

BRUNO SPÍNDOLA GARCEZ

**VALOR NUTRITIVO DE DIETAS CONTENDO FRUTOS DE CARNAÚBA E TUCUM
PARA CAPRINOS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
TERESINA-PIAUI
2017

BRUNO SPÍNDOLA GARCEZ

**VALOR NUTRITIVO DE DIETAS CONTENDO FRUTOS DE CARNAÚBA E TUCUM
PARA CAPRINOS**

Tese submetida à defesa no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Arnaud Azevêdo Alves

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
TERESINA-PIAUÍ
2017

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias
Serviço de Processamento Técnico

G215v Garcez, Bruno Spíndola

Valor nutritivo de dietas contendo frutos de carnaúba e tucum para caprinos / Bruno Spíndola Garcez - 2017.
103 f.: il.

Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2017.

Orientação: Prof. Dr. Arnaud Azevêdo Alves

1. *Bactris setosa* 2. Balanço nitrogenado 3. Consumo de matéria seca 3. *Copernicia prunifera* 4. Ganho de peso 6. Suplementação de pasto I. Título

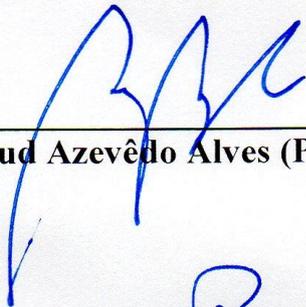
CDD 584.5

**VALOR NUTRITIVO DE DIETAS CONTENDO FRUTOS DE CARNAÚBA
(*COPERNICIA PRUNIFERA*) E TUCUM (*BACTRIS SETOSA*) PARA
CAPRINOS**

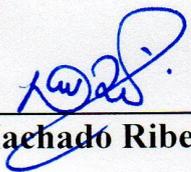
BRUNO SPINDOLA GARCEZ

Tese Aprovada em: 03/03/2017

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Arnaud Azevêdo Alves (Presidente) / DZO/UFPI



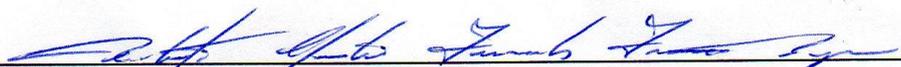
Profa. Dra. Danielle Maria Machado Ribeiro Azevedo (Externa) / EMBRAPA



Prof. Dr. Daniel Louçana da Costa Araujo (Externo) / DZO/CCA/UFPI



Prof. Dr. Marcos Claudio Pinheiro Rogério (Externo) / EMBRAPA



Prof. Dr. Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu (Externo) / EMBRAPA

“O bem que praticas em qualquer lugar,
será teu advogado em toda parte”

- *Emmanuel*

À minha família, pelo amor.
Que abarca tudo de bom dentro de si.

AGRADECIMENTOS

À *DEUS* e a meus guias espirituais pela proteção, cuidado e pelas pessoas de bem que entraram na minha vida.

À *Universidade Federal do Piauí* pela possibilidade de realização do curso de Doutorado, contribuindo com a estrutura física e implementos durante a pesquisa.

Ao *Programa de Pós Graduação em Ciência Animal*, pelo apoio em diversas fases da pesquisa e por proporcionar a realização dessa conquista.

Ao meu orientador e amigo Prof. *Dr. Arnaud Azevêdo Alves*, por me mostrar nesses sete anos que orientação não é só artigos, relatórios e experimentos, é companheirismo, apoio, amizade e confiança, é somar com o crescimento, ajudando a podar os excessos e estimulando o potencial.

Aos membros da banca *Prof. Dr. Daniel Louçana da Costa Araújo, Dra. Danielle Maria Machado Ribeiro Azevêdo, Dr. Marcos Cláudio Pinheiro Rogério e Dr. Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu* pela colaboração científica durante a qualificação e defesa.

Aos meus pais *Luís Carlos e Carmem Lúcia*, pelo exemplo de amor, honestidade, carinho, respeito, confiança, por lutarem e me impelirem a chegar onde estou e por me mostrarem o homem que eu quero ser.

Às minhas irmãs *Laís e Thaís*, pelo apoio, carinho e cuidados nesses anos todos, por serem meus pais em muitas ocasiões e por estarem ao meu lado, me ajudando em cada tropeço na estrada.

À minha noiva *Leidiane Freitas*, pelo amor puro e verdadeiro, por me fazer ser melhor todo dia e por estar de mãos dadas comigo sempre, me apoiando em meus dias nublados e me fazendo feliz a cada minuto.

À minha mãe-amiga *Profa. Dra. Maria Elizabete de Oliveira*, pelo afeto, apoio, confiança e orientação em nossas conversas e por toda energia boa que me passa, acreditando e ficando feliz comigo a cada conquista.

Aos meus amigos *Guilherme Wallan* e *Anderson Chaves*, pela confiança, ajuda inestimável nessa caminhada e pelos momentos de alegria, ouvindo meus problemas, rindo comigo e me aconselhando, sempre com um ombro amigo.

Aos professores do Departamento de Zootecnia Prof. Dr. *Daniel Louçana*, Prof. Dr. *Lindemberg Sarmiento*, Prof. Dr. *José Elivalto* e Prof. Me. *Miguel Thomaz* pelo apoio e colaboração durante a pesquisa.

Aos técnicos do Laboratório de Nutrição Animal *Manoel Silva* e *Lindomar Uchoa*, pela paciência, confiança e pela boa convivência e amizade, não só durante as análises, mas durante todo o Mestrado e Doutorado.

Aos funcionários do setor de caprinos *Roquelâne*, *Joniêl* e *Sra. Beatriz*, que sempre estiveram dispostos a ajudar, proporcionando ótima convivência e amizade.

Aos meus colegas de graduação e pós-graduação *Marlúcia Lacerda*, *Isak Samir*, *Miguel Arcanjo*, *Roseane Moura*, *Antônia Leidiana*, *Adalberto Silva*, *Alessandra Silva*, *Airton Blamires*, *Fernando Yuri* e todos os que colaboraram direta ou indiretamente para que esse momento se concretizasse.

Aos professores da Universidade Estadual do Piauí, em especial a *Fracineuma Arruda*, *Cícero Nicolini*, *Eline Chaves* e *Francisco Machado*, que nesses quatro anos me ensinaram muito e me acolheram sempre com muito carinho, amizade e cuidado, proporcionando um maravilhoso convívio.

A todos os meus amigos, próximos ou distantes, que sempre torceram por mim e me proporcionaram momentos maravilhosos, me ajudando, tanto na pesquisa quanto na vida pessoal, com conselhos, companheirismo e, acima de tudo, amor fraternal que sentimos uns pelos outros.

SUMÁRIO

Lista de Tabelas	ix
Lista de Figuras	x
Resumo Geral	xi
Abstract.....	xii
1 Introdução Geral	13
2 Referencial Teórico	14
2.1 Palmeiras nativas com potencial forrageiro.....	14
2.1.1 Carnaúba (<i>Copernicia prunifera</i> (Miller) H. E. Moore)	15
2.1.2 Tucum (<i>Bactris setosa</i> Mart.)	17
2.2 Suplementação de ruminantes a pasto	19
3 Capítulo 1	23
Resumo	23
Abstract.....	24
Introdução	26
Métodos	27
Resultados e discussão.....	34
Conclusões.....	48
Referencias bibliográficas	48
4 Capítulo 2	54
Resumo	54
Abstract.....	55
Introdução	56
Material e Métodos	58
Resultados e discussão.....	65
Conclusões.....	77
Referências bibliográficas	77
5 Considerações finais	84
6 Referências bibliográficas da introdução e referencial	85
Anexo.....	91
1 Normas do periódico Animal Production Science	92

LISTA DE TABELAS

TABELA	Página
CAPÍTULO 1	
1. Composição química dos ingredientes das dietas	28
2. Composição centesimal e química das dietas	30
3. Consumo de nutrientes por caprinos alimentados com rações contendo frutos de carnaúba ou tucum	34
4. Digestibilidade de nutrientes de dietas contendo frutos de carnaúba ou tucum por caprinos	38
5. Balanço de compostos nitrogenados de dietas para caprinos contendo frutos de carnaúba ou tucum	40
6. Balanço energético de dietas para caprinos contendo frutos de carnaúba ou tucum.....	42
7. Comportamento ingestivo de caprinos alimentados com rações contendo frutos de carnaúba ou tucum	44
CAPÍTULO 2	
1. Composição química dos ingredientes, suplementos e capim-Tanzânia aos 24 dias pós-rebrota	60
2. Composição centesimal dos suplementos contendo 40% de frutos de carnaúba ou tucum	62
3. Características estruturais do pasto de capim-Tanzânia aos 24 dias pós-rebrota	65
4. Consumo de nutrientes dos suplementos contendo 40% de frutos de carnaúba ou tucum por caprinos em pasto de capim-Tanzânia	67
5. Consumo de nutrientes da forragem de capim-Tanzânia por caprinos suplementados com rações contendo 40% de frutos de carnaúba ou tucum	69
6. Desempenho e área de olho de lombo de caprinos em pasto de capim-Tanzânia suplementados com rações contendo 40% de frutos de carnaúba e tucum	71
7. Comportamento em pastejo de caprinos em pasto de capim-Tanzânia suplementados com rações contendo 40% de frutos de carnaúba ou tucum	73

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Página
CAPÍTULO 1	
1. Frequência de alimentação, ruminação e ócio de caprinos alimentados com rações contendo frutos de carnaúba e tucum	47
CAPÍTULO 2	
2. Frequência de pastejo de caprinos suplementados e não suplementados em pasto de capim-Tanzania	76

