<sup>-1</sup></b>							
MS	665,98	718,67	686,19	707,19	11,04	0,3579	0,4797
MS (% PC)	3,55	3,79	3,72	3,81	0,05	0,0936	0,4347
MS (g kg <sup>-1</sup> PV <sup>0,75</sup> )	73,82	79,03	76,92	79,00	1,01	0,1357	0,4369
MO	618,36	666,38	636,88	665,98	10,16	0,3608	0,4835
PB	119,24	132,45	126,67	132,25	2,12	0,0796	0,3688
FDN <sub>cp</sub>	290,85	292,86	256,39	229,87	4,79	<0,0001 <sup>1</sup>	0,1151
EE	21,58	27,18	28,86	35,86	0,61	<0,0001 <sup>2</sup>	0,4867
LIG	24,76	38,68	45,25	55,06	1,13	<0,0001 <sup>3</sup>	0,1375
CHT	518,60	553,91	528,65	534,35	8,26	0,7688	0,3789
CNF	190,25	220,80	231,87	261,60	4,10	<0,0001	0,9260
NDT	506,23	490,82	546,03	493,34	22,23	0,9291	0,6809
HCN (mg kg <sup>-1</sup> MS)	5,26	14,23	21,61	30,51	0,81	<0,0001 <sup>5</sup>	0,8270
HCN (mg kg <sup>-1</sup> PC)	0,28	0,75	1,17	1,64	0,04	<0,0001 <sup>6</sup>	0,8630
<b>Digestibilidade (g kg<sup>-1</sup> MS)</b>							
MS	709,29	692,85	658,32	557,16	14,2182	<0,0001 <sup>7</sup>	0,0821
MO	724,03	706,34	668,89	589,70	14,2656	<0,0001 <sup>8</sup>	0,0913
FDN	602,63	543,84	436,51	318,97	28,1646	<0,0001 <sup>9</sup>	0,3411
PB	776,86	722,81	666,07	583,72	17,8494	<0,0001 <sup>10</sup>	0,3865
CHT	711,15	706,33	676,51	596,72	13,8371	0,0007 <sup>11</sup>	0,0692
CNF	883,80	888,90	926,60	816,10	13,6680	0,1664	0,0211 <sup>12</sup>

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; FDN<sub>cp</sub> = fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; EE = extrato etéreo; LIG = lignina; CHT = carboidratos totais; CNF = carboidratos não fibrosos; NDT = nutrientes digestíveis totais; EM = energia metabolizável; HCN = ácido cianídrico; EPM = erro padrão da média; <sup>1</sup>Ŷ = 300,3130 - 0,6597X; <sup>2</sup>Ŷ = 21,7085 + 0,1338X; <sup>3</sup>Ŷ = 26,3836 + 0,2926X; <sup>4</sup>Ŷ = 164,8721 + 1,2251X; <sup>5</sup>Ŷ = 5,4800 + 0,2497X; <sup>6</sup>Ŷ = 0,2873 + 0,0136X; <sup>7</sup>Ŷ = 72,3937 - 0,0030X; <sup>8</sup>Ŷ = 73,8180 - 0,1325X; <sup>9</sup>Ŷ = 61,8619 - 0,2879X; <sup>10</sup>Ŷ = 78,2474 - 0,1912X; <sup>11</sup>Ŷ = 72,8596 - 0,1124X; <sup>12</sup>Ŷ = 87,4829 + 0,2098X - 0,0026X<sup>2</sup>.

A ingestão de FDN<sub>cp</sub> (Tabela 3) apresentou comportamento linear decrescente (P<0,0001) na medida em que o feno de tifton foi substituído pelo feno de pornunça. Comportamento explicado pela redução linear deste nutriente nas dietas experimentais.

Apesar da diminuição no consumo de FDN, verifica-se que não houve prejuízo para a ruminação (Tabela 4) e desempenho animal (Tabela 5), mesmo no tratamento com menor concentração de FDN (34,8%), no qual o feno de tifton foi substituído em 100% pelo feno de pornunça.

Contrariamente, os consumos de EE, Lignina e CNF ( $\text{g dia}^{-1}$ ) aumentaram linearmente, resultado da elevação da concentração destes nutrientes na ração, à medida que o feno de tifton foi substituído pelo feno de pornunça. Porém, o consumo de CHT ( $\text{g dia}^{-1}$ ) não sofreu alteração com a inclusão do feno de pornunça. Apesar do consumo crescente de CNF e decrescente de FDN, não houve alteração na ingestão de NDT ( $\text{g dia}^{-1}$ ) com a substituição do feno de tifton por feno de pornunça. O declínio na digestibilidade dos nutrientes observado no ensaio de digestibilidade provavelmente levou a esta resposta.

Segundo NRC (2007), para animais com 20kg e 150g de ganho é preconizado consumo de 0,530 kg/dia de NDT, valor que foi alcançado apenas pelos animais submetidos ao tratamento com 66% de pornunça em substituição ao feno de tifton.

A ingestão de ácido cianídrico (CHCN,  $\text{mg kg}^{-1}$  MS) aumentou de forma linear devido a maior presença deste composto no feno de pornunça (Tabela 3). Os animais consumiram 0,28; 0,75; 1,17 e 1,64  $\text{mg HCN kg}^{-1}$  de peso corporal dia nos tratamentos com 0, 33, 66 e 100% de feno de pornunça, respectivamente, sem apresentar sinais de toxidez aguda. Isto era esperado, tendo em vista que Soares (2000) relata intoxicação com ingestão acima de 2,4  $\text{mg HCN kg}^{-1}$  de peso corporal em animais alimentados com maniçoba, valor superior ao ingerido pelos animais nesta pesquisa. No entanto, Matos et al. (2005) observaram ingestão de 3,23  $\text{mg HCN kg}^{-1}$  de peso corporal, quando fornecida a maniçoba conservada na forma de silagem sem aparente efeito tóxico em ovinos. Amorim et al. (2003) encontraram intoxicação cianídrica em caprinos com *Manihot glaziovii* a partir de 6,7  $\text{g kg}^{-1}$  PC, enquanto que Amorim et al. (2004) registraram intoxicação em bovinos com *Manihot glaziovii* a partir de 5  $\text{g kg}^{-1}$  PC.

A baixa concentração de HCN registrada no feno pornunça se deve ao processo de trituração e desidratação do material, inerente ao processo de fenação. A ruptura das células libera as  $\beta$ -glicosidases, enzimas responsáveis pela hidrólise dos glicosídeos cianogênicos e a desidratação faz com que o HCN formado volatilize (AMORIM et al., 2006; CEREDA, 2003; RADOSTITS et al., 2000). Entretanto, esse processo não elimina

completamente os glicosídeos cianogênicos. Assim, a ingestão contínua de HCN, mesmo que em baixas concentrações pode provocar alterações metabólicas.

O coeficiente de digestibilidade de todos os nutrientes, com exceção dos CNF, reduziu linearmente com a substituição do feno de tifton por feno de pornunça. Embora a concentração de FDN tenha diminuído e a de CNF tenha aumentado com a substituição, isso não refletiu positivamente sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes. A redução na digestibilidade dos nutrientes pode ser atribuída ao aumento na concentração de lignina (Tabela 1), que é um dos fatores que limitam fortemente a degradabilidade ruminal (FRANÇA et al., 2010). Além disso, as proporções de celulose, hemicelulose e lignina que compõem a parede celular refletem diretamente na ingestão e taxa de fermentação (Moore et al., 2002). A digestibilidade dos CNF foi influenciada de forma quadrática ( $P < 0,05$ ) pelos tratamentos, atingindo digestibilidade máxima ( $958,41 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$ ) com 40,34% de feno de pornunça.

De acordo com Nussio et al. (2011), além do teor de lignina, a digestibilidade dos carboidratos pode ser afetada por fatores como tamanho de partículas e compostos fenólicos, que podem impedir o adequado desenvolvimento dos microrganismos ruminais, bem como a adesão e o processo de degradação.

A digestibilidade da FDN variou de 602,63 a 318,97  $\text{g kg}^{-1} \text{ MS}$ . Coelho (2014), trabalhando com ovinos alimentados com feno de pornunça em substituição ao feno de tifton e uma relação de 40% de volumoso para 60% de concentrado, observou digestibilidade de 42,19 e 39,64% para FDN nos tratamentos com 33 e 66% de substituição, respectivamente, valores inferiores aos reportados aqui. É importante frisar que, diferentemente de Coelho, na presente pesquisa utilizaram-se cabritos SRD recebendo uma dieta com 65% de volumoso e 35% de concentrado. Araújo et al. (2009), trabalhando com níveis crescentes de maniçoba (30, 40, 50 e 60%) na dieta de cabras Moxotó, observaram que a digestibilidade da FDN apresentou o valor médio de 36,01%, valor inferior ao reportado na presente pesquisa (47,55%).

O tempo despendido com alimentação, ruminação e ócio não foi alterado com o aumento do nível de pornunça na dieta (Tabela 4). Segundo Lu et al. (2005), a ingestão de FDN está diretamente relacionada com a ruminação. No entanto, apesar do consumo de FDN ter reduzido linearmente, isto não se refletiu no tempo despendido com

ruminação, possivelmente em resposta às alterações nas proporções de celulose, hemicelulose e lignina.

**Tabela 4.** Comportamento ingestivo de cabritos alimentados com feno de pornunça em substituição ao feno de tifton

Tempo (minutos)	% Pornunça na Dieta				EPM	P-Valor	
	0	33	66	100		Linear	Quadrático
Tempo de alimentação	284	287	288	299	9,10	0,5774	0,8327
Tempo de ruminação	454	476	467	385	14,40	0,0913	0,0645
Tempo de ócio	702	677	685	756	16,34	0,2456	0,1437
Tempo de mastigação total	738	763	755	684	16,34	0,2456	0,1437
EAL <sub>MS</sub> (g MS min <sup>-1</sup> )	2,43	2,73	2,41	2,45	0,11	0,7728	0,5547
EAL <sub>FDN</sub> (g FDN min <sup>-1</sup> )	1,06	1,11	0,90	0,80	0,05	0,0136 <sup>1</sup>	0,3932
ERU <sub>MS</sub> (g MS min <sup>-1</sup> )	1,54	1,54	1,49	1,95	0,07	0,0476 <sup>2</sup>	0,0757
ERU <sub>FDN</sub> (g FDN min <sup>-1</sup> )	0,67	0,63	0,55	0,63	0,02	0,3691	0,1805

EAL = eficiência de alimentação; ERU = eficiência de ruminação; MS = matéria seca; FDN = fibra em detergente neutro; EPM = erro padrão da média; <sup>1</sup>Ŷ = 1,1204 – 0,0030X; <sup>2</sup>Ŷ = 1,4480 + 0,0036X.

O tempo gasto em ócio não foi alterado pelas dietas devido à resposta observada para tempo de alimentação e ruminação. Consequentemente, o tempo de mastigação total também não foi influenciado, pois este é resultado do somatório do tempo despendido com alimentação e ruminação.

Animais estabulados gastam aproximadamente uma hora com alimentação quando a dieta apresenta alta proporção de grãos e pode chegar a até mais de seis horas para dietas com alto teor de volumoso (VAN SOEST, 1994). Assim, o tempo despendido com ruminação parece ser proporcional à quantidade de fibra na dieta. Porém, nesta pesquisa houve redução na ingestão de fibra, sem, no entanto, reduzir o tempo gasto com alimentação e ruminação, provavelmente devido ao tipo de fibra da pornunça.

Segundo Silva et al. (2005), a elevação do nível de carboidratos não fibrosos e a redução da fibra em detergente neutro da dieta podem reduzir o tempo de alimentação e ruminação e, por consequência, elevar o tempo de ócio. Pereyra & Leiras (1991) enfatizam que o tempo de ruminação depende da qualidade do alimento, variando de 5 a 9 horas, dependendo da concentração de fibra da dieta. Ou seja, quanto maior a qualidade do alimento, menor o tempo despendido com ruminação.

As eficiências de alimentação (EAL) e ruminação (ERU) estão diretamente relacionadas com os níveis de ingestão de nutrientes, como pode ser observado pelo comportamento da EAL da FDN, que reduziu linearmente, e a EAL da MS, que não

sofreu alteração, refletindo o comportamento observado no consumo destas variáveis. Não foi observada alteração na ERU da FDN, provavelmente em resposta à semelhança do tempo despendido para ruminação. No entanto, a ERU da MS aumentou linearmente, indo de encontro ao consumo de matéria seca e ao tempo de alimentação e ruminação observado.

Esta redução na eficiência de alimentação da FDN se deve provavelmente à queda na concentração de FDN nas dietas com pornunça e ao menor consumo deste composto pelos animais.

O desempenho dos cabritos (Tabela 5) não foi influenciado pelas dietas, resultado do comportamento observado para o consumo de MS e NDT, pois a ingestão de MS está diretamente relacionada com o aporte de nutrientes que será utilizado pelo animal, refletindo diretamente no seu desempenho. Já a conversão alimentar apresentou comportamento linear crescente, com a inclusão do feno de pornunça, resultado do declínio observado na digestibilidade dos nutrientes.

Os animais de todos os tratamentos apresentaram ganho de peso inferior ao preconizado nas rações experimentais, reflexo do consumo de MS e NDT.

**Tabela 5.** Desempenho de cabritos alimentados com feno de pornunça em substituição ao feno de tifton

Item	% de Pornunça na Dieta				EPM	P-Valor	
	0	33	66	100		Linear	Quadrático
PCI (kg)	17,57	17,65	17,28	17,64	0,30	0,9560	0,8193
PCF (kg)	22,60	23,28	22,01	21,39	0,41	0,1875	0,4438
GPT (kg)	5,03	5,63	4,73	3,75	0,07	0,0672	0,1706
GMD (g)	98,63	110,39	92,74	73,53	0,01	0,0672	0,1706
CA (CMS GMD <sup>-1</sup> ) (kg)	7,14	6,81	9,25	10,98	0,36	0,0088 <sup>1</sup>	0,3834

PCI = peso corporal inicial; PCF = peso corporal final; GPT = ganho de peso total; GMD = ganho médio diário; CA = conversão alimentar; EA = eficiência alimentar. CMS = consumo de matéria seca; EPM = erro padrão da média; <sup>1</sup>Ŷ = 6,4551 + 0,0420X;

Trabalhos na literatura têm associado a ingestão de HCN à alteração no ganho de peso de ratos (SOUSA et al, 2002), coelhos (OKOLIE; OSAGIE, 1999), suínos (MANZANO, 2006), caprinos e ovinos (ONWUKA et al., 1992). No entanto, Soto-Blanco et al. (2001), trabalhando com cabritos em crescimento, recebendo 0,3; 0,6; 1,2 e 3,0 mg kg<sup>-1</sup> de peso corporal dia de cianeto de potássio (KCN), durante cinco meses, não observaram redução no ganho de peso quando os animais ingeriram 1,2 mg/kg PC de HCN por dia, ingestão semelhante à reportada nesta pesquisa com 66% de substituição.



Provavelmente, o tempo de exposição dos animais, bem como a quantidade ingerida de HCN nesta pesquisa, não foram suficientes para afetar o desempenho dos animais, corroborando com Tokarnia et al. (2000), que observaram toxicidade do HCN com dose de 2 a 4 mg de HCN por kg/PC por hora.

O nível sérico da creatinina e da albumina não diferiu estatisticamente entre os tratamentos (Tabela 6). Contudo, o nível sérico de ureia se elevou linearmente com a inclusão do feno de pornunça, ficando acima do valor referenciado em todos os tratamentos. Enquanto que a concentração sérica de globulina e proteína total foi influenciada de forma quadrática ( $P < 0,05$ ) pelos tratamentos, atingindo ponto de mínima (4,96 e 7,74 g dL<sup>-1</sup>) com 67 e 65,5% de pornunça, respectivamente. Tanto o nível sérico de globulina como o das PT ficaram acima dos valores preconizados para caprinos, enquanto que a concentração de creatinina ficou abaixo dos valores referenciados.

**Tabela 6.** Perfil proteico, energético e enzimático de cabritos alimentados com feno pornunça em substituição ao feno de tifton

	% Pornunça na dieta				EPM	P-Valor		Valores* Referência
	0	33	66	100		Linear	Quadrático	
<b>Perfil Proteico</b>								
Ureia (mg dL <sup>-1</sup> )	44,15	47,51	48,96	50,55	0,650	0,0003 <sup>1</sup>	0,4676	21,4-42,8
Creatinina (mg dL <sup>-1</sup> )	0,82	0,88	0,78	0,81	0,010	0,1975	0,5404	1,0-1,8
Albumina (g dL <sup>-1</sup> )	2,74	2,81	2,71	2,76	0,019	0,8317	0,8264	2,70-3,9
Globulinas (g dL <sup>-1</sup> )	5,83	4,61	5,43	5,75	0,051	0,3898	0,0072 <sup>2</sup>	2,70-4,1
PT (g dL <sup>-1</sup> )	8,56	8,42	8,14	8,51	0,053	0,3644	0,0121 <sup>3</sup>	6,0-7,5
<b>Perfil Energético (mg dL<sup>-1</sup>)</b>								
Glicose	52,10	52,98	52,50	52,56	0,368	0,7827	0,5859	50,0-75,0
Colesterol	46,02	49,60	47,59	52,68	1,080	0,0635	0,7287	80,0-130,0
Triglicérides	24,96	24,70	23,66	23,32	0,493	0,1802	0,9799	-
<b>Perfil Enzimático (UI L<sup>-1</sup>)</b>								
ALT	25,04	26,36	23,96	23,70	0,449	0,1119	0,3878	6,0-19,0
AST	106,54	115,87	99,72	109,29	2,035	0,6646	0,9583	167,0-513,0
GGT	45,42	40,21	44,28	47,08	0,844	0,2343	0,0179 <sup>4</sup>	20,0-56,0
FALCA	259,87	294,76	327,55	225,81	14,894	0,6083	0,0214 <sup>5</sup>	93,0-387,0

PT = proteína total; ALT = alanina aminotransferase; AST = aspartato aminotransferase; GGT = gamaglutamiltransferase; FALCA = fosfatase alcalina; EPM = erro padrão da média; \*(KANEKO, 1997; MEYER e HARVEY, 2004; BLOOD e RODOSTITIS). <sup>1</sup>Y = 44,7126 + 0,0620X; <sup>2</sup>Y = 5,8480 - 0,0134X + 0,0001X<sup>2</sup>; <sup>3</sup>Y = 8,6026 - 0,0131X - 0,0307X<sup>2</sup>; <sup>4</sup>Y = 44,8747 - 0,1511X + 0,0018X<sup>2</sup>; <sup>5</sup>Y = 253,3354 + 2,8604X - 0,0307X<sup>2</sup>.

O aumento linear na concentração de ureia pode ser devido a uma redução na taxa de filtração glomerular (TFG). No entanto, o comportamento da creatinina, marcador indireto mais eficiente para avaliação da TFG (BRAUN & LEFELVRE,

2008), descarta este efeito, mostrando que o feno de tifton pode ser substituído em 100% pelo feno de pornunça.

A concentração sanguínea de ureia está diretamente relacionada com os níveis proteicos da ração e com a relação energia/proteína das dietas (MENEZES et al., 2012). Assim, os valores médios observados para ureia provavelmente se devem ao desequilíbrio na relação energia/proteína das rações.

Descartando causas patológicas, a albumina e as proteínas totais podem ser relacionadas com o aporte proteico da ração. No entanto, diferentemente da ureia, que é utilizada para avaliar o estado proteico do animal a curto prazo, a albumina o demonstra a longo prazo (GONZÁLEZ & SCHEFFER, 2003), pois sua concentração no sangue é alterada lentamente. Segundo Caldeira (2005), dietas que atendam plenamente às exigências em aminoácidos essenciais dos animais permitirão necessariamente níveis máximos de síntese de albumina, gerando concentrações séricas tendencialmente máximas, dentro do intervalo da normalidade.

Levando em consideração os níveis séricos de albumina e proteínas totais, pode-se inferir que o teor de proteína das rações e o consumo de PB proporcionaram status proteico adequado dos animais. Estes dados também indicam que tanto a função hepática quanto a renal não foram afetadas pela exposição crônica ao HCN.

A diabetes pancreática tem sido associada à exposição crônica ao cianeto (KAMALU, 1991, 1995). No entanto, no presente estudo não foi observado nenhum efeito diabetogênico através das análises bioquímicas (Tabela 6), estando de acordo com resultados observados por outros autores trabalhando com caprinos em crescimento (Soto-Blanco et al., 2001), com cabras durante e após a gestação (Soto-Blanco et al., 2004) e com ratos (Soto-Blanco et al., 2002a). Também não houve alteração nas concentrações de colesterol e triglicerídeos (mg/dL) em nenhum tratamento, mesmo após 51 dias de exposição ao HCN via ingredientes da dieta.

Nunes et al. (2010) relacionaram o aumento na concentração sérica do colesterol com a crescente concentração de EE na dieta. No entanto, na presente pesquisa o aumento na concentração de EE das dietas (tabela 2), bem com o aumento ( $P < 0,05$ ) na ingestão deste nutriente (tabela 3) não foram suficientes para proporcionar aumento na concentração do colesterol dos animais dos diferentes tratamentos.

A atividade sérica das enzimas ALT e AST (Tabela 6) não sofreu alteração com os níveis crescentes de feno de pornunça na dieta. Entretanto, os valores médios de ALT ficaram acima dos valores referenciados para caprinos (6-19 U L<sup>-1</sup>), enquanto que os valores de AST ficaram abaixo (60-147 U L<sup>-1</sup>). Em contrapartida, a atividade sérica da GGT e da FALCA apresentou comportamento quadrático (P<0,05), onde a primeira atingiu ponto de mínima (38,61 UI L<sup>-1</sup>) com 41,97% de substituição do feno de tifton por pornunça e a última atingiu ponto de máxima (385,20 UI L<sup>-1</sup>) com 46,60% de substituição. Porém, ambas ficaram dentro dos valores preconizados para espécie, variando entre 93-387 e 20-56 U L<sup>-1</sup>, respectivamente (CORNELL UNIVERSITY, 2014). Segundo González et al. (2009), o que interessa na avaliação enzimática é o aumento da atividade, não apresentando relevância a sua diminuição.

Os resultados obtidos aqui demonstram que a substituição do feno tifton pelo feno de pornunça não alterou a função renal. Vale salientar que os sinais de insuficiência hepática muitas vezes não se desenvolvem até que 70% ou mais de sua capacidade funcional tenha sido perdida (TENNANT & SHARON, 2008). Além disso, mesmo quando grande parte da massa hepatocelular é perdida após lesão aguda, a recuperação é possível por causa da alta capacidade regenerativa do fígado.

## CONCLUSÕES

O feno de pornunça pode substituir o feno de tifton em até 100% na dieta de cabritos em confinamento, sem comprometer a ingestão de nutrientes digestíveis totais, o comportamento ingestivo, o desempenho produtivo e o metabolismo dos animais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADES TOTAH, J.J.; HERNÁNDEZ LUIS, F. Presencia de acido cianhidrico en forrajes cultivados en Mexico. **Agric. Tec. en Mexico**, v.12, p.77-90, 1986.