RESUMO

Objetivou-se com essa pesquisa avaliar o valor nutritivo de dietas contendo frutos de carnaúba (*Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore) e tucum (*Bactris setosa* Mart) para caprinos. Foram realizados dois experimentos, o primeiro para avaliar o consumo e metabolismo de nutrientes de dietas com inclusão dos frutos e o comportamento ingestivo dos animais, e o segundo para avaliar o desempenho e o comportamento em pastejo de caprinos em pasto de capim-Tânzania suplementados com dietas contendo 40% dos frutos ao nível de 1,5% do PV. Para o experimento de metabolismo utilizou-se 21 cabras Anglo-Nubianas em delineamento inteiramente casualizado durante 22 dias, com quinze dias de adaptação e coletas realizadas durante cinco dias e o comportamento ingestivo em dois. Houve redução no consumo de matéria seca (CMS) de 0,23 e 0,18kg/dia para as rações contendo frutos de carnaúba e tucum, respectivamente. O consumo de proteína digestível (78,04 gPD/dia) e energia metabolizável (2,51 McalEM/dia) para as rações com frutos de tucum atenderam as exigências nutricionais dos caprinos. A inclusão de frutos de tucum resultou em menor consumo, absorção e retenção de Nitrogênio (19,20 gN, 14,67 g/dia e 11,55 g/dia, respectivamente), com balanço de N (%N_i) acima de 60%. A inclusão de frutos de tucum resultou em aumento de 0,57 McalED/kgMS na ED das rações. Quanto ao comportamento ingestivo se observou maior tempo de ruminação (453,65 min/dia) para a dieta com frutos de carnaúba. No ensaio de desempenho e comportamento em pastejo foram utilizados 21 caprinos, machos, separados em três grupos, um mantido exclusivamente a pasto e outros dois a pasto e suplementação ao nível de 1,5% do PV em delineamento em parcela subdividida. O consumo de suplemento foi obtido pela diferença entre o fornecido e as sobras e o de pasto com o uso do indicador Dióxido de Titânio (TiO₂), com as pesagens realizadas a cada sete dias e comportamento durante três dias. Houve maior consumo de fibra em detergente neutro (FDN) para rações contendo frutos de carnaúba (0,137 kgFDN/dia). A suplementação reduziu em 10,2% o consumo de MS do pasto (P<0,05). Associada ao consumo de nutrientes do pasto, a ração contendo frutos de tucum atendeu as exigências proteicas (0,103 kgPB/dia) e energéticas (0,547 kgNDT/dia) dos caprinos com consumo de 0,124 kgPB/dia e 0,572 kgNDT/dia, o que proporcionou maior ganho de peso (0,111 kg/dia). Houve redução no tempo de pastejo no início da manhã (P<0,05) para os caprinos suplementados, com aumento de 1 hora no tempo em ócio. A inclusão de frutos da palmeira Tucum em rações compostas por milho, soja e feno de capim-Tifton atende às exigências para caprinos em crescimento quanto à proteína digestível e energia metabolizável, mesmo com redução no consumo de matéria seca pelos animais. A suplementação de caprinos em crescimento em pastagem de capim-Tânzania com rações contendo 40% de frutos de tucum, na relação de 1,5% do PV, atende as exigências nutricionais para ganho de 150g/dia, proporcionando maior ganho de peso que a ração contendo frutos de carnaúba. A suplementação energética reduz o consumo de pasto, devendo-se considerar o nível e a formulação das rações, no entanto, há possibilidade de aumento da taxa de lotação e evitar sobras de forragem, com otimização do ganho de peso por unidade de área.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the nutritive value of rations containing carnauba (*Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore) and tucum (*Bactris setosa* Mart) fruits for goats. Two experiments were carried out, the first one to evaluate the nutrient intake and metabolism of diets with fruit inclusion and the ingestive behavior of the animals, and the second was to evaluate the performance and behavior in goats pasture in Tanzania grass or supplemented with diets containing 40% of fruits at the level of 1.5% of CW (Carporeal Weight). For the metabolism experiment, 21 Anglo-Nubian goats were used in a completely randomized design for 17 days, with 15 days for adaptation and collections were carried out during 5 days and the ingestive behavior in two. There was a decrease in dry matter intake (DMI) of 0.18 and 0.23 kg/day for rations containing tucum and carnauba fruits, respectively. The consumption of digestible protein (78.04 g/day) and metabolizable energy (2.51 Mcal/day) for the rations with tucum fruits met the nutritional requirements of the goats. The inclusion of tucum fruits resulted in lower nitrogen intake, absorption and retention (19.20 g, 14.67 g/day and 11.55 g/day, respectively), with N balance (%Ningested) above 60%. The inclusion of tucum fruits resulted in increased of 0.57 McalED/kgMS in ED. Regarding the ingestive behavior, more rumination time (453.65 min/day) was observed for rations containing carnauba fruits. In the performance and grazing behavior, 21 male goats were used, separated into three groups, one exclusively pasture and another two pasture and supplementation at the level of 1,5% of the CW in a subdivided plot design. Supplement consumption was obtained by the difference between the supply and the leftovers, with the weights performed every seven days and pasture consumption using the internal titanium dioxide (TiO₂) indicator, with weighings carried out every seven days and behavior during 3 days. There was higher consumption of neutral detergent fiber (NDF) for supplements containing carnauba fruits (0.137 kgNDF/day). Supplementation reduced MS consumption of pasture by 10.2% (P<0.05). However, in addition to nutrient intake from pasture, the tucum paml fruit diet met the protein (0.103 kgCP/day) and energetic requirements (0.547 kgTDN/day) of goats with consumption of 0.127 kgCP/day and 0.572 kgTDN/day, which provided greater weight gain (0.111 kg/day). There was a reduction in grazing time (P <0.05) for the supplemented goats, with 1 hour in idle time. The inclusion of carnauba and tucum fruits in rations composed of corn, soybean and Tifton hay for goats reduce consumption and digestibility of dry matter due to the increase in fiber proportions, however, rations containing tucum fruits meet the requirements of goats on digestible protein and metabolizable energy. The supplementation of growing goats in grassland of Tanzania grass with rations containing 40% of tucum fruits at the level of 1.5% of CW for gain of 150g/day meets the nutritional requirements of the category, providing a greater weight gain than the ration containing carnauba fruits. Energy supplementation reduces pasture consumption, considering the level and formulation of the rations; however, there is a possibility of increasing the stocking rate avoiding forage leftovers and optimizing the animal gain per area.

1 INTRODUÇÃO

A produção de caprinos e ovinos na região Nordeste constitui atividade de importância econômica, pela geração de renda, e sociocultural, pela fixação do homem ao campo (BATISTA et al., 2015). No entanto a irregularidade pluviométrica reduz a disponibilidade e a qualidade das forragens em determinadas épocas do ano, o que associada ao alto custo de ingredientes concentrados, leva ao aumento na busca e uso de alimentos alternativos em rações, com destaque para sub-região Meio Norte, que apresenta diversas espécies utilizadas como fontes forrageiras para os ruminantes.

Um alimento alternativo deve possuir as seguintes características: Disponibilidade no período de escassez de forragem, permitir armazenamento e, de preferência, ser produzido na região, reduzindo a dependência de aquisição de insumos externos, sujeitos a flutuação de preços de mercado, além de possuir bom valor nutritivo, especialmente quanto aos teores de energia e proteína (ANDRADE-MONTEMAYOR et al., 2011). Os frutos das palmeiras carnaúba (*Copernicia prunifera* (Mill.) H.E. Moore) e tucum (*Bactris setosa* Mart.) são consumidos por pequenos ruminantes em sistemas extensivos, com relatos empíricos de boa aceitação e contribuição para a manutenção do peso vivo.

A utilização desses alimentos como suplemento energético-proteico em sistemas de produção a pasto deve estar associada à boa qualidade da forragem, que é limitada em períodos de baixa precipitação pluviométrica. Nesse sentido, a irrigação das pastagens reduz as limitações impostas pelas variações climáticas, aumentando a disponibilidade de forragem e nutrientes, com aumento na produtividade animal por área, além de elevar o lucro por quilograma de peso vivo, o que compensa o aumento dos custos relacionados ao sistema (FERNANDES JUNIOR et al., 2013).

Essa Tese apresenta-se estruturada em três partes: Parte I, representada por introdução, referencial teórico e referências bibliográficas gerais, redigidos segundo as normas editoriais do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí; parte II, referente ao capítulo 1 – **Metabolismo de nutrientes e comportamento ingestivo de caprinos alimentados com rações contendo frutos de palmeiras**; e parte III, referente ao capítulo 2 - **Desempenho e comportamento em pastejo de caprinos suplementados com dietas contendo frutos de palmeiras**, apresentados em formato de artigo científico nas normas da revista **Animal Production Science**, à qual serão submetidos à publicação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Palmeiras nativas com potencial forrageiro

A alimentação dos rebanhos, independente do sistema de manejo, ainda é um dos itens mais onerosos, o que leva produtores a buscar formas de minimizar esse impacto, que afeta diretamente o preço final do produto (SILVA-MARQUES et al., 2015). Desse modo, alimentos alternativos vêm sendo estudados e avaliados quanto aos aspectos nutricionais, para que possam viabilizar a produção intensiva de ruminantes com menores custos de produção (ZERVOUDAKIS et al., 2011).

O uso de frutos de espécies forrageiras nativas da sub-região Meio-Norte pode reduzir o custo da suplementação concentrada por substituir parcial ou totalmente os concentrados tradicionais como milho e farelo de soja, apresentando muitas vezes elevados teores de proteína e energia, além da maior disponibilidade em áreas de abundância das plantas. Segundo Mendéz (1999), são mais de 300 espécies com potencial forrageiro em regiões tropicais, que podem contribuir, por meio de suas folhagens e frutos, permitindo pastejo diversificado em sistemas extensivos e a inclusão em rações de acordo com as exigências dos animais.

Dentre as vantagens da utilização de alimentos alternativos, destaca-se a produção de algumas espécies durante o período de estiagem, onde geralmente há menor valor nutritivo nas pastagens. Segundo Nunes et al. (2007), quando do uso de alimentos alternativos, deve-se considerar além do valor nutritivo, a disponibilidade, facilidade de processamento e a aceitação pelos animais, além de baixo teor de fatores antinutricionais.

Na região Nordeste, a família *Aracaceae* possui diversas espécies cujos frutos são utilizados na alimentação de ruminantes. Dentre as espécies abundantes nessa região, destacam-se os gêneros *Bactris* (tucum), *Euterpe* (açai), *Syagrus* (licuri), *Orbignya* (babaçu), *Acrocomia* (macaúba), *Copernicia* (carnaúba) e *Mauritia* (buriti). Essas palmeiras formam áreas extensas em regiões alagadiças, com maturação de seus frutos geralmente entre outubro e janeiro, fornecendo alimento para os rebanhos criados em sistemas extensivos nessas áreas (BRAGA, 2001).