- AMORIM, S. L. et al. Intoxicação experimental por *Manihot* sp. em caprinos. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE. **Anais...** João Pessoa: Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba, p.667–667, 2003.
- AMORIM, S.L. et al. Estudo experimental com plantas cianogênicas em bovinos. **Pesq. Veter. Bras.**, v.24, p.5-6, 2004.
- AMORIM, S.L.; MEDEIROS, R. M. T.; RIET-CORREA, F. Intoxicação experimental por *Manihot glaziovii* (Euphorbiaceae) em caprinos. **Pesq. Vet. Bras.** v.25, p.179-187, 2005.
- AMORIM, S.L.; MEDEIROS, R. M. T.; RIET-CORREA, F. Intoxicações por plantas cianogênicas no Brasil. **Ciênc. Animal**, v.16, p.17-26, 2006.
- AOAC **International. Official methods of analysis of AOAC international.** Gaithersburg: Association of Analytical Communities, 2012.
- ARAÚJO, G.G.L.; CAVALCANTI, J. Potencial de utilização da maniçoba. In: III Simpósio Paraibano de Zootecnia, Areias, 2002. **Anais...** Areia, 2002. CDROM.
- ARAÚJO, M. J. et al. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em cabras Moxotó recebendo dietas com diferentes níveis de feno de maniçoba. **Rev. Brasil. de Zootec.**, v.38, n.6, p.1088-1095, 2009.
- BRAUN, J. P. & LEFEBVRE, H. P. Kidney Function and Damage. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W. & BRUSS, M.L. **Clinic. Biochem. of Dom. Animals.** 6th ed. London: Academic Press, 2008, p.483-526.
- CALDEIRA, R. M. Monitorização da adequação do plano alimentar e do estado nutricional em ovelhas. **Rev. Port. de Medicina Veter.**, n.100, p.125-139, 2005.
- CARVALHO, G.G.P. et al. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de cabras lactantes alimentadas com farelo de cacau e torta de dendê. **Rev. Bras. Zootec.**, v.36, n.1, p.103-110, 2007.
- CEREDA, M.P. Processamento da mandioca como mecanismo de detoxificação. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O.F. **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosos amilacias.** São Paulo: Fundação Cargill, 3(3), (Serie culturas de tuberosas amilacias Latino Americanas). 2003, p.47-81.

COELHO, M. C. S. C. **Feno de pornunça (*Manihot spp.*) na alimentação de ovinos em confinamento no semiárido**. 2014. Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco/Universidade Federal da Paraíba/Universidade Federal do Ceará, Recife.

CORNELL UNIVERSITY COLLEGE OF VETERINARY MEDICINE ITHACA, 2014, New York 14853-6401.

DETMAN, E. & VALADARES FILHO, S.C. Comunicação: On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.62, n.4, p.980-984, 2010.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C **Métodos para análises de alimentos - INCT – Ciência Animal**. Editora UFV. 214 p. 2012.

FERREIRA, A. L. et al. Produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e pornunça. **Rev. Bras. de Saúde e Prod. Animal**, v.10, p.129-136, 2009.

FRANÇA, A. A. et al. Anatomia e cinética de degradação do feno de *Manihot glaziovii*. **Acta Scient. Animal Sciences**, v.32, n.2, p.131-138, 2010.

GONZÁLEZ, F. H. D. & SCHEFFER, J. F. S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: GONZÁLES, F. H. D.; CAMPOS, R. In: **Simpósio de patologia clínica veterinária da região sul do Brasil**, 1, 2003, Porto Alegre: Anais...Porto Alegre: UFRGS, p.73-89, 2003.

JOHNSON, T.R. & COMBS, D.K. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. **J. of Dairy Science**, v.74, p.933-944, 1991.

KAMALU, B. P. The adverse effects of long-term cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) consumption. **Intern. J. of Food Science and Nutrition**, v.46, p.65-93, 1995.

KAMALU, B. P. The effect of a nutritionally balanced cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) diet on endocrine function using the dog as a model. 1. Pancreas. **British J. of Nutrition**, v.65, p.365-372, 1991.

KANEKO, J. J. Thyroid Function. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W. & BRUSS, M. L. **Clinical Bioch. of Dom. Animals**. 6th ed. London: Academic Press, p.620-631, 2008.

- KUMAR, R. Anti-nutritional factors, the potential risks of toxicity and methods to alleviate them. In Legume trees and other fodder tree as protein sources for livestock. (Ed. A. Speedy and P. Pugliese). FAO, **Animal Prod. and Health Paper**, v.102, 145-160 p., 1992.
- LIMA JÚNIOR, D. M. et al. Fatores antinutricionais para ruminantes. **Acta Veter. Bras.**, v.3, p.132-143, 2010.
- LU, C. D.; KAWAS, J. R.; MAHGOUB, O. G. Fibre digestion and utilization in goats. **Small Rum. Research**, v.60, p.45–52, 2005.
- MANZANO, H. **Toxicidade do cianeto em suínos: Avaliação dos efeitos perinatais**, 2006, 194p. Tese (Doutorado em Patologia Experimental e Comparada). Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia.
- MATOS, D. S. et al. Composição química e valor nutritivo da silagem de maniçoba (Manihot Epruinosa). **Arch. de Zootec.**, v.54, p.619-629, 2005.
- MENEZES, D. R. et al. Parâmetros sanguíneos, hepáticos e ruminais de ovinos alimentados com dietas com farelo de mamona destoxificado. **Pesq. Agropec. Brasil.**, v.47, n.1, p.103-110, 2012.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: Forage Quality, Evaluation, and Utilization (G.C. Fahey, Jr., ed.). **American Society Agronomy**, Madison, WI, p. 450-493, 1994.
- MOORE, J. A.; POORE, M. H.; LUGINBUHL, J. M. By-products feeds for meat goats: Effects on digestibility ruminal environment, and carcass characteristic. **J. of Animal Science**. v.80, p.1752-1758, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. 1.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007.
- NUNES, A.S. et al. Condição hepática de cordeiros mantidos com dietas contendo torta de dendê proveniente da produção de biodiesel. **Rev. Brasil. de Zootec.**, v.39, n.8, p.1825-1831, 2010.

- NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; LIMA, M.L.M. **Metabolismo de carboidratos estruturais**. p.193. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.) *Nutrição de ruminantes*. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP. 2011.
- OKOLIE, N. P. & OSAGIE, A. U. Liver and Kidney Lesions and Associated Enzyme Changes Induced in Rabbits by Chronic Cyanide Exposure. **Food and Chem. Toxic.**, n.37, p.745-750, 1999.
- ONWUKA, C. F. I.; AKINSOYINU, A. O.; TEWE, O. O. Role of sulphur in cyanide detoxification in ruminants. **Small Rum. Research**, n.8, p.277-284, 1992.
- PEREYRA, H. & LEIRAS, M.A. Comportamiento bovino de alimentación, rumia y bebida. **Fleckvieh-Simmental**. v.9, n.51, p.24-27, 1991.
- RADOSTITS, O. M. et al. **Clínica Veterinária: Um tratado de doenças de bovinos, ovinos, caprinos, suínos e equídeos**. 9º edição. p. 1631-1636. 2000.
- SILVA, A.F. & MOREIRA, J.N. **Pornunça: Aspectos técnicos de produção**. Petrolina: Embrapa Semiárido. 2007.
- SILVA, R.R. et al. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandês x zebu confinadas. **Archivos de Zootec.**, v.54, n.205, p.75-85, 2005.
- SILVA, T.G.P. **Concentração de ácido cianídrico na maniçoba in natura e conservada**, 2015, 30f. Monografia (Bacharelado em Zootecnia) – Curso de Graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II carbohydrate and protein availability. **J. of Dairy Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.
- SOARES, J. G. G. **Avaliação da silagem de maniçoba - teor de ácido cianídrico**. Comunicado Técnico da Embrapa Semiárido, n. 93, 2000.
- SOTO-BLANCO B.; MAIORKA, P. C.; GÓRNIK, S. L. Effects of long-term low-dose cyanide administration to rats. **Ecotoxicol. Environ. Saft**. v.53, p.37-41, 2002a.
- SOTO-BLANCO B.; MAIORKA, P. C.; GÓRNIK, S. L. Neuropathologic study of long term cyanid administration to goat. **Food Chem. Toxicol**. v.40, p.1693-1698, 2002b

SOTO-BLANCO, B. & GÓRNIAK, S. L. Toxicidade da administração prolongada das folhas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) a cabras adultas. **Pesq. Veter. Brasil.** v.24, p.71-72, 2004.

SOTO-BLANCO, B. et al. Does prolonged cyanide exposure have a diabetogenic effect? **Vet Hum. Toxicol.**, n.43, p.106-108, 2001b.

SOTO-BLANCO, B.; GORNIAC, S.L.; KIMURA, E.T. Physiopathological effects of the administration of chronic cyanide to growing goats a model for ingestion of cyanogenic plants. **Veter. Research Commum.**, v.25, p.379-389, 2001a.

SOUSA, A. B. et al. Does prolonged oral exposure to cyanide promote hepatotoxicity and nephrotoxicity?. **Toxicology**, n.174, p.87-95, 2002.

TENNANT, B. C. & SHARON, A. C. Hepatic Function. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W. & BRUSS, M. L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals.** 6th ed. London: Academic Press, 2008, p.378-411.

TOKARNIA, C. H.; DOBEREINER, J.; PEIXOTO, P. V. **Plantas tóxicas do Brasil.** Ed. Helianthus, Rio de Janeiro. 2000.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2 ed. New York: Cornell University press, 1994. 476p.

VAN SOEST, P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. A rapid method for the determination of fiber and lignin. **Journal of the Association Official Agricultural Chemists**, v.46, p.829-835, 1963.

VOLTOLINI, T. V. et al. Alternativas alimentares e sistemas de produção animal para o semiárido brasileiro. In: SÁ, I. B.; SILVA, P. C. G. (Eds.). **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação.** EMBRAPA SEMIÁRIDO, p.199-242, 2010.

WEISS, W.P. **Energy prediction equations for ruminant feeds.** Cornell: Nutrition conference for feed manufactures, 1999.



## **CAPÍTULO II**

---

### **Características de carcaça e da carne de cabritos alimentados com feno de pornunça**

## **Características de carcaça e da carne de cabritos alimentados com feno de pornunça**

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar o efeito da substituição do feno de tifton pelo feno de pornunça (0; 33; 66 e 100%) na dieta de cabritos sobre as características de carcaça, peso e rendimento dos cortes comerciais, medidas morfométricas da carcaça, constituintes não carcaça e qualidade da carne. Foram utilizados 40 cabritos machos, não castrados, sem padrão racial definido, com peso corporal inicial de  $17,55 \pm 0,62$  kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado. O período experimental compreendeu 80 dias, sendo 29 destinados à adaptação à dieta e às instalações e 51 ao período de coletas de dados e amostras. Ao término deste período, os animais foram abatidos para obtenção dos dados de carcaça e qualidade da carne. Os tratamentos influenciaram de forma linear crescente ( $P < 0,05$ ) o rendimento de carcaça quente e fria e de forma quadrática o rendimento do pescoço. O comprimento de perna e o intestino delgado apresentaram comportamento linear decrescente ( $P < 0,05$ ). A luminosidade aumentou linearmente ( $P < 0,05$ ) e a força de cisalhamento apresentou comportamento quadrático ( $P < 0,05$ ). O rendimento de buchada e panelada também apresentou comportamento quadrático com a inclusão do feno de tifton. O feno de pornunça pode substituir o feno de tifton em 100% na dieta de cabritos durante 51 dias de confinamento.

**Palavras-chaves:** Constituintes não carcaça. Cortes cárneos. Desempenho. Força de cisalhamento.

## **Carcass and meat characteristics of goats fed hay pornunça**

**ABSTRACT:** The aim of this study was to evaluate the effect of substitution of tifton hay by pornunça hay (0, 33, 66 and 100%) on goat diet on carcass characteristics, carcass morphometric measurements, non carcass constituents and meat quality. A total of 40 male, uncastrated goats with no racial pattern, with an initial body weight of  $17.55 \pm 0.62$  kg were used, distributed in a completely randomized design. The experimental period comprises 80 days, of which 29 are for diet and for the facilities and 51 for the period of collection of data and samples. At the end of this period, the animals were slaughtered to obtain carcass data and meat quality. The treatments influenced in an increasing linear fashion ( $P < 0.05$ ) the warm and cold carcass yield and in a quadratic form the yield of the neck. Leg length and small intestine present a linear decreasing behavior ( $P < 0.05$ ). The luminosity increased linearly ( $P < 0.05$ ) and shear force showed quadratic behavior ( $P < 0.05$ ). The buchada and dorado yield also presented quadratic behavior with an inclusion of tifton hay. Porcine hay can replace 100% tifton hay in the diet of kids during 51 days of confinement.