A composição química dos frutos integrais de licuri (*Syagrus coronata* M.) foi avaliada por Crepaldi et al. (2001) obtendo elevado teor de extrato etéreo (53,7%) e proteína bruta (14,7%) e para os frutos de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*), Ferreira et al. (2009), verificaram valores de 40,40% de extrato etéreo. De acordo com esses autores, a composição química de frutos de palmeiras é semelhante, principalmente quanto aos teores de nutrientes energéticos.

Teores elevados de carboidratos não fibrosos foram observados por Aguiar et al. (1980) para os frutos de açaí (*Euterpe oleracea*) (74,1%) e por Clemente & Mora Urpi (1987) para frutos de pupunha (*Bactris gasipaes*) (84,2%).

A avaliação do valor nutritivo de frutos e subprodutos de palmeiras também favorece a redução da devastação de áreas de ocorrência natural para implantação de pastagens cultivadas, com menor uso do fogo e herbicidas, práticas bastante utilizadas por desinformação do valor forrageiro dessas espécies (ALBIERO et al., 2007). Entretanto, informações sobre o uso forrageiro de palmeiras são empíricos e distribuídos apenas nas populações de onde as mesmas ocorrem em abundância, não permitindo a exploração do potencial dos mesmos quando da inclusão em rações para ruminantes (RUFINO et al., 2008).

2.1.1 Carnaúba (*Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore)

A carnaúba (*Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore) é uma palmeira da família Aracaceae, nativa da região Nordeste brasileira, que atinge maturidade botânica entre os 12 e 15 anos, com maior ocorrência nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte (LIMA et al., 2008). O termo “carnaúba” é derivado da língua indígena tupi e significa “árvore-que-arranha” devido aos pecíolos de folhas na parte inferior do tronco, além de ser conhecida como “árvore da vida”, pois oferece uma variedade de usos econômicos (GOMES et al., 2009).

A ocorrência da carnaúba é característica de leitos de rios, se adaptando a ambientes com terrenos baixos de várzea, solos argilosos e periodicamente inundados, sendo resistente a alagamentos prologados durante a época das chuvas (RODRIGUES et al., 2013). A densidade de palmeiras por área está diretamente relacionada ao tipo de solo, com presença de maior número em solos com elevado teor de argila (ALBUQUERQUE & ANDRADE, 2002).

A palmeira pode atingir 10 a 15 m de altura, com caules medindo entre 15 e 25 cm de diâmetro, apresentando crescimento lento e sistema radicular fibroso e abundante (RODRIGUES et al., 2013). Apresenta folhas numerosas em forma de leque (flabeliformes), palmadas, que formam uma copa globosa, com inflorescências intrafoliares, ramificadas, dispostas obliquamente e mais longas do que as folhas (LORENZI, 2010). As folhas são recobertas por uma película cerosa como mecanismo natural de defesa contra elevadas temperaturas, típicas dos períodos secos (HENDERSON; GALEANO; BERNAL, 1995).

A exploração extrativista dos recursos da carnaúba foi descrita, pela primeira vez, por volta do ano 1648, por Maregravius e Piso e, posteriormente, por R. Müller, em 1768, quando relatou as primeiras experiências para obtenção de cera, usada como vela (LORENZI, 2010).

Atualmente, a carnaúba é um dos suportes da economia dos estados do Maranhão, Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte, que são os maiores produtores de cera, contribuindo com 86,2% da produção brasileira, sendo 64,9% desse total oriundo do Piauí (IBGE, 2015).

A cera acumulada nas folhas é composta basicamente de ésteres, álcoois e ácidos graxos, utilizada na fabricação de cosméticos e produtos de limpeza, filmes plásticos e na composição de revestimentos, impermeabilizantes e lubrificantes (AYRES et al., 2008). O corte das folhas se dá entre outubro e janeiro, e o nível de produção de cera é associado à precipitação pluviométrica nos anos anteriores (ALVES & COELHO, 2008). Uma carnaúba madura produz entre 35 e 40 palhas por ano, sendo 28 a 32 palhas maduras, e 7 ou 8 novas, ainda não totalmente abertas (LORENZI, 2010).

Por se tratar de uma planta adaptada ao clima semiárido, a carnaúba oferece outras possibilidades de uso em época de estiagem, dentre estas, a bagana, resíduo da produção de cera utilizado em sistemas de adubação orgânica, e seu fruto, que serve de alimento tanto para consumo humano como animal, sendo uma importante alternativa na composição da renda familiar das comunidades rurais, além da possibilidade de redução dos custos com alimentação dos rebanhos (ALVES & COELHO, 2008).

O fruto de carnaúba possui forma de baga arredondada, glabra, esverdeada, passando a roxo-escura ou quase preta quando da maturação e de epicarpo carnoso, envolvendo um caroço muito duro, provido de albúmen branco, duro e oleoso (NOGUEIRA et al., 2009). Apresentam em média 23,51 mm de comprimento e 16,30 mm de diâmetro, com grande variabilidade destas características de acordo com a região (SILVA et al., 2012).

A produção de frutos ocorre entre outubro e janeiro, com a produção média de 3200 frutos por plantas, com 300 a 400 frutos de aproximadamente 35g por cacho. Cada planta produz aproximadamente 112 kg de frutos, o que representa uma produção de matéria seca de 100 kg/árvore (BARBOSA et al., 2009).

Em sistemas de criação extensiva de pequenos ruminantes, os frutos são basicamente aproveitados para alimentação dos rebanhos, entretanto, mesmo encontrados em grandes quantidades nessas áreas, parte ainda é desperdiçada na época da safra, em decorrência da rápida decomposição do epicarpo no solo quando da maturação e desprendimento da planta mãe (NOGUEIRA et al., 2009), o que está associado a restrita informação científica quanto sua utilização em dietas para ruminantes. Quando verdes, os frutos possuem sabor adstringente, adquirindo sabor ligeiramente adocicado durante a maturação, sendo consumidos por bovinos, equídeos, caprinos e suínos (BRAGA, 2001)

As informações sobre a utilização dos frutos de carnaúba na alimentação de ruminantes ainda são empíricas e de cunho exploratório, carecendo inclusive de abordagem etnozootécnica buscando compreender as relações entre o produtor e o ambiente, quanto ao uso de plantas nativas na alimentação dos animais. Os produtores atribuem a manutenção do peso de caprinos a pasto em áreas de carnaubais, em períodos de baixa oferta e valor nutritivo da forragem, à disponibilidade de suprimento alimentar natural pelos frutos, já maturados e palatáveis.

A composição química dos frutos foi avaliada por Garcez et al. (2015) obtendo teores de MS de 87,60%, PB 6,54%, EE 5,49%, FDN 75,72% e FDA 56,59% e por SILVA et al. (2015), verificando teores de FDN de 61,7% e de PB 6,30%. A composição do mesocarpo e da amêndoa foi avaliada por Braga (2001), com valores 5,46 e 6,89% de PB, 6,25 e 9,65% de EE, 64,32 e 3,39% de FDN, respectivamente, o que implica na utilização do fruto integral em dietas para ruminantes, com cuidados quanto aos teores de FDN do mesmo evitando limitação no consumo pelos animais.

Associada a composição química, a degradação ruminal dos frutos apresentaram valores compatíveis com volumosos utilizados em dietas para ruminantes, com degradação potencial da MS de 66,69% associada à taxa de degradação (%/h) de 3,78%. O baixo aproveitamento da fração FDN (38,63%) pode reduzir a disponibilidade energética para os microrganismos ruminais e elevar o tempo de permanência do alimento no rúmen, reduzindo o consumo de MS (GARGEZ et al., 2015), o que infere na necessidade de pesquisa quanto a níveis de inclusão desse ingrediente.

Os frutos da carnaúba estão disponíveis durante os períodos de estiagem e são bastante procurados pelos animais, no entanto, sua utilização deve ser avaliada de forma adequada, visando estabelecer limites de inclusão que atendam às exigências de ruminantes em áreas de carnaubais e permitam o uso racional desse recurso forrageiro, sem prejuízos as áreas.

2.1.2 Tucum (*Bactris setosa* Mart.)

O tucum é uma palmeira de pequeno a médio porte, 3 a 8 metros de altura, com tronco coberto de acúleos muito finos e agudos, apresentando frutos redondos, com pequena polpa comestível, quando da maturação (LORENZZI, 1996). As espécies ocorrem em ambiente com meia-sombra, solo arenoso, úmido e relevo inclinado. Desenvolve-se melhor em lugares alagadiços, onde produz touceiras densas e raque foliar com acúleos mais estreitos, longos e amarelados (FERNANDES et al., 1995).

A palmeira apresenta inflorescências interfoliares, ramificadas e produz frutos carnosos, nos meses de novembro a janeiro, sendo bastante resistente e utilizado para extração de fibra e óleo rico em ácidos graxos essenciais (MONTEIRO & FISCH, 2005; YUMI et al., 2012). Os frutos tem formato ovoide com 1,1 a 2,1 cm de comprimento por 1,3 a 2,2 cm de altura, negro-arroxeados ou marrom escuro (LIMA e SOARES, 2003).

A polpa comestível é utilizada na alimentação humana e pode ser consumida *in natura* ou em forma de sucos, sorvetes, geleias, vinhos e vinagres (SILVA et al., 2001), sendo uma excelente fonte de compostos como flavonóides, antocianinas e vitamina C (SIQUEIRA et al., 2013). Esses compostos são resultados de adaptação evolutiva da espécie às condições tropicais, desenvolvendo mecanismos de defesa contra o estresse oxidativo na forma de compostos bioativos, que podem exercer ações farmacológicas (SIQUEIRA et al., 2013).

Em áreas de ocorrência natural das palmeiras, os frutos são geralmente utilizados na alimentação de ruminantes criados extensivamente, com relatos empíricos de boa aceitabilidade e manutenção do peso vivo durante o período. A produção de frutos ocorre principalmente em períodos mais secos, onde geralmente há déficit de forragem em quantidade e qualidade, tornando a utilização dos mesmos em rações uma alternativa para inclusão em rações de ruminantes nessas áreas. Uma palmeira de tucum típica produz em média de 50 a 60 kg de frutos por ano, com 2 a 4 cachos contendo aproximadamente 300 frutos de 50g em cada, totalizando uma produção de matéria seca de 55 kg por árvore (SILVA, 2001).

Quanto à composição química, os frutos apresentam teores de proteína bruta de 6,54%, fibra em detergente neutro e em detergente ácido de 56,31 e 35,49%, respectivamente, com elevado teor de extrato etéreo, 18,96%, o que sugere sua utilização como ingrediente energético em dietas (GARCEZ et al., 2015). No entanto, deve-se ter cuidado quanto à inclusão de lipídeos em rações para ruminantes, pois ácidos graxos promovem impedimento físico sobre a partícula de alimento, impedindo a aderência bacteriana, comprometendo a proximidade das enzimas microbianas e levando a redução na digestibilidade, principalmente da fibra (DEVENDRA e LEWIS, 1974).

O processamento dos frutos de tucum para inclusão em dietas para ruminantes deve ocorrer através de prévia secagem seguida de trituração, com período de armazenamento curto devido ao elevado teor lipídico que pode promover processo de rancificação e comprometer a aceitação pelos animais (BOSA et al., 2012). Segundo esses autores, altas temperaturas durante o processo de estocagem aceleram o processo de oxidação das gorduras, aumentando a formação

de radicais livres e alterando as características organolépticas do ingrediente, além de reduzir seu valor nutritivo.

Associada a composição química, a degradação ruminal *in situ* demonstrou fração potencialmente degradável (40,27%) e taxa de degradação (8,38%) elevada, demonstrando a eficiência de colonização e aproveitamento das frações desse alimento, no entanto os frutos apresentam mais de 50% da fibra de forma não degradável, o que pode limitar sua inclusão em altas proporções em dietas para ruminantes.

A produção de frutos em áreas de ocorrência natural de tucunzeiros ocorre de forma sazonal, com variações entre os anos e dependendo da precipitação pluviométrica e manejo das palmeiras, além da derrubada de árvores para implantação de áreas de pastagens (FERNANDES, 1995). Assim, o desenvolvimento de tecnologias e a avaliação de dietas compostas com os frutos, pode estabelecer manejo adequado quando da inclusão em rações e otimizar a utilização dessa fonte forrageira, além de contribuir para preservação da espécie evitando derrubada dos tucunzeiros.

2.2 SUPLEMENTAÇÃO DE RUMINANTES A PASTO

Na produção de ruminantes, as pastagens são a forma mais prática e econômica de alimentação, daí a importância de se conhecer seu valor nutritivo e associar ao atendimento das exigências nutricionais dos rebanhos. Quando da escolha das gramíneas para formação das pastagens, deve-se assegurar a produção de matéria seca, alta relação folha/colmo, o conteúdo proteico e fibroso, a aceitabilidade pelos animais e a capacidade de recuperação pós-desfolha (RODRIGUES et al., 2010).

Dentre os fatores que limitam os sistemas de produção exclusivamente a pasto, a variação na composição química da forragem ao longo do ano, com redução nos teores de proteína e lignificação da parede celular, são considerados mais importantes. Segundo Ferdous et al. (2012), plantas forrageiras podem proporcionar ganho de peso satisfatório, porém, durante um período de tempo curto, quando há precipitação pluviométrica e as mesmas apresentam elevada disponibilidade e proporção de folhas, permitindo consumo adequado de nutrientes pelos animais.

O manejo intensivo das pastagens com o uso de adubos e irrigação surge como estratégia para o aumento do rendimento forrageiro e redução do déficit de forragem de qualidade no período de estiagem, reduzindo as oscilações no valor nutritivo das gramíneas (JOHNSON et al., 2010). A irrigação deve ser feita de maneira adequada, evitando a aplicação excessiva de água

com prejuízos ao ambiente, consumo desnecessário de energia elétrica e de água, lixiviação de nutrientes e maior compactação do solo, repercutindo em redução na produção e vida útil da pastagem (ALENCAR et al., 2009).

No entanto, o valor nutritivo da forragem pode não atender eficientemente as necessidades nutricionais de categorias mais exigentes, o que limita o ganho de peso potencial, com maior tempo para atingir o peso de abate. Assim, em alguns sistemas de produção, o uso da suplementação concentrada torna-se importante para complementar das exigências nutricionais, além de poder estimular o consumo e melhorar o aproveitamento de nutrientes da forragem (KAWAS et al., 2010).

O uso de rações concentradas como suplemento para animais em pastejo deve considerar o potencial genético dos animais, a qualidade e a quantidade de forragem disponível, o preço dos ingredientes e o preço do produto animal gerado, que deve compensar o investimento do produtor (VOLTOLINI et al., 2008). De acordo com Reis et al. (2009) quando há busca por competitividade de mercado, é fundamental que o sistema de suplementação adotado proporcione a eliminação ou atenuação de entraves, possibilitando ao animal condições que permitam crescimento, e alcance de condições de abate, peso e/ou terminação mais precoces.

Os efeitos da suplementação sobre o ganho de peso de caprinos foram constatados por Cordão et al. (2014), para animais suplementados com ração concentrada na proporção de 1,5% PV (92,90 g/dia) e por Adami et al. (2013), obtendo ganho de peso de 110 g/dia para cabritas suplementadas ao nível de 1,5% do PV com dietas a base de milho e farelo de soja. A maior disponibilidade de energia e proteína oriunda do suplemento aumenta a produção de propionato no rúmen, além de estimular a produção de proteína microbiana, com maior crescimento de bactérias celulolíticas e fermentação dos nutrientes da forragem (SILVA et al., 2009).

A quantidade de ração fornecida é um dos principais fatores que devem ser observados quando da implantação de um programa de suplementação. A pastagem deve suprir a maior parte dos nutrientes às exigências nutricionais dos animais, sendo uma estratégia de suplementação adequada àquela destinada a maximizar o consumo e a digestibilidade da forragem disponível (SILVA et al., 2009). O fornecimento de quantidades elevadas de suplemento pode levar a redução no consumo de pasto por regulação fisiológica (efeito substitutivo), no entanto, eleva a sobra de forragem no pasto, o que pode permitir ajustes na taxa de lotação e maior ganho animal por área (FERDOUS et al., 2012).

O consumo voluntário de ruminantes em pastagens é regulado por três mecanismos: o psicogênico, que envolve o comportamento do animal diante de fatores inibidores ou

estimuladores relacionados ao alimento ou ao ambiente; o fisiológico, onde a regulação é dada pelo balanço nutricional, e o físico, relacionado com a capacidade de distensão do rúmen do animal (CARVALHO et al., 2007). Dentro desses mecanismos, o valor energético do suplemento, as características estruturais do pasto (relação folha/colmo, altura e oferta de forragem) e o teor de fibra da forragem podem ser considerados os mais importantes.

A introdução do suplemento energético-proteico no complexo animal-pasto pode aumentar a ingestão e a degradação da forragem, ou deprimir o consumo dos animais e reduzir a degradação de componentes da mesma (DOVE, 2002), levando a três tipos de efeitos fisiológicos: complementativo, quando o consumo de nutrientes do suplemento estimula e aumenta o consumo de pasto (aditivo) ou não interfere na ingestão do mesmo, ou substitutivo, quando após a ingestão do suplemento, o animal reduz o tempo de pastejo e a taxa de ingestão de forragem (DOVE, 2002; POPPI & MCLENNAN, 2008). Nesse último, o consumo é regulado por efeitos metabólicos, tais como elevados níveis de glicose, que desencadeiam reações hormonais de regulação (CARVALHO et al., 2007).

De acordo com DOVE (2002), o efeito substitutivo ocorre devido a fatores relacionados ao pasto, como a composição química (teores de fibra e proporção de constituintes lignificados na parede celular) e oferta de forragem, relacionada à taxa de ingestão dos animais, ao suplemento (teor energético e composição química), aos animais (estado fisiológico e nível de produção) e ao manejo (nível, horário e frequência de suplementação). Já o efeito de complementação, ocorre quando o suplemento aumenta a oferta de Nitrogênio necessária a fermentação da fibra no rúmen, elevando a taxa de passagem e estimulando o consumo.

A associação entre esses fatores pode levar a diferentes respostas dos animais quando do fornecimento de suplemento. Na suplementação de cabras com 0,5, 1,0 e 1,5% do PV, Adami et al. (2013) constataram decréscimo de 0,85% do consumo de forragem quando do aumento da proporção de suplemento, o que associaram ao elevado teor energético do mesmo. No entanto, Rufino et al. (2012), avaliando suplementação de cabras nos níveis 0,5, 1,0 e 1,5% em pastagem de capim-Tânzania observou efeito associativo (+0,81%) devido a maior disponibilidade de PB oriunda do suplemento (16,2% PB), que associado a melhor qualidade da forragem elevou o consumo de MS pelos animais.

O horário de suplementação também deve ser considerado e vai depender do manejo e estrutura da propriedade. Durante a manhã há uma maior intensidade de pastejo, o que requer cuidados quando do fornecimento da ração, podendo elevar o tempo de ócio dos animais se fornecida em excesso. Segundo Pardo et al. (2003) a forragem demora de 5 a 6 horas para ser

degradada e liberar esqueletos de carbono para fermentação, devido ao tempo que as bactérias levam para se aderirem às partículas. Assim, ao suplementar a tarde há sincronismo entre a liberação de energia e à alta solubilidade da proteína proveniente do suplemento, otimizando a síntese de proteína microbiana.

A forma que os ruminantes interagem com a pastagem também é modificada quando da suplementação. Em situações convencionais, o consumo sofre influência direta da estrutura do pasto, principalmente da oferta de forragem, uma vez que o animal deve selecionar material de melhor qualidade para atender suas exigências nutricionais (BREMM et al., 2005). Com o fornecimento de ração concentrada, ocorre atendimento das exigências de forma mais rápida, o que associada à seletividade dos mesmos em buscar forragem de melhor qualidade, reduz o tempo de pastejo, permitindo maior sobra de forragem na área (PIAZZETTA et al., 2009) e permitindo uma maior taxa de lotação e eficiência do uso da forragem.

Nesse sentido, a suplementação permite regular a oferta de forragem e maximizar o rendimento por área, pois com o aumento na quantidade de suplemento e menor contribuição da pastagem, há elevação da capacidade de suporte do pasto e da produtividade do sistema com incremento no ganho de peso por hectare e ocorrência de efeito substitutivo da suplementação (POMPEU et al., 2009). No entanto, devem-se considerar as características agronômicas das gramíneas, principalmente sua resistência ao aumento de pastejo, bem como o período de ocupação pelos animais.