**Keywords:** Constituents not carcass. Meat cuts. Performance. Shear force.

## INTRODUÇÃO

A caprinocultura de corte do semiárido brasileiro é composta predominantemente pelo genótipo sem padrão racial definido (SPRD) (CARTAXO et al, 2014), adaptado às condições climáticas da região; porém, apresenta baixos índices produtivos devido, principalmente, ao manejo nutricional inadequado. Isto se deve à estacionalidade da disponibilidade de forragens e à exploração ineficiente das forrageiras nativas da caatinga, como a pornunça, que pode ser utilizada na alimentação animal, visando ao fortalecimento da cadeia produtiva.

A pornunça (*Monihot* sp.), híbrido natural da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e da maniçoba (*Manihot glaziovii* Meull) (FERREIRA et al., 2009) contém folhas e frutos semelhantes aos da mandioca e caules similares aos da maniçoba, sendo tolerante ao estresse hídrico e produtora de grande quantidade de folhas que persistem por maior tempo no período de estiagem. Ainda possui desenvolvimento mais intenso e maior produção de matéria fresca da parte aérea, independente do manejo da poda (SILVA; SANTANA, 2005), retenção foliar e produção de flores, quando comparada com as demais plantas do gênero.

Apresenta, ainda, tolerância a cortes, capacidade de brotação e valor nutritivo do feno semelhante à maniçoba (ARAÚJO e CAVALCANTI, 2002; VOLTOLINI et al., 2010). Fatos que a tornam excelente opção na alimentação animal no semiárido nordestino. No entanto, assim como as demais plantas deste gênero, contém em sua composição quantidades variadas de glicosídeos cianogênicos (linamarina e lotaustralina) que, quando hidrolisados pela enzima linamarase, liberam ácido cianídrico (HCN) (LIMA JÚNIOR et al., 2010), o qual pode causar intoxicação no animal, dependendo da quantidade ingerida (KUMAR, 1992; MATOS et al., 2005; SOARES, 2000;), fato que limita seu consumo *in natura*. Contudo, grande parte do ácido cianídrico formado é eliminada quando o material é triturado e, em seguida, fenado ou ensilado (AMORIM et al., 2005; SOARES, 2000), podendo, assim, ser utilizado na alimentação animal.

Melhorar a produção de caprinos de corte visando a maiores rendimentos das carcaças e qualidade da carne é indispensável para garantir maior rentabilidade. Segundo Macome et al. (2011), uma carcaça de qualidade superior apresenta maior desenvolvimento muscular e ósseo e uma quantidade mínima de gordura, levando em

consideração a preferência da região. Porém, é desejável que haja uma quantidade de gordura que assegure suculência e proporcione boa aparência e conservação da carne.

A qualidade da carne é influenciada por diversos fatores, dentre eles, raça, idade, sexo e, principalmente, aporte nutricional, os quais influenciam o crescimento, a deposição muscular e o percentual de gordura na carcaça (CASEY; WEBB, 2010).

Levando em consideração a importância da alimentação sobre as características da carne e sobre o sistema de produção no semiárido, justifica-se a necessidade de estudos sobre a influência de forrageiras nativas, como a pornunça, no rendimento e qualidade da carne caprina, com o propósito de identificar sistemas de alimentação alternativos aplicáveis às condições de produção local. Além disso, não há estudos avaliando o feno de pornunça na alimentação de caprinos.

A utilização de forrageiras nativas da caatinga, no confinamento de cabritos, pode reduzir a idade ao abate, diminuir os custos com ração e proporcionar maior retorno econômico para o produtor. Para isto, é necessário determinar o melhor nível de inclusão do feno de pornunça, visando a animais acabados mais jovens, com carcaças de qualidade, possibilitando ao produtor diminuir a estacionalidade da produção de carne caprina no semiárido e ofertar um produto final com características organolépticas, como maciez, suculência, cor e aroma, adequados às exigências do consumidor.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da substituição do feno de tifton por feno de pornunça sobre as características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne de cabritos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) sob a licença: 011/2015. Foi conduzido no setor de caprinovinocultura do Departamento de Zootecnia (DZ) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), no Recife. As análises laboratoriais da dieta foram executadas no Laboratório de Nutrição Animal (LNA).

Utilizaram-se 40 cabritos SPRD (sem padrão racial definido), machos, não castrados, com peso corporal inicial (PCI) médio  $17,55 \pm 0,62$  kg. O delineamento

experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e 10 repetições. Ao chegarem ao galpão de confinamento, os animais foram pesados, identificados com brincos, vacinados contra clostridioses e submetidos ao controle de endo e ectoparasitas e suplementados com vitaminas lipossolúveis A, D e E, sendo alojados individualmente em baias com piso suspenso de madeira ripada, com dimensões de 1,8 m x 1,0 m (1.8 m<sup>2</sup>), providas de comedouro e bebedouro.

As dietas foram formuladas para proporcionar consumo de 3,6% do PV e ganho de 150 g/dia (NRC, 2007). Os tratamentos experimentais consistiram em uma dieta composta por 65% de volumoso e 35% de concentrado, onde foi substituído 0; 33; 66 e 100% do feno de Tifton por feno de Pornunça. A fração concentrada das dietas foi composta por milho triturado, farelo de soja, ureia e mistura mineral comercial.

O período experimental compreendeu 80 dias, dos quais 29 dias foram destinados à adaptação dos animais às instalações e ao manejo zootécnico e 51 dias para coletas de dados. O arraçoamento foi realizado duas vezes ao dia (8h e 15h), na forma de ração completa, sendo 60% da dieta ofertada pela manhã e 40% à tarde, com água sempre à disposição dos animais. A composição química dos ingredientes e das dietas experimentais estão descritas nas tabelas 1 e 2, respectivamente.

**Tabela 1.** Composição química dos ingredientes das dietas com base na matéria seca (MS).

Nutrientes (%)	Ingredientes					
	Milho	Farelo de soja	Feno de Tifton	Feno de Pornunça	Sal mineral	Ureia
Matéria Seca	88,52	88,52	90,34	91,87	99,00	99,00
Matéria Orgânica	97,56	92,67	92,12	92,06	-	-
Matéria Mineral	2,44	7,33	7,88	7,94	100,00	-
Proteína Bruta	8,91	50,12	9,76	11,27	-	262,00
Fibra em Detergente Neutro	13,66	19,96	70,95	52,21	-	-
Fibra em Detergente Neutro cp*	12,39	13,11	66,36	46,86	-	-
Fibra em Detergente Ácido	4,66	7,39	32,99	25,60	-	-
Celulose	2,44	2,53	28,50	14,04	-	-
Hemicelulose	8,29	5,81	33,37	21,26	-	-
Lignina Detergente Ácido	1,62	4,86	4,49	11,56	-	-
Extrato Etéreo	7,20	1,10	2,34	4,92	-	-
Carboidratos Totais	81,46	69,95	80,01	75,87	-	-
Carboidratos não Fibrosos	69,07	28,33	13,65	29,01	-	-
Ácido Cianídrico (mg kg <sup>-1</sup> MS)	17,66	6,00	5,81	59,55	-	-

\*FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína;

**Tabela 2.** Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais

Ingredientes	Níveis de substituição (%)			
	0	33	66	100
Milho triturado	16,91	16,84	16,84	16,93
Farelo de soja	16,91	16,84	16,84	16,93
Feno de Tifton	65,00	43,30	21,70	0,00
Feno de Pornunça	0,00	21,70	43,30	65,00
Sal Mineral	1,00	1,00	1,00	1,00
Ureia	0,18	0,32	0,32	0,14
<i>Composição química (g kg<sup>-1</sup> MS)</i>				
Matéria Seca (g kg <sup>-1</sup> MN)	898,3	901,7	905,0	908,2
Matéria Orgânica	920,5	919,0	918,9	920,4
Matéria Mineral	77,7	77,8	77,9	78,2
Proteína Bruta	168,0	174,5	177,8	176,9
Fibra em Detergente Neutro cp*	474,5	432,0	389,8	347,8
Fibra em Detergente Ácido	234,8	218,7	202,7	186,8
Lignina em detergente ácido	40,2	55,5	70,7	86,1
Celulose	193,7	162,2	131,0	99,7
Hemicelulose	240,7	214,4	188,2	162,1
Extrato Etéreo	29,2	34,8	40,4	46,0
Carboidratos Totais	725,0	712,9	703,9	699,0
Carboidratos Não Fibrosos	253,5	283,4	315,6	354,5
Nutrientes Digestíveis Totais	701,6	696,1	662,6	596,9
Ácido Cianídrico (mg kg <sup>-1</sup> MS)	7,78	19,42	31,03	42,71
PIDN	33,5	35,5	37,5	39,8

\*cp = corrigida para cinza e proteína; PIDN = proteína insolúvel em detergente neutro.

Durante todo o período experimental, os alimentos e as sobras foram pesados para mensuração do consumo alimentar. As sobras foram coletadas diariamente pela manhã para monitoramento do consumo e para cálculo da oferta seguinte, sendo o ajuste da quantidade de alimentos realizado a cada dois dias em função do consumo do dia anterior, permitindo-se sobras na ordem de 15% do total ofertado. O consumo de matéria seca e dos nutrientes foi calculado mediante a diferença entre as quantidades oferecidas e refugadas. Os animais foram pesados no início do experimento e a cada 14 dias para acompanhamento do desempenho produtivo.

Amostras de alimentos fornecidos e de sobras foram coletadas semanalmente durante todo o experimento. A cada coleta, as amostras foram identificadas, pesadas e secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 horas, homogeneizadas, retirando-se uma alíquota de 10%, para constituírem uma amostra composta por animal. Após o término do experimento, as amostras foram moídas em moinho de faca tipo *Willey*, com peneira de crivos de 1 e 2 mm, acondicionadas em recipientes hermeticamente fechados

e previamente identificados, sendo encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal (LNA) do Departamento de Zootecnia da UFRPE para a realização das análises bromatológicas.

O teor de HCN dos fenos de pornunça e de tifton, do milho e da soja foi determinado pela metodologia proposta por Ades Total e Hernandez Luis (1986) adaptada por Silva (2015).

As determinações de matéria seca (MS) (método 930.15); matéria mineral (MM) (método 942.05), proteína bruta (PB) (método 968.06) e extrato etéreo (EE) (método 954.05) foram realizadas de acordo com a AOAC (2012). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram obtidas segundo metodologia descrita por Van Soest et al. (1963). A correção da FDN e do CNF para cinzas e proteína foi efetuada usando-se as metodologias para análises de PB e MM descritas por Detmann et al. (2012).

Os carboidratos totais (CHT) foram estimados de acordo com a equação proposta por Sniffen et al. (1992) [%CHT = 100 - (%PB + %EE + %MM)] e, em função da presença de ureia nas dietas, os teores de carboidratos não-fibrosos (CNF) foram calculados de acordo com a fórmula descrita por Detmann e Valadares Filho (2010) CNF = 100 - [(%PB - %PB<sub>ureia</sub> + %ureia)] + MM + EE + FDN<sub>nep</sub>. Para estimativa dos nutrientes digestíveis totais (NDT), utilizou-se a equação descrita por Weiss (1999): [NDT = PBD + EED\*2,25 + CNF<sub>CPD</sub> + FDN<sub>nepD</sub>, sendo PBD = (PB ingerida - PB fezes), EED = (EE ingerido - EE fezes), CNF<sub>CPD</sub> = (CNF<sub>CP</sub> ingeridos - CNF<sub>CP</sub> fezes) e FDN<sub>nepD</sub> = (FDN<sub>nep</sub> ingerido - FDN<sub>nep</sub> fezes)].

Decorridos 51 dias de confinamento, os animais foram casualizados em uma ordem de abate, submetidos a jejum de sólidos por 16 horas e pesados para a obtenção do peso corporal ao abate (PCA). No momento do abate os animais foram insensibilizados pelo método mecânico percussivo penetrativo, suspensos pelos membros posteriores e sangrados por cisão nas artérias carótidas e veias jugulares (BRASIL, 2000). Ainda suspensos, os animais foram esfolados manualmente, utilizando-se facas comuns, segundo metodologia de Cezar e Sousa (2007).

A cabeça foi separada pela secção das vértebras cervicais na articulação atlanto-occipital. As patas foram obtidas pela secção dos membros anteriores nas articulações carpo-metacarpianas e dos membros posteriores nas articulações tarso-metatarsianas. Os



pesos da pele, cabeça e membros foram registrados como parte dos componentes não constituintes da carcaça.