1 3 CAPITULO 1

2 **Metabolismo de nutrientes e comportamento ingestivo de caprinos alimentados** 3 **com rações contendo frutos de palmeiras**

4 **Nutrient metabolism and ingestive behavior of goats fed with rations containing** 5 **palm tree fruits.**

6 Bruno Spindola Garcez¹, Arnaud Azevêdo Alves¹, José Lindenberg Rocha Sarmiento¹,
7 Danielle Maria Machado Ribeiro Azevêdo², Marcos Claudio Pinheiro Rogério³, Daniel
8 Louçana da Costa Araújo¹, Marlúcia da Silva Bezerra Lacerda¹, Miguel Arcanjo Moreira
9 Filho⁴

10 ¹Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí,
11 Brasil.

12 ²EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte, Teresina, Piauí, Brasil.

13 ³EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos e Ovinos, Sobral, Ceará, Brasil.

14 ⁴Programa Nacional de Pós Doutorado (PNPD), Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha,
15 Maranhão, Brasil.

16
17 **RESUMO:** Objetivou-se com essa pesquisa avaliar o consumo, metabolismo de nutrientes
18 e comportamento ingestivo de caprinos alimentados com rações formuladas com frutos de
19 carnaúba ou tucum. Foram utilizadas 21 fêmeas caprinas com dois anos de idade,
20 alimentadas com três rações, uma controle e duas contendo frutos de carnaúba ou tucum,
21 em delineamento inteiramente casualizado. O experimento teve duração de 22 dias, com
22 15 dias de adaptação, cinco dias para coleta e os últimos dois dias para avaliação do
23 comportamento. Houve redução no consumo de matéria seca (CMS) de 0,183 e
24 0,223kg/dia para as rações contendo frutos de tucum e carnaúba, respectivamente, com
25 maior consumo de fibra em detergente neutro (FDN) (0,41 kg/dia) e fibra em detergente

26 ácido (FDA) (0,270 kg/dia) para a dieta contendo fruto de carnaúba. O consumo de
27 proteína digestível (78,04 gPD/dia) e energia metabolizável (2,51 McalEM/dia) da ração
28 contendo frutos de tucum atendeu as exigências nutricionais dos animais. A ração
29 contendo frutos de carnaúba apresentou baixa digestibilidade da MS (56,55%), associada
30 à baixa qualidade da fibra quanto aos teores de celulose e lignina. A inclusão de frutos de
31 tucum resultou em menor consumo, absorção e retenção de Nitrogênio (19,20; 14,67 e
32 11,55 gN/dia, respectivamente), com balanço de N (%Ningerido) acima de 60%, além do
33 aumento de 0,57 Mcal/kgMS da energia digestível das rações, apresentando, porém,
34 baixa eficiência de uso da energia (35,12%). Quanto ao comportamento ingestivo, as
35 rações contendo frutos de carnaúba demandaram maior tempo em ruminação (453,65
36 min/dia), devido à maior proporção de FDN (49,40%) e baixa digestibilidade dessa fração
37 nessa ração. A inclusão de frutos da palmeira Tucum em rações compostas por milho,
38 soja e feno de capim-Tifton 85 atende às exigências de caprinos em crescimento quanto à
39 proteína digestível e energia metabolizável, mesmo com redução no consumo de matéria
40 seca. Rações contendo frutos de carnaúba reduzem a digestibilidade da matéria seca,
41 devido ao aumento na proporção de fibra e à baixa qualidade da mesma quanto à
42 lignificação, o que associada à baixa eficiência de alimentação sugere a inclusão de frutos
43 de carnaúba em menor proporção para animais em crescimento ou apenas em dietas
44 para manutenção.

45

46 **Palavras-Chave:** alimento alternativo, *Bactris setosa*, balanço nitrogenado, consumo de
47 matéria seca, *Copernicia prunifera*.

48

49 **ABSTRACT:** The objective of this research was to evaluate the nutritive value of rations
50 containing carnauba or tucum fruits for goats, in terms of consumption, nutrient

51 metabolism and ingestive behavior. Twenty one female goats with two years of age fed
52 with three rations, one control and two with carnauba or tucum fruits were used, in a
53 completely randomized design. The experiment lasted 22 days, with 15 days of
54 adaptation, five days for collection and the last two days for evaluation of behavior. There
55 was a decrease in dry matter intake (DMI) of 0.183 and 0.223 kg/day for rations containing
56 tucum and carnauba fruits, respectively, with higher consumption of neutral detergent fiber
57 (NDF) (0.41 kg/day) and acid (ADF) (0.270 kg/day) in the latter. The consumption of
58 digestible protein (78.04 g/day) and metabolizable energy (2.51 Mcal/day) for the rations
59 with tucum fruits met the nutritional requirements of the category. Rations containing
60 carnauba fruits showed low digestibility of DM (56.55%) associated with the low quality of
61 the fiber as the cellulose and lignin contents. The inclusion of tucum fruits resulted in lower
62 Nitrogen intake, absorption and retention (19.20g, 14.67 g/day and 11.55 g/day,
63 respectively), with N balance (% ingested N) above 60%, in addition to the increase 0.57
64 Mcal/kgDM the digestible energy of the rations, but presented low efficiency of energy use
65 (35.12%). Regarding the ingestive behavior, more rumination time (453.65 min/day) was
66 observed for rations containing carnauba fruits due to the proportion (49.40%) and the low
67 digestibility of NDF in this diet. The inclusion of tucum fruits in rations composed of corn,
68 soybean and Tifton-85 hay meets the requirements of growing goats as regards digestible
69 protein and metabolizable energy, even with reduction in dry matter consumption. Rations
70 containing carnauba fruits reduce dry matter digestibility, due to the increase in the
71 proportion of fiber and the low quality in the same way to the lignification, which associated
72 to the low feeding efficiency suggests the inclusion of carnauba fruits in a lower proportion
73 for animals in growth or just in maintenance diets.

75 **Keywords:** alternative food, *Bactris setosa*, *Copernicia prunifera*. dry matter intake,
76 nitrogen balance.

77

78 **INTRODUÇÃO**

79 Os custos com alimentação ainda são um entrave a diversos sistemas de criação
80 de pequenos ruminantes, principalmente quando são utilizadas rações concentradas em
81 períodos de déficit forrageiro, que apesar do bom valor nutritivo, encarecem o sistema.
82 Nesse sentido, se busca conhecer melhor os ingredientes alternativos para dietas, devido
83 principalmente à elevada produção de algumas espécies vegetais nativas no período
84 seco, além destes ocorrerem abundantemente em algumas áreas e serem de fácil
85 aquisição.

86 Dentre as espécies nativas da sub-região Meio-Norte, merecem destaque as
87 palmeiras carnaúba (*Copernicia prunifera* (Mill.) H.E. Moore) e tucum (*Bactris setosa*
88 Mart.), cujos frutos são comumente consumidos pelos rebanhos de pequenos ruminantes
89 em área de ocorrência natural destas palmeiras, com relatos empíricos de boa aceitação
90 e contribuição para manutenção do peso dos animais. O benefício de utilização desses
91 frutos se justifica pelo seu valor nutritivo, suprimindo parte das exigências nutricionais dos
92 ruminantes.

93 A carnaúba é uma palmeira da família *Aracaceae*, nativa do Nordeste brasileiro,
94 com maior ocorrência nos Estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte (Lima et al.,
95 2008). Seu principal aproveitamento econômico se dá pelo corte das folhas para produção
96 de cera, além disso, os frutos são utilizados para alimentação animal em sistemas
97 extensivos nas áreas de ocorrência das plantas, o que deve ocorrer logo após a
98 maturação, em decorrência da rápida decomposição do pericarpo após a queda do fruto
99 no solo, remanescendo o tegumento lignificado que preserva a amêndoa.

100 O tucum apresenta estipes e folhas recobertas por acúleos e produz frutos
101 carnosos, nos meses de novembro a janeiro, bastante resistentes e ricos em óleo
102 composto por graxos essenciais, além de possuir teor de proteína próximo a 7% (Monteiro
103 & Fisch, 2005; Yumi et al., 2012), o que pode viabilizar seu uso como ingrediente
104 concentrado em dietas para ruminantes.

105 Na avaliação de rações contendo frutos de palmeiras se deve considerar, além da
106 composição química, o consumo e o metabolismo dos nutrientes nos ruminantes. Nesse
107 sentido, o conhecimento da digestibilidade e do balanço energético-nitrogenado possibilita
108 melhor ajuste de dietas com inclusão desses ingredientes, evitando-se possíveis
109 limitações ao consumo.

110 Associado ao metabolismo dos nutrientes é muito importante o conhecimento do
111 comportamento ingestivo, por possibilitar ajustes no manejo alimentar para melhor
112 desempenho produtivo dos animais (Goetsch et al., 2010). Segundo Rice et al. (2016), os
113 ruminantes adaptam-se às diversas condições de alimentação, manejo e ambiente,
114 modificando os parâmetros de comportamento ingestivo para alcançar e manter um nível
115 de consumo compatível com suas exigências nutricionais. Assim, objetivou-se com essa
116 pesquisa, avaliar o valor nutritivo de rações contendo frutos das palmeiras carnaúba e
117 tucum, quanto ao consumo e digestibilidade de nutrientes, balanço energético-
118 nitrogenado e comportamento ingestivo de caprinos.

119

120 **MÉTODOS**

121 Esta pesquisa foi realizada no Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências
122 Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Piauí, em Teresina-PI. Foram utilizadas 21
123 fêmeas caprinas mestiças da raça Anglo-Nubiana, com aproximadamente dois anos e
124 peso de $28,21 \pm 6,65$ kg, em bom estado sanitário e nutricional, mantidas em gaiolas de

125 metabolismo, com água e mistura mineral à vontade. Foram avaliadas três dietas, sendo
 126 uma dieta controle e duas com inclusão de frutos de carnaúba ou tucum. Adotou-se o
 127 delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos (dietas experimentais) e sete
 128 repetições (caprinos) por tratamento.

129 A composição química dos ingredientes (Tabela 1) foi determinada segundo
 130 metodologias da AOAC (2012) para matéria seca (MS), proteína (PB), cinza (CZ) e
 131 extrato etéreo (EE). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente
 132 ácido (FDA) e lignina (LIG) foram obtidos segundo metodologia descrita por Mertens et al.
 133 (1997) adaptada para equipamento autoclave (105°C/60 min) (Barbosa et al., 2015)
 134 utilizando-se saquinhos de tecido-não-tecido (TNT) com tamanho 4x5cm e porosidade de
 135 100µm (Valente et al., 2011). E por diferença entre as frações se obteve os valores de
 136 celulose e hemicelulose.

137

138 Tabela 1. Composição química dos ingredientes das dietas

Constituintes ¹	Ingrediente				
	Milho grão moído	Farelo de soja	Frutos de carnaúba	Frutos de tucum	Feno de capim-Tifton 85
Matéria seca	87,61	87,09	87,50	88,57	92,95
<i>%MS</i>					
Matéria orgânica	86,35	82,51	83,43	85,11	88,13
Proteína bruta	9,41	50,11	6,54	7,16	10,96
Extrato etéreo	4,11	1,26	5,49	18,96	1,37
FDNcp	11,42	13,76	70,37	53,27	75,84
FDAcp	4,92	11,17	45,75	31,33	38,88
Lignina	0,95	1,39	4,75	2,17	4,31

Hemicelulose	6,50	2,59	24,62	21,94	36,96
Celulose	3,97	9,78	41,00	29,16	34,57
CNF	73,80	28,58	13,53	17,15	7,01
NDT	79,02	78,05	54,43	61,57	50,60
EB (Mcal/kg)	4,03	4,01	3,52	5,29	3,12
<i>%NT</i>					
NIDN	3,75	5,50	29,14	26,25	44,28
NIDA	1,51	2,43	14,30	14,77	30,21

¹FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; FDA_{cp} = fibra em detergente ácido corrigida para cinza e proteína; CNF = carboidratos não fibrosos; NDT = nutrientes digestíveis totais; EB = energia bruta; NIDN = Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA = Nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

139

140 O teor de NDT dos ingredientes foi estimado pela fórmula $\%NDT = 83,79 -$
 141 $0,4171 \cdot FDN$ e das dietas pela fórmula $\%NDT = 1,02 \times DMO$ (CAPPELLE et al., 2001). Os
 142 carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados segundo Hall et al. (2000): $\%CNF = 100$
 143 $- (\%PB + \%FDN_{cp} + \%CZ + \%EE)$. As frações FDN e FDA foram corrigidas para cinza,
 144 após incineração dos saquinhos pós-digestão em forno mufla (AOAC, 2012) e para
 145 proteína, após determinação das frações nitrogenadas dos resíduos (Licitra et al., 1996) e
 146 obtenção da porcentagem de PB pela fórmula: $\%PB = \%N \times 6,25$.

147 As dietas foram formuladas com base nas exigências estabelecidas pelo NRC
 148 (2007) para caprinos em crescimento com 30 kg de peso vivo (PV) e consumo de MS de
 149 3,41% do PV (11,53% PB e 60,47% NDT), com relação volumoso:concentrado 38,6:61,4,
 150 fornecidas em duas refeições diárias, às 8 e 16 horas, prevendo-se 15% de sobras,

151 estabelecidas durante a adaptação (Tabela 2). Antes do experimento os animais foram
 152 pesados e vermífugados.

153

154 Tabela 2. Composição centesimal e química das dietas

Ingrediente/nutriente ¹	Dietas		
	Controle	Frutos de carnaúba	Frutos de tucum
<i>Composição centesimal</i>			
Feno de capim-Tifton 85	38,59	38,62	38,69
Milho em grão triturado	54,35	32,91	33,02
Farelo de soja	7,06	6,50	6,45
Fruto de tucum	0,00	0,00	22,84
Fruto de carnaúba	0,00	21,97	0,00
<i>Composição química</i>			
Matéria seca (% da MN)	89,63	89,61	89,85
<i>% da MS</i>			
Matéria orgânica	86,60	86,20	86,55
Proteína bruta	12,88	12,02	12,00
Extrato etéreo	2,85	3,16	6,11
FDNcp	36,44	49,40	45,63
FDAcp	18,47	27,41	24,22
Lignina	2,27	3,11	2,54
Hemicelulose	17,97	21,99	21,41
Celulose	16,20	24,30	21,68
Carboidratos não fibrosos	45,00	32,01	32,96

NDT ²	68,02	60,93	69,18
EB (Mcal/kg)	3,77	3,45	3,98
<i>% do N total</i>			
NIDN	19,51	25,09	24,45
NIDA	12,65	15,46	15,57

155 ¹FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDAcp = fibra em
 156 detergente ácido corrigida para cinza e proteína; NDT = nutrientes digestíveis totais; NIDN
 157 = Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA = Nitrogênio insolúvel em detergente
 158 ácido.

159 ²Cappelle et al. (2001): 1,02 x DMO.

160

161 O experimento teve duração de 22 dias, sendo 15 dias para adaptação dos animais,
 162 cinco dias de coletas e dois dias para avaliação do comportamento ingestivo. O consumo
 163 de nutrientes foi determinado por pesagem das sobras, sendo retiradas alíquotas de 20%,
 164 as quais foram armazenadas a -5 a -10°C, para posterior determinação da composição
 165 química. O consumo de matéria seca e dos nutrientes, em g/animal/dia, %PV e g/UTM, foi
 166 calculado pela diferença entre a ração fornecida e as sobras diárias.

167 O consumo de água foi determinado durante os cinco dias de coleta, antes da
 168 primeira refeição (8 horas), segundo metodologia de Loiola Filho et al. (2012). O volume
 169 de água foi medido com proveta graduada e forneceu-se em baldes plásticos com
 170 capacidade para 10 litros, sendo o consumo mensurado pela variação do volume diário de
 171 água nos baldes. Os baldes eram lavados sempre que abastecidos. Para mensuração
 172 das perdas por evaporação, no mesmo horário do fornecimento de água aos animais,
 173 foram colocados no galpão experimental dois baldes com volume de água equivalente

174 aos demais, procedendo-se correção do volume de água consumido pelos animais pelo
175 volume médio da água evaporada nos cinco dias.

176 Realizou-se coleta total de fezes e urina, retirando-se alíquotas de 20% do total
177 excretado, as quais foram acondicionadas em sacos e garrafas plásticas,
178 respectivamente, e conservadas a -5 a -10°C. O recipiente para coleta de urina continha
179 10 mL de HCl 1:1 (6,0 N), visando evitar volatilização de Nitrogênio. As fezes e as sobras
180 foram submetidas à pré-secagem em estufa com circulação forçada de ar a 55°C, por 72
181 h, e trituradas em moinho *Willey* a partículas de 1 mm para análise das frações fibrosas e
182 de 2 mm para as demais análises químicas.

183 Os coeficientes de digestibilidade aparente (CD) da MS, MO, PB, FDN, FDA, EE e
184 EB foram obtidos pela fórmula: $CD (\%) = [(nutriente\ ingerido - nutriente\ nas\ fezes)/nutriente\ ingerido] \times 100$ (Berchielli et al., 2000).

186 Para avaliação do balanço de compostos nitrogenados, quantificou-se o total de
187 Nitrogênio ingerido, pela relação deste nutriente na dieta e nas sobras. O teor de N total
188 das fezes, sobras e urina foi determinado pelo método Kjeldahl (AOAC, 2012). A retenção
189 de Nitrogênio (gN/dia) foi calculada pela fórmula: $N_{retido} = N_{ingerido} - (N_{fecal} + N_{urinário})$ e a
190 percentagem de $N_{ingerido}$ aparentemente retido (balanço de Nitrogênio) foi estimada
191 segundo Moreno et al. (2010): $BN (\%) = [N_{ingerido} - (N_{fecal} + N_{urinário})]/N_{ingerido} \times 100$. O
192 $N_{absorvido}$ foi assim calculado: $N_{absorvido} = (N_{fornecido} - N_{sobras}) - N_{fecal}$, enquanto o $N_{ingerido} =$
193 $N_{fornecido} - N_{sobras}$, de acordo com Lascano et al. (1992).

194 Quanto ao balanço energético, determinou-se a EB da urina em calorímetro
195 adiabático (AOAC, 2012) com uso de cápsulas de polietileno e estimou-se a perda de
196 energia sob a forma de metano pela equação proposta por Blaxter e Clapperton (1965),
197 $C_m = 3,67 + 0,062D$, em que: C_m = produção de metano (kcal/100 kcal de energia
198 consumida) e D = digestibilidade aparente da EB. A energia metabolizável (EM) foi

199 estimada por diferença entre energia digestível (ED) e perdas de energia na urina e sob a
 200 forma de metano. A partir dos valores de EB e EM das rações, calculou-se a
 201 metabolizabilidade da energia (q), pela relação $q = EM/EB$. A eficiência de utilização da
 202 EM para manutenção (km) foi estimada a partir da equação proposta pelo AFRC (1993),
 203 $k_m = 0,503 + 0,35qm$.

204 O comportamento ingestivo dos caprinos foi avaliado nos últimos dois dias do
 205 experimento, pelo método pontual de varredura instantânea (*Scan sampling*), com
 206 observações visuais a cada 5 min, durante 24 h (Johnson e Combs, 1991), registrando-se
 207 o tempo despendido com alimentação, ruminação, ócio e outras atividades (ingestão de
 208 água e sal mineral, defecação e micção). O número de mastigações merícias por bolo
 209 ruminal (MM_{nb}) e o tempo de mastigações merícias por bolo ruminal (MM_{tb}) foram obtidos
 210 por observação visual dos animais nos intervalos de 8 às 10 h, 14 às 16 h e 18 às 20
 211 horas (Macedo et al., 2007) sendo o tempo obtido com cronômetro digital.