Os componentes internos das cavidades pélvica, abdominal e torácica tiveram seus pesos registrados. O trato gastrointestinal (TGI) (rúmen/retículo, omaso, abomaso, intestinos delgado e grosso) foi pesado cheio e, em seguida, esvaziado, lavado e novamente pesado, para determinação do peso corporal vazio (PCVZ), obtido pela subtração entre o peso corporal ao abate (PCA) e o peso do conteúdo do trato gastrointestinal (CTGI) e conteúdo da vesícula biliar e da bexiga (CEZAR; SOUSA, 2007; SILVA SOBRINHO, 2001).

Após a obtenção do peso da carcaça quente (PCQ), estas foram conduzidas à câmara fria, com temperatura média de 4° C, onde permaneceram por 24 horas suspensas em ganchos pelo tendão do músculo gastrocnêmico. O peso da carcaça após 24 h em resfriamento correspondeu ao peso da carcaça fria (PCF). Também foram quantificadas as perdas por resfriamento (PPR) (%) através da fórmula:  $PPR (\%) = (PCQ - PCF/PCQ) \times 100$  (SILVA SOBRINHO, 2001).

Ainda suspensas, utilizando-se fita métrica, foram realizadas as seguintes medidas morfométricas nas carcaças: comprimento interno da carcaça (distância entre o bordo anterior da sínfise ísquio-pubiana até o bordo anterior da primeira costela, em seu ponto médio); comprimento da perna (distância entre o trocânter maior do fêmur e o bordo anterior da superfície tarso-metatarsiana); largura da garupa (largura máxima entre os trocânteres de ambos os fêmures); largura do tórax (largura máxima da carcaça ao nível das costelas); perímetro da garupa (medido na garupa em sua largura máxima); perímetro da perna (medido na perna em sua largura máxima); profundidade do tórax (distância máxima entre o esterno e o dorso da carcaça). As medidas foram dadas em centímetros e realizadas segundo metodologia de Cezar e Sousa (2007).

A partir do estabelecimento das relações entre as medidas peso da carcaça fria, comprimento interno da carcaça, largura da garupa e comprimento da perna, foram calculados os índices de compacidade da carcaça ( $ICC \text{ (kg cm}^{-1}\text{)} = \text{Peso de carcaça fria/comprimento interno da carcaça}$ ); e o índice de compacidade da perna ( $ICP \text{ (cm cm}^{-1}\text{)} = \text{Largura da garupa/comprimento da perna}$ ), segundo metodologia descrita por Reis *et al.* (2001).

Para o cálculo do rendimento, retiraram-se os rins e a gordura perirrenal que foram subtraídos do PCQ e PCF. O rendimento da carcaça quente (RCQ), da fria (RCF) e o rendimento biológico (%) foram determinados através das seguintes fórmulas:  $RCQ (\%) = (PCQ/PCA) \times 100$  e  $RCF (\%) = (PCF/PCA) \times 100$ ,  $RB (\%) = (PCQ/PCV) \times 100$ , respectivamente.

Após a pesagem e retirada da cauda, cada carcaça foi dividida sagitalmente e a meia-carcaça esquerda seccionada em seis regiões anatômicas, a saber: paleta (obtida pela desarticulação da escápula, úmero, rádio, ulna e carpo); pernil (obtida pela secção entre a última vértebra lombar e a primeira sacra); lombo (compreendido entre a 1ª e a 6ª vértebras lombares); costelas (compreendido entre a 1ª e a 13ª vértebras torácicas); serrote (corte em linha reta, iniciando-se no flanco até a extremidade cranial do manúbrio do esterno) e o pescoço (região compreendida pelas sete vértebras cervicais), segundo metodologia descrita por Cezar e Sousa (2007).

O peso individual de cada corte, composto pelos cortes efetuados na meia-carcaça esquerda, foi registrado para cálculo da sua proporção em relação à meia carcaça reconstituída, obtendo-se, assim, o rendimento dos cortes da carcaça:  $Corte (\%) = (Peso \text{ do corte} / \text{peso da meia carcaça reconstituída}) \times 100$ .

Foram considerados componentes não constituintes da carcaça: órgãos (coração, fígado, rins, língua), vísceras (rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado e intestino grosso) e subprodutos (sangue, pele, cabeça, extremidades dos membros e gordura visceral total: omento, mesentério, pélvico-renal e gordura ligada ao intestino grosso), conforme esquema proposto por Silva Sobrinho (2001). O somatório dos pesos do sangue, fígado, rins, pulmões, baço, língua, coração, omento, rúmen-retículo, omaso e intestino delgado equivaleu ao peso da buchada. O peso da panelada foi calculado pelo somatório dos componentes da buchada, acrescentando-se a cabeça e as patas. Os rendimentos foram determinados em função do PCA.

Os pernis, obtidos na meia-carcaça esquerda, foram identificados, acondicionados a vácuo em sacos de polietileno e armazenados em *freezer* a  $-18^\circ\text{C}$  para dissecação. Para determinação da composição tecidual, os pernis foram retirados do freezer 24h antes da dissecação, descongelados à temperatura de  $4^\circ\text{C}$  e dissecados conforme metodologia descrita por Cesar e Sousa (2007). Com o auxílio de bisturi e pinças foram retiradas as gorduras subcutânea (localizada entre a pele e as massas do tecido muscular) e

intermuscular (gordura que ocupa os espaços entre os músculos); músculos (peso total dos músculos dissecados após remoção completa de toda gordura aderida); ossos (ísqúio, ílio, púbis, sacro, fêmur, tibia, fíbula, calcâneo e metatarso) e outros tecidos (tendões, linfonodo, nervos e vasos sanguíneos).

Durante o processo de separação dos tecidos há considerável perda de peso, devido aos processos de evaporação e exsudação. Assim, o peso dos músculos, gordura e ossos foram expressos em peso absoluto e em relação ao peso reconstituído do pernil (CESAR; SOUSA, 2007). Foram obtidas também as relações músculo:osso e músculo:gordura.

Durante a dissecação, os cinco principais músculos que envolvem o fêmur (*Biceps femoris*, *Semimembranosus*, *Semitendinosus*, *Quadriceps femoris* e *Adductor*) foram retirados de forma íntegra e, de posse da medida do comprimento do fêmur (cm), foi calculado o índice de musculosidade da perna pela fórmula proposta por Purchas *et al.* (1991):  $IMP = \sqrt{(P5M/CF)} / CF$ . Em que: IMP = índice de musculosidade da perna; P5M = peso dos cinco músculos (g); CF = comprimento do fêmur (cm).

Para análise qualitativa da carne foram utilizados os lombos direito e esquerdo (*Longissimus lumborum*) de cada carcaça, que foram previamente embalados a vácuo e congelados a -15 °C. As determinações das perdas na cocção, força de cisalhamento e coloração foram realizadas de acordo com metodologia descrita por Wheeler *et al.* (1995).

Para as perdas na cocção, as amostras foram descongeladas, mantendo-as sob refrigeração (4 °C) durante 24 horas e sendo cortadas em bifés de 2,5 cm de espessura. Posteriormente, os bifés foram assados em forno pré-aquecido à temperatura de 200 °C, até atingir 70 °C no centro geométrico, sendo a temperatura monitorada através de termômetro especializado para cocção de carne (Acurite®). As perdas durante a cocção foram calculadas pela diferença de peso das amostras antes e depois da cocção e expressas em porcentagem.

Com amostras cozidas obtidas do procedimento de determinação de perdas na cocção foram retiradas pelo menos duas amostras cilíndricas, com um vazador de 1,27 cm de diâmetro, no sentido longitudinal da fibra. A força necessária para cortar transversalmente cada cilindro foi medida com a ajuda do equipamento *Warner-Bratzler Shear Force* (G-R MANUFACTURING CO., Modelo 3000) com célula de carga de 25

kgf e velocidade de 20 cm min<sup>-1</sup>. Os valores obtidos representam o valor da dureza de cada amostra.

Para análise da coloração, após padronização dos cortes em uma espessura de no mínimo 15 mm, seguida de exposição ao ar por 30 minutos em ambiente refrigerado (4 °C), foram realizadas três medições em diferentes pontos do músculo, com auxílio de um colorímetro (KONICA MINOLTA, modelo CR-400), operando no sistema CIELAB (L\*, a\*, b\*), sendo L\* a luminosidade, variável do preto (0%) ao branco (100%); a\* a intensidade da cor vermelha, variável do verde (-a) ao vermelho (+a); e b\* a intensidade da cor amarela, variável do azul (-b) ao amarelo (+b).

Na medição do pH, uma amostra de 5g de músculo foi pesada e homogeneizada com 50 mL de água deionizada, segundo metodologia descrita por Zapata *et al.* (2000).

A Capacidade de retenção de água (CRA %) foi determinada de acordo com a metodologia proposta por Sierra (1986), em que amostras de músculo com aproximadamente 300 mg foram colocadas entre dois pedaços de papel filtro previamente pesados (P1) e prensadas por cinco minutos, utilizando-se um peso de 3,4 kg. Após a prensagem, as amostras de músculo foram removidas e os papéis foram novamente pesados (P2). Foi calculada a capacidade de retenção de água com auxílio da seguinte fórmula:  $CRA (\%) = (P2 - P1)/S \times 100$ , em que “S” representa o peso da amostra.

O modelo matemático aplicado foi  $y_{ij} = m + t_i + e_{ij}$ , onde,  $y_{ij}$  = valor observado na unidade experimental que recebeu o tratamento  $i$ , repetição  $j$ ;  $m$  = efeito geral da média;  $t_i$  = efeito do tratamento  $i$ ;  $e_{ij}$  = erro aleatório (resíduo). Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, ao nível de 5% de probabilidade. O pacote estatístico SAS (2006), versão 9.1.3 foi empregado para análise de todos os dados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de matéria seca (CMS, g dia<sup>-1</sup>) e nutrientes digestíveis totais (CNDT, g dia<sup>-1</sup>) não diferiram entre os tratamentos, assim como o peso corporal inicial (PCI), peso corporal ao abate (PCA), ganho médio diário (GMD) e ganho de peso total (GPT) (Tabela 3).

**Tabela 3.** Consumo, desempenho e características de carcaça de cabritos alimentados com feno de pornunça em substituição ao feno de tifton

Item	Níveis de substituição (%)				EPM	P-Valor	
	0	33	66	100		Linear	Quadrático
CMS (g dia <sup>-1</sup> )	665,98	718,67	686,19	707,19	11,04	0,3579	0,4797
CNDT (g dia <sup>-1</sup> )	505,23	490,82	546,03	493,34	22,23	0,9291	0,6809
PCI (kg)	17,57	17,65	17,28	17,64	0,30	0,9560	0,8193
PCF (kg)	22,60	23,28	22,01	21,39	0,41	0,1875	0,4438
PCA (kg)	21,82	22,50	21,40	21,48	0,41	0,5773	0,7259
GPT (kg)	5,03	5,63	4,73	3,75	0,07	0,0672	0,1706
GMD (g)	98,63	110,39	92,74	73,53	0,01	0,0672	0,1706
CTGI (kg)	4,43	4,60	4,28	3,67	0,14	0,0451 <sup>1</sup>	0,1612
PCVZ (kg)	17,39	17,90	17,12	17,81	0,34	0,8903	0,9028
PCQ (kg)	9,76	10,24	9,78	10,12	0,20	0,7326	0,8606
PCF (kg)	9,28	9,73	9,33	9,58	0,19	0,7768	0,8055
RCQ (%)	44,80	45,57	45,59	47,19	0,35	0,0234 <sup>2</sup>	0,5504
RCF (%)	42,59	43,30	43,44	44,67	0,33	0,0305 <sup>3</sup>	0,6918
RB (%)	56,16	57,21	57,12	56,80	0,23	0,3577	0,1275
PPR (%)	4,92	4,96	4,74	5,31	0,17	0,5754	0,4407

CMS = consumo de matéria seca; CNDT = consumo de nutrientes digestíveis totais; CPB = consumo de proteína bruta; PCI = peso corporal inicial; PCF = peso corporal final; PCA = peso corporal ao abate; GPT = ganho de peso total; GMD = ganho médio diário; CTGI = conteúdo do trato gastrointestinal; PCVZ = peso corporal vazio; PCQ = peso da carcaça quente; PCF = peso da carcaça fria; RCQ = rendimento da carcaça quente; RCF = rendimento da carcaça fria; RB = rendimento biológico; AOL = área de olho de lombo; PPR = perda por resfriamento; EPM = erro padrão da média. <sup>1</sup> $\hat{Y} = 44,7191 + 0,0213X$ . <sup>2</sup> $\hat{Y} = 42,5515 + 0,0190X$ .

O conteúdo do trato gastrointestinal (CTGI) reduziu linearmente com a substituição do feno de tifton pelo feno de pornunça, em razão de que o teor de fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (FDN<sub>cp</sub>) diminuiu linearmente. Enquanto que o peso de corpo vazio (PCVZ), assim como o PCA, não foi alterado pelos tratamentos.

Os pesos da carcaça quente e fria apresentaram média de 9,98 e 9,48 kg, respectivamente, mas não foram afetados pelos tratamentos (Tabela 3). Este resultado é reflexo do consumo de matéria seca, ganho de peso e peso vivo final dos animais que não variaram entre os tratamentos. Os pesos da carcaça quente e fria ficaram abaixo do preconizado por Zapata *et al.* (2001) para carcaça caprina (12,5 a 14 kg) no Nordeste brasileiro. Porém, deve-se considerar a alta relação volumoso:concentrado (65:35) das dietas, bem como o baixo peso vivo de abate dos animais desta pesquisa, inferior aos praticados no Nordeste, impactando diretamente no peso da carcaça.

Valores similares de peso de carcaça quente e fria (9,83 e 9,21 kg, respectivamente) foram encontrados por Lima Júnior *et al.* (2015), trabalhando com

relação volumoso:concentrado (70:30) semelhante e dieta contendo maniçoba, forrageira do mesmo gênero que a pornunça.

O rendimento da carcaça quente (RCQ) e fria (RCF) aumentou linearmente com inclusão do feno de pornunça na dieta. O menor CTGI e menor peso do ID, provavelmente, contribuíram para elevação do rendimento da carcaça nestes tratamentos.

Diferentemente dos resultados obtidos nesta pesquisa para RCQ e RCF (45,79% e 43,50%, respectivamente), Lima Júnior *et al.* (2015) não observaram efeito da substituição do feno de tifton por feno de maniçoba sobre essas variáveis, mas obtiveram resultados semelhantes (44,98% e 42,11%, respectivamente). Porém, o rendimento de carcaça quente ficou dentro do intervalo de 35,5% a 50% observado em caprinos no Nordeste, levando em consideração diferentes raças, idades e faixas de peso ao abate (ZAPATA *et al.*, 2001).

O rendimento verdadeiro ou biológico (RB) da carcaça é mais preciso do que RCQ e RCF, pois elimina as variações do conteúdo digestivo em seu cálculo, mas também não foi influenciado pela pornunça.

Não houve diferença entre os tratamentos para perda por resfriamento ( $P>0,05$ ). A perda por resfriamento reflete a perda de líquidos e, conseqüentemente, a perda de peso que a carcaça sofre durante o processo de resfriamento nas primeiras 24 horas após o abate (MIOTTO *et al.*, 2009).

Geralmente, carcaças com melhor grau de acabamento apresentam menor perda por resfriamento, pois a gordura subcutânea ou de cobertura age como um isolante térmico, protegendo a carcaça dos efeitos negativos da exposição à temperatura de refrigeração, além de permitir que estas resfriem mais lentamente próximo à curva ideal (THOMPSON, 2002). Como os valores de espessura de gordura subcutânea não foram significativamente diferentes, pode-se inferir que os valores semelhantes de perda por resfriamento decorreram do grau de acabamento e espessura de gordura subcutânea semelhantes.

As perdas de peso por resfriamento (PPR) das carcaças dos caprinos apresentaram valor médio de 4,98%, resultado superior ao relatado por Martins *et al.* (2015) e Oliveira *et al.* (2008). Isto se deve à reduzida quantidade de gordura subcutânea observada nas carcaças dos caprinos.

Os tratamentos não influenciaram o peso e o rendimento dos cortes comerciais (Tabela 4). Faz-se exceção ao rendimento do pescoço, que apresentou efeito quadrático ( $P < 0,05$ ), com ponto máximo em 45,75% (10,78%). Este comportamento se deve ao peso da carcaça fria semelhante, pois segundo Osório *et al.* (2002), carcaças com pesos e quantidades de gordura semelhantes tendem a apresentar cortes cárneos com peso e proporções similares. Lima Júnior *et al.* (2015), trabalhando com relação volumoso:concentrado idêntica, substituindo o feno de tifton por feno de maniçoba, obtiveram resultados semelhantes.

**Tabela 4.** Peso e rendimento dos cortes cárneos comerciais de cabritos alimentados com feno de pornunça em substituição ao feno de tifton

Peso (kg)	Níveis de substituição (%)				EPM	P-Valor	
	0	33	66	100		Linear	Quadrático
MCER	4,55	4,85	4,65	4,71	0,10	0,7427	0,5339
Pernil	1,46	1,55	1,50	1,50	0,03	0,7733	0,4125
Lombo	0,40	0,43	0,40	0,42	0,01	0,7060	0,9144
Paleta	0,92	0,96	0,93	0,95	0,02	0,8310	0,8309
Costilhar	0,84	0,88	0,86	0,85	0,02	0,9212	0,6303
Serrote	0,51	0,54	0,51	0,56	0,01	0,4117	0,6908
Pescoço	0,41	0,49	0,46	0,43	0,02	0,9015	0,0768
<b>Rendimento (%)</b>							
Pernil	32,02	32,06	32,34	31,88	0,14	0,9291	0,3847
Lombo	8,80	8,78	8,65	8,94	0,13	0,8384	0,5652
Paleta	20,39	19,75	20,10	20,10	0,15	0,6788	0,2858
Costilhar	18,49	18,17	18,31	18,11	0,20	0,5909	0,8781
Serrote	11,24	11,10	10,90	11,84	0,20	0,4252	0,1967
Pescoço	9,06	10,14	9,71	9,13	0,17	0,9457	0,0118 <sup>1</sup>

MCER = meia carcaça esquerda reconstituída; <sup>1</sup> $\hat{Y} = 9,1260 + 0,0366X - 0,0004X^2$ .

Os rendimentos do pernil, paleta e lombo observados foram 32,08, 20,09 e 8,79%, respectivamente. Semelhantemente a Carvalho Júnior *et al.* (2009), obteve-se maior rendimento para pernil, paleta e costilhar. O menor rendimento para o lombo (8,79%) se deve possivelmente ao desenvolvimento mais tardio deste corte (COSTA *et al.*, 2009).

As respostas obtidas neste trabalho foram equivalentes às observadas por Lima Júnior *et al.* (2015), trabalhando com caprinos Moxotó, para os rendimentos de pernil (32,19%) e paleta (20,92%) e superior para rendimento de lombo (7,55%). Estes cortes são apontados como os mais nobres da carcaça, devido a seu maior rendimento muscular e maciez superior (CEZAR; SOUSA, 2007). Portanto, o maior desempenho destes cortes

proporciona maior retorno econômico para o produtor. Neste estudo, apesar do costilhar apresentar maior rendimento do que o lombo, os percentuais dos cortes nobres mantiveram-se acima de 60%, semelhante ao observado por Silva *et al.* (2014), agregando valor ao produto final.

Quanto às medidas morfométricas (Tabela 5), a substituição do feno de tifton por feno de pornunça não influenciou os resultados, exceto o comprimento da perna, que decresceu linearmente ( $P < 0,05$ ), possivelmente devido aos resultados obtidos para desempenho e características de carcaça.

**Tabela 5.** Medidas morfométricas de carcaça de cabritos alimentados com feno de pornunça em substituição ao feno de tifton

Item (cm)	Níveis de substituição (%)				EPM	P-Valor	
	0	33	66	100		Linear	Quadrático
Comprimento Externo	53,00	54,35	52,75	52,83	0,33	0,4970	0,3527
Comprimento Interno	57,60	58,25	56,80	57,39	0,30	0,4447	0,9626
Comprimento Perna	40,90	38,80	38,15	38,33	0,34	0,0037 <sup>1</sup>	0,0560 <sup>2</sup>
Largura Garupa	17,50	17,75	17,25	17,28	0,15	0,3854	0,7144
Largura Tórax	16,70	17,05	16,25	17,56	0,31	0,5644	0,4614
Perímetro Garupa	47,80	48,30	47,55	48,17	0,31	0,9137	0,9293
Perímetro Perna	30,90	31,60	30,80	31,94	0,26	0,3351	0,6774
Perímetro Tórax	61,25	62,05	59,80	62,33	0,37	0,8195	0,2594
Profundidade Tórax	24,10	24,10	23,75	24,28	0,16	0,9306	0,4397
ICP (kg cm <sup>-1</sup> )	0,43	0,46	0,45	0,45	0,01	0,2283	0,1644
ICC (kg cm <sup>-1</sup> )	0,16	0,17	0,16	0,17	0,00	0,5933	0,7913

ICP = Índice de compacidade da perna; ICC = Índice de compacidade da carcaça. <sup>1</sup> $\hat{Y} = 30,9660 + 0,0068X$ . <sup>2</sup> $\hat{Y} = 40,8676 - 0,0768X + 0,0052X^2$ .

O índice de compacidade da carcaça (ICC) e o índice de compacidade da perna (ICP) não variaram com os diferentes níveis de pornunça na dieta, assim como a largura e o perímetro da garupa, medidas que também influenciam esses índices, provavelmente devido ao comportamento do PCA e peso das carcaças, indicando deposição similar de tecido muscular por unidade de área entre os tratamentos. O ICC médio (0,165 kg cm<sup>-1</sup>) obtido nesta pesquisa foi similar ao observado por Lima Júnior *et al.* (2015), trabalhando com caprinos nativos Moxotó alimentados com feno de maniçoba em substituição ao feno de Tifton.

Segundo Amorim *et al.* (2008), quanto maior ICC, maior deposição de tecido muscular e adiposo por unidade de área e, conseqüentemente, carcaça com melhor



qualidade e maior quantidade de carne. No entanto, este índice sofre influência principalmente do tipo de dieta e do potencial genético do animal.

A inclusão do feno de pornunça na dieta não alterou a quantidade de músculo, gordura e osso do pernil dos cabritos ( $P>0,05$ ), assim como não influenciou as porcentagens destas variáveis em função do peso total da perna, reflexo do CNDT e CPB similar entre os tratamentos.

**Tabela 6.** Composição tecidual do pernil de cabritos alimentados com feno de pornunça em substituição ao feno de tifton

Item	Níveis de substituição (%)				EPM	P-Valor	
	0	33	66	100		Linear	Quadrático
Pernil (kg)	1,43	1,53	1,48	1,47	27,90	0,7835	0,3652
Músculos (kg)	0,91	1,01	0,95	0,94	19,09	0,8833	0,1839
Ossos (kg)	0,34	0,36	0,37	0,35	7,47	0,4217	0,1624
GS (g)	51,20	48,80	57,80	54,22	2,33	0,3873	0,8989
GI (g)	21,00	17,40	20,70	29,11	1,75	0,0899	0,0804
EG (mm)	0,63	0,69	0,57	0,58	0,02	0,2026	0,6484
Gordura total (g)	83,80	75,40	90,40	97,33	4,05	0,1384	0,3471
Outros tecidos (g)	57,60	50,20	40,80	47,78	3,47	0,2056	0,2990
Músculo (%)	65,48	67,49	65,28	65,32	0,37	0,4321	0,1867
Gordura (%)	5,98	5,01	6,15	6,86	0,27	0,1260	0,1118
Ossos (%)	24,37	24,21	25,80	24,59	0,38	0,4934	0,4959
Outros tecidos (%)	4,17	3,30	2,76	3,23	0,22	0,0801	0,1150
Músculo:Osso	2,71	2,84	2,54	2,68	0,05	0,4025	0,9993
Músculo:Gordura	11,70	14,80	11,26	10,15	0,64	0,1707	0,0984
IMP	0,33	0,34	0,34	0,33	0,00	0,6524	0,3013

GS = gordura subcutânea; GI = gordura interna; EG = espessura de gordura; IMP = índice de musculosidade da perna.