212 As informações referentes ao comportamento ingestivo foram coletadas em
 213 planilhas, por sete observadores treinados, e os parâmetros foram determinados
 214 conforme descrito por Bürger et al. (2000): $TMT = TA + TR$; $EAMS = CMS/TA$; $EAFDN =$
 215 $CFDN/TA$; $ERMS = CMS/TR$; $ERFDN = CFDN/TR$; $NBR = TR/MM_{tb}$; $MM_{tb} = NBR \times MM_{nb}$;
 216 $GMS_{br} = CMS/NBR$ e $GFDN_{br} = CFDN/NBR$ em que: TMT = tempo de mastigação total
 217 (min/dia); TA = tempo de alimentação; TR = tempo de ruminação; EAMS = eficiência de
 218 alimentação da matéria seca (gMS/h); EAFDN = eficiência de alimentação da fibra em
 219 detergente neutro (gFDN/h); ERMS = eficiência de ruminação da matéria seca (gMS/h);
 220 ERFDN = eficiência de ruminação da fibra em detergente neutro (gFDN/h); NBR = número
 221 de bolos ruminais (bolo/dia); MM_{nb} = número de mastigações merícias por bolo ruminal
 222 (MM/bolo); MM_{nt} = número total de mastigações merícias (MM/dia); MM_{tb} = tempo de
 223 mastigações merícias por bolo ruminal (seg/bolo); GMS_{br} = massa de matéria seca por

224 bolo ruminado (gMS/bolo); $GFDN_{br}$ = massa de fibra em detergente neutro por bolo
 225 ruminado (gFDN/bolo).

226 Os pesos iniciais foram adotados como covariável para estimar as médias dos
 227 parâmetros avaliados, a fim de ajustar o efeito dos mesmos e reduzir o erro experimental.
 228 As médias significativas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade,
 229 segundo procedimentos para modelos lineares (PROC GLM) do logiciário estatístico SAS
 230 (2000).

231

232 RESULTADOS E DISCUSSÃO

233 A inclusão dos frutos das palmeiras carnaúba e tucum nas dietas resultou em
 234 redução ($P < 0,05$) no consumo de MS (CMS) de 0,23 e 0,18 kg/dia, respectivamente, em
 235 relação à dieta controle (Tabela 3). O CMS das dietas contendo frutos foi inferior ao
 236 preconizado para os caprinos pelo NRC (2007), 1,02 kgMS/dia, o que está associado ao
 237 maior teor de fibra dessas rações, principalmente quando da inclusão de frutos de
 238 carnaúba. A dieta contendo frutos de carnaúba resultou em maior consumo de FDN
 239 (CFDN) (0,41 kg/dia) e FDA (CFDA) (0,29 kg/dia), devido à maior proporção de fibra nos
 240 frutos (70,37% FDN e 45,75% FDA) (Tabela 2), o que eleva a percentagem de fibra nas
 241 dietas (49,40% FDN e 27,41%FDA) em relação à dieta controle (36,44% FDN e 18,47%
 242 FDA) (Tabela 2).

243

244 Tabela 3. Consumo de nutrientes por caprinos alimentados com rações contendo frutos
 245 de carnaúba ou tucum

Consumo ¹	Rações ²			epm ³
	Controle	Frutos de Carnaúba	Frutos de Tucum	

MS (kg/dia)	1,12 ^a	0,89 ^b	0,94 ^b	0,51
MS (%PV)	4,03 ^a	3,36 ^b	3,65 ^{ab}	0,19
MS (g/UTM)	92,44 ^a	75,79 ^b	81,27 ^{ab}	4,23
FDN (kg/dia)	0,33 ^b	0,41 ^a	0,36 ^b	0,03
FDN (%PV)	1,29 ^b	1,46 ^a	1,33 ^b	0,06
FDA (kg/dia)	0,18 ^b	0,29 ^a	0,21 ^b	0,02
HEM (kg/dia)	0,15 ^a	0,12 ^a	0,15 ^a	0,03
CEL (kg/dia)	0,15 ^a	0,26 ^b	0,18 ^{ab}	0,04
LIG (kg/dia)	0,028 ^a	0,026 ^a	0,025 ^a	0,01
PB (kg/dia)	0,17 ^a	0,13 ^b	0,12 ^b	0,09
PD (kg/dia)	0,112 ^a	0,085 ^b	0,078 ^b	3,21
EE (kg/dia)	0,02 ^b	0,02 ^b	0,05 ^a	0,00
CNF (kg/dia)	0,55 ^a	0,30 ^b	0,34 ^b	0,03
NDT (kg/dia)	0,76 ^a	0,54 ^c	0,65 ^b	0,05
Água (litro/dia)	2,35 ^a	1,81 ^b	1,69 ^b	0,21

246 ¹MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, FDN = fibra em detergente neutro, FDA =
247 fibra em detergente ácido, HEM = hemicelulose, CEL = celulose, LIG = lignina, PB =
248 proteína bruta, PD = proteína digestível, EE = extrato etéreo, CNF = carboidratos não
249 fibrosos, NDT = nutrientes digestíveis totais.

250 ²Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

251 ³emp = erro padrão da média.

252

253 O CFDN e CFDA correspondeu a 46,06% e 30,33% do consumo de MS, para
254 dietas com inclusão de frutos de carnaúba, e 38,29% e 22,34% para dietas com inclusão
255 de frutos de tucum. O CCNF representou 33,67 e 35,96% do consumo de MS para as

256 dietas contendo frutos de carnaúba ou tucum, respectivamente, o que associado à baixa
257 proporção desse constituinte nas dietas (31,98 e 32,78%) e a ao baixo consumo pelos
258 caprinos (0,30 e 0,34kg/dia) levou à redução no consumo de MS. O CFDN das dietas
259 contendo frutos de carnaúba (0,41 kg/dia e 1,46%PV) e tucum (0,356 kg/dia e 1,33%PV)
260 superou o recomendado por Mertens (1994), 1,2% PV, para ingestão ótima de FDN em
261 rações (0,337 kgFDN/dia, com base no peso vivo médio dos caprinos desta pesquisa).

262 Em dietas contendo alimentos alternativos com elevados teores de fibra há o
263 aumento do consumo desse constituinte pelos ruminantes, o que eleva o tempo de
264 retenção da digesta, por agir sobre os pressoreceptores por distensão do rúmen-retículo,
265 com estímulo hipotalâmico à saciedade e ruminação, com redução do consumo de MS
266 (Zebeli et al., 2012).

267 A inclusão de frutos na fração concentrada (62%) das dietas também contribuiu
268 para a redução no consumo de nutrientes, uma vez que promoveu aumento de 39,2 e
269 26,1% na proporção de FDN total nas dietas contendo frutos de carnaúba e tucum,
270 respectivamente, além da maior proporção de celulose na FDN dos mesmos (49,19% e
271 47,51%), em função da elevação de carboidratos fibrosos incorporados à ração.

272 As dietas atenderam as exigências de proteína bruta (PB) (118,00 g/dia e 9,21
273 g/PV^{0,75}) e proteína digestível (63 gPD/dia) estabelecidas pelo NRC (2007) para caprinos
274 da categoria utilizada, com consumo de 112,14; 85,01 e 78,14 gPD/dia, para as dietas
275 controle e com inclusão de frutos de carnaúba e tucum, respectivamente. O maior
276 consumo de proteína pelos caprinos do grupo controle está associado à seleção de
277 concentrado pelos mesmos, com maior proporção de fibra nas sobras, oriunda
278 principalmente do feno.

279 Os caprinos são classificados animais selecionadores intermediários e mesmo em
280 sistema de confinamento, expressam essa característica e dedicam a maior parte do

281 tempo à atividade relacionada à procura e seleção do alimento (Ribeiro et al., 2009). Em
282 rações com frações volumosas e concentradas pode ocorrer segregação da mistura, em
283 decorrência da ação dos animais em revirar a ração no cocho com o focinho para facilitar
284 a ingestão seletiva, o que influencia tanto a qualidade quanto a quantidade da ração
285 consumida, além da composição química das sobras (Silva et al., 1999), ocasionando
286 variação no consumo de nutrientes pelos animais.

287 Embora se tenha realizado ajuste do valor energético das dietas, verificou-se maior
288 ($P < 0,05$) consumo de NDT (CNDT) pelos animais alimentados com a dieta controle, em
289 função da maior proporção de milho na mesma (54,35%) em relação às dietas contendo
290 frutos de carnaúba e tucum (32,91 e 33,12%, respectivamente). Apenas a dieta controle
291 atendeu as exigências dos caprinos, 0,680 kgNDT/dia e 2,26% PV, apresentando
292 consumo de 0,763 kgNDT/dia e 2,49%PV.

293 Apesar do CNDT pelos caprinos alimentados com ração contendo frutos de
294 carnaúba tenha sido inferior às exigências para crescimento com ganho de 150 g/dia, foi
295 superior às exigências de NDT para manutenção (0,490 kgNDT/dia e 1,63% do PV), o que
296 sugere a utilização dessa dieta para caprinos de categorias menos exigentes, com a
297 vantagem de evitar redução de escore de condição corporal em períodos de escassez de
298 forragem.

299 A inclusão de frutos de tucum à dieta resultou em consumo de 0,65 kg de NDT/dia,
300 superior ao obtido por Urge et al. (2004) para caprinos com ganho de peso 170 g/dia,
301 alimentados com rações contendo 50% (0,449 kgNDT/dia) e 75% (0,465 kgNDT/dia) de
302 concentrado, e próximo ao obtido por Cantalapiedra-Hijar et al. (2008) para ração com
303 relação volumoso:concentrado 40:60 (0,657 kgNDT/dia). A proporção de CNF reduziu em
304 31,4% nas dietas contendo frutos de carnaúba (Tabela 2). Além disso, a inclusão de

305 ingredientes com baixa proporção de CNF, também contribuiu para menor consumo
306 desse nutriente.

307 A inclusão de frutos de tucum à dieta resultou em maior ($P<0,05$) consumo de
308 extrato etéreo (CEE) (0,049 kgEE/dia), devido ao maior teor de EE nos frutos de tucum
309 (18,96%). No entanto, o teor de EE da dieta foi 6,1%, não superior ao limite estabelecido
310 para inclusão de lipídeos em dietas para ruminantes, de 6 a 7% (Palmquist e Jenkins,
311 1980; Mir et al., 2001).

312 Houve menor consumo de água ($P<0,05$) pelos caprinos alimentados com dietas
313 contendo frutos de palmeiras em relação à dieta controle (2,35 l/dia). Apesar disso, o
314 consumo de água pelos caprinos alimentados com ração contendo frutos de carnaúba
315 (1,81 l/dia) e tucum (1,69 l/dia), foi maior que a ingestão mínima estabelecida pelo NRC
316 (2007) (0,800 l/dia). Esse efeito se justifica pela variação de temperatura ambiente diária
317 do local do experimento, com temperaturas acima de 34,7°C à tarde, horário que se
318 observou maior ingestão de água pelos animais.