O percentual de músculo e gordura foi próximo ao observado por Dias *et al.* (2008), trabalhando com cabritos mestiços com peso vivo semelhante ao praticado nesta pesquisa. No entanto, Medeiros (2013), trabalhando com caprinos de diferentes grupos raciais e peso ao abate superior, obteve percentual de músculo e osso inferior (62,29 e 21,45%, respectivamente) e gordura superior (7,75).

A quantidade de gordura está relacionada com o peso vivo e o peso da carcaça, onde pesos elevados implicam em maior deposição de gordura (TEIXEIRA *et al.*, 1992). Tendo em vista que tanto o peso vivo quanto o peso da carcaça dos animais não variaram, justifica-se a ausência de efeito das dietas sobre a gordura.

O rendimento superior para músculo (65,89%), intermediário para osso (24,64%) e inferior para gordura (6,0%), detectado nesta pesquisa, estão de acordo com as observações feitas por Shija *et al.* (2013b).

A relação músculo:osso e músculo:gordura não sofreram influência do nível de pornunça na dieta (Tabela 6). Embora o peso corporal dos animais tenha sido semelhante (20 kg), a relação músculo:osso (2,69) observada foi inferior à relatada por Dias *et al.* (2008) (3,82), trabalhando com cabritos mestiços, machos e castrados, provavelmente devido à maior proporção de osso dos animais.

A relação músculo:gordura (11,98%) obtida (Tabela 6) foi superior à descrita por Medeiros (2013) (8,33%), devido ao menor percentual de gordura e maior proporção de músculo das carcaças.

O índice de musculosidade da perna, indicativo da quantidade de carne na carcaça, também não foi influenciado pela dieta, apresentando média de 0,34, reflexo do comportamento observado para GMD e PCQ e PCF.

Os parâmetros físicos da carne não foram influenciados pelos tratamentos ( $P > 0,05$ ), exceto a luminosidade ( $P < 0,05$ ) e a força de cisalhamento ( $P < 0,05$ ), que apresentaram efeito linear crescente e efeito quadrático, respectivamente (Tabela 7).

**Tabela 7.** Parâmetros físicos da carne de cabritos alimentados com feno de pornunça em substituição ao feno de tifton

Item	Níveis de substituição (%)				EPM	P-Valor	
	0	33	66	100		Linear	Quadrático
pH	5,92	5,88	5,91	5,97	0,02	0,2581	0,1996
L*	40,90	41,03	42,36	44,43	0,36	0,0001 <sup>1</sup>	0,1174
a*	15,50	15,43	15,53	15,42	0,21	0,9374	0,9624
b*	9,55	9,87	9,87	9,88	0,16	0,4973	0,6214
PPC (%)	28,47	35,62	38,60	35,26	1,48	0,0721	0,0660
FC (kgf cm <sup>2</sup> <sup>-1</sup> )	2,68	3,00	2,83	2,32	0,10	0,1769	0,0282 <sup>2</sup>
CRA (%)	31,91	32,75	31,80	35,34	0,64	0,1182	0,2955

T 0h = temperatura zero hora; T 24h = temperatura 24 horas; pH 0h = pH zero hora; pH 24h = pH 24 horas. L\* = luminosidade; a\* = intensidade de vermelho; b\* = intensidade de amarelo; PPC = perdas por cocção; FC= força de cisalhamento; CRA= capacidade de retenção de água. <sup>1</sup> $\hat{Y} = 40,4028 + 0,0355X$ ; <sup>2</sup> $\hat{Y} = 2,6869 + 0,0147X - 0,0002X^2$ .

O pH final da carne (Tabela 7) não variou de forma significativa entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ), apresentando valor médio de 5,9, ficando dentro da faixa considerada normal, uma vez que Osório *et al.* (2008) relataram que o pH da carne deve estar entre 5,4 e 6,0, não caracterizando, desta forma, uma carne PSD (escura, firme e

seca) ou PSE (pálida, flácida e exsudativa). Coelho (2014), trabalhando com feno de pornunça na alimentação de ovinos em confinamento, encontrou pH idêntico ao observado nesta pesquisa, corroborando com os valores observados por Lisboa *et al.* (2010), trabalhando com dois níveis de feno na alimentação de caprinos (35 e 70%).

A concentração e a forma química da mioglobina, principal pigmento da carne, é o principal determinante da sua cor (ANDRADE *et al.*, 2015). A concentração deste pigmento depende de vários fatores, como a espécie, sexo, idade, manejo, tipo de músculo e a porção analisada e o tipo de dieta (DIAS *et al.*, 2008). Observou-se aumento linear ( $P < 0,0005$ ) no índice de luminosidade ( $L^*$ ) em função do aumento do feno de pornunça. A intensidade da cor vermelha ( $a^*$ ) e amarela ( $b^*$ ) não diferiu, indicando que o feno de pornunça não alterou a concentração de mioglobina e o nível de ferro dos tecidos. Os valores médios de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  foram 42,2, 15,5 e 9,8, respectivamente. Valores inferiores para  $L^*$  e  $a^*$  e superiores para  $b^*$  foram observados por Coelho (2014) e por Lisboa *et al.* (2010). Diferentemente dos autores acima citados, Lemes *et al.* (2013) obteve valores de  $a^*$  superior e os demais, inferiores.

A perda por cocção (PPC) é um importante parâmetro para determinação da qualidade da carne, sendo caracterizada, principalmente, pelas perdas que ocorrem durante o processo de preparação da carne para consumo, interferindo diretamente na sua suculência (COSTA *et al.*, 2009). Quanto menores forem as perdas durante o processo de cozimento, melhor será o rendimento no produto final disponível para o consumidor. Porém, não houve alterações significativas na perda por cocção ( $P < 0,05$ ) neste estudo.

A perda de peso na cocção é influenciada pela capacidade de retenção de água da carne (MONTE *et al.*, 2007). Tendo em vista que este parâmetro não foi alterado pelos tratamentos ( $P > 0,05$ ), era de se esperar que não houvesse diferença para PPC. Os valores de PPC observados neste estudo variaram de 28,47 a 38,60%, ficando dentro dos valores frequentemente observados na literatura para carne caprina (FERRAZ, 2016; MARTINS, *et al.*, 2007).

Os valores para CRA variaram de 31,80 a 35,84%, superior ao observado por Lemes *et al.* (2013) e Monte *et al.* (2007), mas semelhante ao observado por Ferraz (2016) e Peña *et al.* (2009).

A força de cisalhamento apresentou comportamento quadrático ( $P < 0,05$ ), com ponto de máximo em 36,75% (3,22 kgf cm<sup>2</sup> <sup>-1</sup>) de pornunça. Bianchini *et al.* (2007) indicaram que os valores médios de força de cisalhamento devem ser inferiores a 5 kg cm<sup>2</sup> <sup>-1</sup>. Portanto, os valores (2,32 - 3,00 kgf cm<sup>2</sup> <sup>-1</sup>) obtidos neste estudo permitem classificar a carne como macia. Estes valores reportados aqui foram inferiores aos reportados na literatura para caprinos (FERRAZ, 2016; MENEZES *et al.* 2009; MONTE *et al.*, 2007).

Em relação aos constituintes não carcaça, é possível observar que o nível de pornunça não influenciou o desenvolvimento dos órgãos dos cabritos (Tabela 8). Isto se deve, provavelmente, pelo fato de a ingestão de energia e proteína ter sido semelhante.

**Tabela 8.** Constituintes não carcaça de cabritos alimentados com feno de pornunça em substituição ao feno de tifton

Item	Níveis de substituição (%)				EPM	P-Valor	
	0	33	66	100		Linear	Quadrático
Língua (g)	61,00	63,00	61,50	67,22	1,5866	0,2473	0,5695
Baço (g)	31,00	31,00	27,50	33,89	1,1103	0,6548	0,1595
Rins (g)	70,00	69,50	67,00	70,56	1,4641	0,9290	0,5027
Coração (g)	86,00	86,00	86,00	86,67	2,0326	0,9173	0,9375
Fígado (kg)	0,328	0,320	0,311	0,346	8,7034	0,6336	0,2224
Pulmões (kg)	0,204	0,200	0,184	0,185	4,8803	0,0883	0,7691
Omento (kg)	0,266	0,201	0,240	0,279	21,0195	0,7070	0,2206
Rúmen (kg)	0,442	0,445	0,424	0,429	10,9794	0,5626	0,9547
Retículo (g)	78,00	85,50	83,33	81,67	2,4488	0,6801	0,3520
Omaso (g)	61,00	63,50	61,67	73,89	3,1186	0,1947	0,4589
Abomaso (g)	90,00	83,50	86,11	90,56	3,4244	0,9025	0,4338
ID (kg)*	0,402	0,382	0,346	0,339	12,5988	0,0482 <sup>1</sup>	0,7837
IG (kg)**	0,205	0,190	0,174	0,200	5,9426	0,5312	0,0869
Sangue (kg)	0,800	0,812	0,766	0,83	22,9309	0,8233	0,5707
Pele (kg)	1,504	1,571	1,454	1,54	36,3610	0,9733	0,8899
Patas (kg)	0,669	0,688	0,698	0,68	11,2757	0,5721	0,4802
Cabeça (kg)	1,508	1,574	1,521	1,56	25,8363	0,6419	0,8279
Gordura Visceral (kg)	0,592	0,525	0,581	0,63	42,0670	0,8950	0,2674

\*intestino delgado; \*\*intestino grosso; EPM = erro padrão da média. <sup>1</sup>Y = 400,4990 - 0,6717X.

Fígado, coração, rins e baço, além de serem mais atrativos e de fácil digestão, são mais comercializados do que o pulmão, traqueia, língua e outros órgãos, apresentando elevada demanda pelos consumidores da região Nordeste, proporcionando benefícios econômicos para os produtores, com aumento da lucratividade da produção.

Dentre as vísceras (rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado e grosso), apenas o intestino delgado (ID) foi influenciado pelo nível de pornunça, apresentando comportamento linear decrescente ( $P < 0,05$ ). A língua, omento, sangue, pele, patas e cabeça também não foram influenciados pelo tratamento (Tabela 8). Como os demais constituintes não carcaça, a gordura visceral (GV) não sofreu alteração com os níveis de pornunça na dieta. No entanto, foi superior ao observado por Bezerra *et al.* (2010), trabalhando com animais SRD.

Estas vísceras são consideradas como boas fontes de proteína para alimentação humana, além de apresentarem maior teor de ferro, zinco e ácidos graxos poli-insaturados em comparação à carne (SILVA SOBRINHO; OSÓRIO, 2008).

Individualmente, os órgãos e vísceras não representam bom valor comercial. Porém, se usados como matéria prima na elaboração de pratos típicos, como sarapatel e “buchada”, ou mesmo em embutidos, podem agregar valor para a unidade de produção ou de abate, podendo alcançar valores equivalentes ao da carne (SANTOS *et al.*, 2005).

O peso da “buchada” e “panelada” não foi alterado pelos tratamentos (Tabela 9). Entretanto, o rendimento de ambos sofreu efeito quadrático ( $P < 0,05$ ), com ponto mínimo em 52,67% (11,30%) e 33,75% (22,03%), respectivamente.

**Tabela 9.** Peso e rendimento da buchada e panelada de cabritos alimentados com feno de pornunça em substituição ao feno de tifton

Item	Taxa de substituição (%)				EPM	P-Valor	
	0	33	66	100		Linear	Quadrático
Buchada (kg) <sup>1</sup>	2,830	2,758	2,643	2,83	0,6658	0,8094	0,3527
Buchada (%)	12,95	12,27	12,33	13,14	0,1686	0,7315	0,0266 <sup>3</sup>
Panelada (kg) <sup>2</sup>	5,007	5,020	4,862	5,07	0,9562	0,9804	0,6151
Panelada (%)	22,95	22,34	22,73	23,67	0,1821	0,1407	0,0291 <sup>4</sup>

<sup>1</sup>Somatório dos pesos do sangue, fígado, rins, pulmões, baço, língua, coração, omento, rúmen-retículo, omaso, intestino delgado; <sup>2</sup>Buchada + cabeça + patas. <sup>3</sup> $\hat{Y} = 12,9471 - 0,0316X + 0,0003X^2$ ; <sup>4</sup> $\hat{Y} = 22,9273 - 0,0270X + 0,0004X^2$ .

O rendimento da buchada representou cerca de 12,67% do peso corporal ao abate. Valor inferior ao observado por Bezerra *et al.* (2010), trabalhando com caprinos SRD com peso vivo ao abate (22,74 kg) semelhante. Também foi inferior ao observado por Amorim *et al.* (2008), trabalhando com caprinos mestiços Anglo-Nubianos com peso vivo ao abate superior a 24 kg.

O aproveitamento de componentes não carcaça na elaboração de produtos como a “buchada” representa importante fonte adicional de renda para os produtores e

indústrias frigoríficas, tendo em vista que no Nordeste é comum a utilização dos constituintes não carcaça na culinária local.

## CONCLUSÕES

O feno de pornunça não alterou as principais características quantitativas e qualitativas da carne, podendo substituir em 100% o feno de tifton na alimentação de cabritos confinados por 51 dias.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, G. L. et al. Substituição do milho por casca de soja: consumo, rendimento e características de carcaça e rendimento da buchada de caprinos. **Acta Sci. Anim. Sci.**, v.30, n.1, p.41-49, 2008.

AMORIM, S.L. et al. Intoxicação experimental por *Manihot glaziovii* (Euphorbiaceae) em caprinos. **Pesq. Vet. Bras.** v.25, p.179-187, 2005.

ANDRADE, A. C. S. et al. Physicochemical and sensory traits of meat from Santa Inês lambs slaughtered with different subcutaneous fat thicknesses. **Rev. Bras. Zootec.**, v.44, n.8, p.290-295, 2015.

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

ARAÚJO, G. L.; CAVALCANTI, J. Potencial de Utilização da Maniçoba. **III Simpósio Paraibano de Forrageiras Nativas**, Areia-PB, 2002.

BEZERRA, S. B. L. et al. Componentes não integrantes da carcaça de cabritos alimentados em pastejo na Caatinga. **Pesq. agropec. bras.**, v.45, n.7, p.751-757, 2010.

BIANCHINI, W. et al. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces. **Rev. Bras. Zootec.**, v.36, n.6, p.2109-2117, 2007 (supl.).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA). Secretaria da Defesa Agropecuária (SDA). Departamento de Inspeção de Produtos de Origem

Animal (DIPOA). Divisão de Normas Técnicas. **Instrução Normativa n. 3, de 17 de janeiro de 2000**. Aprova o Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue. Lex: Diário Oficial da União de 24 de janeiro de 2000, seção 1, 14-16 p., Brasília, 2000.

CARTAXO, F. Q. et al. Características de carcaça de cabritos de diferentes genótipos terminados em confinamento. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, v.15, n.1, p.120-130, 2014.

CARVALHO JÚNIOR, A. M. et al. Efeito da suplementação nas características de carcaça e dos componentes não-carcaça de caprinos F1 Boer × SRD terminados em pastagem nativa. **Rev. Bras. Zootec.**, v.38, n.7, p.1301-1308, 2009.

CASEY, N.H.; WEBB, E.C. Managing goat production for meat quality. **Small Rum. Research**, v.89, p.218–224, 2010.

CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. **Carcaças ovinas e caprinas - Obtenção, avaliação e classificação**. Uberaba: Editora Agropecuária Tropical, 232 p. 2007.

COELHO, M. C. S. C. **Feno de pornunça (*Manihot spp.*) na alimentação de ovinos em confinamento no semiárido**. 2014. Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco/Universidade Federal da Paraíba/Universidade Federal do Ceará, Recife.

COSTA, C. R.M. et al. Alometria de Cortes da Carcaça de Caprinos da Raça Anglonubiana e F1 Boer-Anglonubiana. **Rev. Cient. de Prod. Anim.**, v.11, p.119-132, 2009.

DETMAN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Comunicação: On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.62, n.4, p.980-984, 2010.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C **Métodos para análises de alimentos - INCT – Ciência Animal**. Editora UFV. 214 p. 2012.

DIAS, A. M. A.; et al. Características de carcaça e rendimento de buchada de caprinos alimentados com farelo grosso de trigo em substituição ao milho. **Rev. Bras. Zootec.**, v.37, n.7, p.1280-1285, 2008.

FERRAZ, L.V. **Borra de manipueira em substituição ao milho na dieta de cabritos**. 2016. Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco/Universidade Federal da Paraíba/Universidade Federal do Ceará, Recife.

FERREIRA, A.L.; et al. Produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e pornunça. **Rev. Bras. Saúde e Prod. Anim.**, v.10, n.1, p.129-136, 2009.

KUMAR, R. Anti-nutritional factors, the potential risks of toxicity and methods to alleviate them. In Legume trees and other fodder tree as protein sources for livestock. (Ed. A. Speedy and P. Pugliese). **FAO**, Animal Production and Health Paper, n.102, p.145-160, 1992.

LEMES, J. S. et al. Características instrumentais e sensoriais da carne de caprinos da região do Alto Camaquã, **Pesq. Agrop. Gaúcha**, v.19, n.1/2, p.117-126, 2013.

LIMA JÚNIOR, D. M. et al. Feno de maniçoba na alimentação de caprinos Moxotó. **Semina: Ciênc. Agrárias**, v.36, n.3, suplemento 1, p.2211-2222, 2015.

LIMA JÚNIOR, D. M.; et al. Fatores anti-nutricionais para ruminantes. **Acta Vet. Brasilic.**, v.3, n.4, p.132-143, 2010.

LISBOA, A. C. C.; et al. Avaliação da qualidade da carne de cabritos nativos terminados com dietas contendo feno de Maniçoba. **Rev. Bras. Saúde e Prod. Anim.**, v.11, n.4, p.1046-1055, 2010.

MACOME, F. et al. Productive performance and carcass characteristics of lambs fed diets containing different levels of palm kernel cake. **Rev. MVZ Córdoba**, v.16, p.2659-2667, 2011.

MARTINS, L. S. et al. Morfologia e qualidade da carcaça de cabritos naturalizados do “Alto Camaquã” abatidos em diferentes idades. **B. Indúst. Anim.**, v.72, n.3, p.193-199, 2015

MATOS, D. S.; et al. Composição química e valor nutritivo da silagem de maniçoba (*Manihot Epruinosa*). **Archivos de Zootec.**, 2005.

MEDEIROS, B. B. **Proporção tecidual, características físicas, químicas e sensoriais da carne de caprinos de diferentes grupos raciais e aspectos comportamentais**. 2009. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia: Campus de Botucatu, São Paulo.

MENEZES, J. J. L. et al. Efeitos do sexo, do grupo racial e da idade ao abate nas características de carcaça e maciez da carne de caprinos. **Rev. Bras. Zootec.**, v.38, n.9, p.1769-1778, 2009.

MIOTTO, F.R.C.; et al. Características da carcaça de tourinhos Nelore x Limousin alimentados com dietas contendo gérmen de milho integra. **Ciência Anim. Bras.**, v.10, n.2, p.474-484, 2009.

MONTE, A. L. S. et al. Parâmetros físicos e sensoriais de qualidade da carne de cabritos mestiços de diferentes grupos genéticos. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.27, n.2, p.233-238, 2007.



NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. 1.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007.

OLIVEIRA, A. N. et al. Características da carcaça de caprinos mestiços Anglo-Nubiano, Boer e sem padrão racial definido. **Ciênc. Rural**, v.38, n.4, p.1073-1077, 2008.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; SILVA SOBRINHO, A. G. Morfologia e avaliação de carcaças ovinas. In: SILVA SOBRINHO, A. G. et al. **Produção de carne ovina**. p.69-128. Jaboticabal: Funep, 2008.

OSÓRIO, J.C.S. et al. Produção de carne em cordeiros cruza Border Leicester com ovelhas Corriedale e Ideal. **Rev. Bras. Zootec.**, v.31, n.3, p.1469-1480, 2002.

PEÑA, F. et al. Effects of genotype and slaughter weight on the meat quality of Criollo Cordobes and Anglonubian kids produced under extensive feeding conditions. **Meat Science**, v. 83, p. 417–422, 2009.

PURCHAS, R.W.; DAVIES, A. S.; ABDULLAH, A. Y. An objective measure of muscularity: changes with animal growth and differences between genetic lines of Southdown sheep. **Meat Science**, v.30, p.81-94, 1991.

REIS, W. et al. Características da carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo grãos de milho conservados em diferentes formas. **Rev. Bras. Zootec.**,v.30, n.4, p.1308-1315, 2001.

SANTOS, N. M. et al. Caracterização dos componentes comestíveis não constituintes da carcaça de caprinos e ovinos. **Agrop. Téc.**, v.26, n.2, 2005.

SHIJA D. S. et al. Chemical composition and meat quality attributes of indigenous sheep and goats from traditional production system in Tanzania. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v.26, p.295-302, 2013b.

SIERRA, I. La denominación de origen en el ternasco de Aragón. **Informac. Técnica Econ. Agrar.**, v.66, p.3-12, 1986.

SILVA SOBRINHO, A. G. **Criação de ovinos**. Jaboticabal: Funep, 2001. p.302.

SILVA SOBRINHO, A. G.; OSÓRIO, J. C. S. Aspectos quantitativos da produção da carne ovina. p.1-68. In: SILVA SOBRINHO, A. G. et al. **Produção de carne ovina**. Jaboticabal: Funep, 2008.

SILVA, A.F.; SANTANA, L.M. Crescimento de mandioca, maniçoba e pornunça conduzidas sob podas em épocas distintas na região Semi-Árida. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA. 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande-MS: ABAM, 2005.

SILVA, D. C. et al. Níveis de suplementação sobre as características quantitativas da carcaça e composição tecidual do pernil de caprinos mestiços terminados na caatinga. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, v.15, n.3, p.705-716, 2014.

SILVA, T.G.P. **Concentração de ácido cianídrico na maniçoba in natura e conservada**, 2015, 30f. Monografia (Bacharelado em Zootecnia) – Curso de Graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II carbohydrate and protein availability. **J. of Dairy Scienc.**, v.70, n.10, p.3562-3577, 1992.

SOARES, J. G. G. **Avaliação da silagem de maniçoba - teor de ácido cianídrico**. Comunicado Técnico da Embrapa Semiárido, n.93, 2000.

SOARES, J. G. G.; SALVIANO, L. M. C. **Cultivo da maniçoba para produção de forragem no semiárido brasileiro**. Instruções Técnicas da Embrapa Semiárido, n.33, 2000.

TEIXEIRA, A.; DELFA, R.; GONZALES, C. El grado de engrasamiento. **Ovis**, v.19, p.21-35, 1992.

THOMPSON, J. Managing meat tenderness. **Meat Science**, v.62, n.3, p.295-308, 2002.

VAN SOEST, P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. A rapid method for the determination of fiber and lignin. **Journal of the Association Official Agricultural Chemists**, v.46, p.829-835, 1963.

VOLTOLINI, T.V. et al. Alternativas alimentares e sistemas de produção animal para o semiárido brasileiro. In: SÁ, I. B.; SILVA, P. C. G. (Eds.). **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. EMBRAPA SEMIÁRIDO, p.199-242, 2010.

WEISS, W.P. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. Cornell: Nutrition conference for feed manufactures, 1999.

WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE, M.; SHACKELFORD, S.D. Standardized Warner-Bratzler shear force procedures for meat tenderness measurement. Clay Center: Roman L. Hruska U. S. MARC. USDA, p.7, 1995.

ZAPATA, J. F. F. et al. Características de carcaça de pequenos ruminantes do Nordeste do Brasil. **Ciênc. Anim.**, v.11, p.79-86, 2001.

ZAPATA, J. F. F. et al. Estudo da qualidade da carne ovina no Nordeste brasileiro: propriedades físicas e sensoriais. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.20, p.274-277, 2000.