319 A dieta contendo frutos de carnaúba resultou em menor digestibilidade da MS
320 (DMS) ($P<0,05$), o que está relacionado à maior proporção de constituintes fibrosos e à
321 baixa digestibilidade dos mesmos (DFDN = 38,79% e DFDA = 35,45%) (Tabela 4). A
322 proporção de celulose nos frutos de carnaúba corresponde a 45,75% da FDN dos
323 mesmos, a qual possui baixa digestibilidade (36,75%), contribuindo redução na DMS.

324

325 Tabela 4. Digestibilidade de nutrientes de dietas contendo frutos de carnaúba ou tucum
326 para caprinos

Digestibilidade (%) ¹	Rações ²			epm ³
	Controle	Frutos de carnaúba	Frutos de tucum	

MS	65,44 ^a	56,55 ^b	65,85 ^a	2,17
MO	66,69 ^a	59,74 ^b	67,83 ^a	1,46
PB	65,91 ^a	61,30 ^a	66,38 ^a	3,37
EE	75,08 ^b	76,62 ^b	84,26 ^a	1,46
FDN	55,07 ^a	39,79 ^c	47,28 ^b	3,30
FDA	48,76 ^a	34,45 ^c	41,70 ^b	2,11
CEL	51,02 ^a	36,75 ^c	43,14 ^b	3,93
HEM	60,66 ^a	42,71 ^c	53,06 ^b	4,09

327 ¹MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo,
 328 FDN = fibra em detergente neutro, FDA = fibra em detergente ácido, CEL = celulose, HEM
 329 = hemicelulose.

330 ²Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

331 ³epm = erro padrão da média.

332

333 A inclusão de fruto de tucum à dieta não influenciou a digestibilidade da MS, MO e
 334 PB, com redução na DFDN (47,28%), DFDA (41,70%), DCEL (43,14%) e DHEM
 335 (53,06%). A DMS (65,85%) dessa dieta pode estar associada tanto à maior
 336 disponibilidade de energia fornecida pelo EE dos frutos de tucum quanto à qualidade da
 337 fração fibrosa, com maior digestibilidade da hemicelulose (53,06%) e da celulose
 338 (43,14%). No entanto, o teor de EE pode ter influenciado negativamente o aproveitamento
 339 da fração fibrosa, com redução na digestibilidade da celulose (43,14%) e hemicelulose
 340 (53,06%), devido ao efeito dos lipídeos sobre a membrana celular microbiana e inibição
 341 de seu crescimento, especialmente das bactérias fibrolíticas (KIM et al., 2009).

342 A inclusão de frutos de tucum à dieta resultou em menor (P<0,05) ingestão,
 343 absorção e retenção de N (19,20; 14,67 e 11,55 gN/dia, respectivamente), e em menor

344 excreção fecal (4,53 gN/dia) e urinária (3,12 gN/dia) em relação à dieta controle, embora
 345 equivalente à dieta contendo frutos de carnaúba (Tabela 5). A maior ingestão de N
 346 quando do fornecimento da dieta controle, com maior proporção de milho (9,67% PB) e
 347 soja (50,11% PB), em relação à carnaúba (6,34% PB) e ao tucum (4,29% PB), se justifica
 348 pela seleção de ingredientes pelos caprinos.

349

350 Tabela 5. Balanço de compostos nitrogenados de dietas contendo frutos de carnaúba ou
 351 tucum para caprinos

Parâmetros ¹	Dietas ²			epm ³
	Controle	Frutos de carnaúba	Frutos de tucum	
N _{ingerido} (N _i , g/dia)	27,21 ^a	20,80 ^b	19,20 ^b	1,45
N _{fecal} (N _f , g/dia)	6,14 ^a	4,84 ^{ab}	4,53 ^b	0,22
N _{urinário} (N _u , g/dia)	3,51 ^a	3,23 ^{ab}	3,12 ^b	0,19
N _{fecal} /N _{urinário} (g/g)	1,74 ^a	1,49 ^b	1,45 ^b	0,10
N _{absorvido} (g/dia)	21,07 ^a	15,96 ^b	14,67 ^b	0,94
N _{retido} (g/dia)	17,56 ^a	12,66 ^b	11,55 ^b	0,94
BN (%N _i)	64,53 ^a	60,86 ^a	60,15 ^a	1,80

352 ¹BN = balanço de Nitrogênio.

353 ²Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

354 ³epm = erro padrão da média.

355

356 Os caprinos alimentados com a ração contendo frutos de tucum tanto ingerirem
 357 menos (P<0,05) N em relação à dieta controle quanto excretaram menos (P<0,05) N fecal
 358 e urinário. A absorção e a retenção de N foi menor (P<0,05) com a inclusão de frutos de

359 tucum ou carnaúba às dietas, justificada por menor ingestão de N pelos caprinos
360 alimentados com essas rações e associada ao menor consumo de MS (0,89 e 0,94
361 kgMS/dia) e PB (0,13 e 0,12 kgPB/dia) em relação à dieta controle.

362 A utilização de N pela microbiota ruminal relaciona-se diretamente com a energia
363 disponível nesse ambiente, o que influencia a síntese de proteína microbiana, com
364 elevação do aporte de compostos nitrogenados para os demais segmentos do trato
365 gastrointestinal, além de elevar a retenção e absorção desse composto pelo ruminante e
366 otimizar sua reciclagem (Chanjula et al., 2014), condizente com os resultados obtidos
367 para a dieta controle, a qual proporcionou maior consumo de CNF (0,55 kg/dia) e NDT
368 (0,76 kg/dia).

369 Os caprinos alimentados com rações contendo frutos e carnaúba ou tucum
370 retiveram aproximadamente 60% do N ingerido. Segundo Van Soest (1994), esta
371 retenção evita mobilização de N das reservas corporais e reduz a excreção urinária. Além
372 do impacto nutricional, também é importante o impacto ambiental da eficiente retenção de
373 N das dietas pelos ruminantes, com redução da excreção de ureia no ambiente
374 (Calsamiglia et al., 2010).

375 A inclusão de frutos de carnaúba ou tucum às dietas não influenciou ($P>0,05$) a
376 digestibilidade da energia bruta (DEB), a metabolizabilidade da energia (q) (Mcal/KgMS) e
377 a eficiência do uso de energia metabolizável (EfiEM) (%) (Tabela 6).

378 No entanto, a inclusão de frutos de tucum resultou em maior ($P<0,05$) ED (3,65
379 Mcal/kgMS) em relação às demais dietas, o que se relaciona ao teor de EE dos frutos de
380 tucum (18,96%), que elevou o valor calórico dessa dieta quanto à EB (3,98 Mcal/kg)
381 (Tabela 2).

382

383 Tabela 6. Balanço energético de dietas contendo frutos de carnaúba ou tucum para
384 caprinos

Parâmetros ¹	Dietas ²			epm ³
	Controle	Frutos de carnaúba	Frutos de tucum	
DEB (%)	66,06 ^a	65,42 ^a	68,65 ^a	2,41
ED (Mcal/kgMS)	3,08 ^b	3,15 ^b	3,65 ^a	0,27
EM (Mcal/KgMS)	2,49 ^a	2,31 ^b	2,55 ^a	0,33
q (Mcal/KgMS)	0,40 ^a	0,42 ^a	0,44 ^a	0,06
Eficiência EM (%)	32,01 ^a	33,09 ^a	35,12 ^a	3,21

385 ¹DEB = digestibilidade da energia bruta (EB), ED = energia digestível, EM = energia
386 metabolizável, q = metabolizabilidade da EB, EficEM = eficiência do uso da EM.

387 ²Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

388 ³epm = erro padrão da média.

389

390 Os resultados para digestibilidade da energia podem ser considerados baixos,
391 quando comparados a dietas para caprinos compostas por milho em grão, farelo de soja e
392 feno de capim-Tifton 85, com proporção volumoso:concentrado 40:60, obtidos por Alves
393 et al. (2008) (DEB = 77,4%), e por El-Meccawi et al. (2009) (DEB = 75,83%). A baixa DEB
394 resulta da influência da FDN dos frutos de palmeiras no valor energético das dietas, além
395 da inferior qualidade da mesma, com elevada proporção da fração lignocelulósica.

396 A inclusão de frutos de carnaúba e tucum às dietas reduz a proporção de CNF nas
397 rações, que associado à percentagem de nitrogênio insolúvel (NIDA) dos frutos (Tabela
398 1), disponibiliza menos energia e N para a síntese de proteína microbiana ruminal, com
399 impacto negativo na digestibilidade.

400 A disponibilidade de EM (Mcal/kgMS) das dietas controle e contendo frutos de
401 tucum proporcionou um consumo de 2,49 e 2,55 McalEM/dia, atendendo ao estabelecido
402 pelo NRC (2007) para caprinos (2,47 Mcal/dia), enquanto a ração contendo frutos de
403 carnaúba apresentou valor inferior (2,31 Mcal/dia), o que, associada ao menor consumo
404 de ED (3,15 McalED/dia), reduziu a digestibilidade dessas rações. Em dietas com baixa
405 disponibilidade energética, há comprometimento da síntese proteica microbiana, que
406 demanda energia para a ligação dos grupamentos amino aos esqueletos de carbono,
407 limitando assim o crescimento microbiano e a digestibilidade da MS (El-Meccawi et al.,
408 2009)

409 A metabolizabilidade da energia indica que a inclusão de frutos de tucum e
410 carnaúba à dieta influencia positivamente o metabolismo da EB a EM (0,42 e 0,44
411 Mcal/kgMS), disponibilizando mais energia para a metabolização pelo animal, sendo sua
412 utilização dependente do valor nutritivo do alimento e da eficiência em reduzir as perdas
413 de calor pelas reações orgânicas (Sahlu et al., 2004).

414 A inclusão de frutos de carnaúba e tucum às dietas não influenciou a eficiência de
415 uso da EM, 33,09 e 35,12%, respectivamente. No entanto, denota baixa utilização
416 endógena da energia oriunda das dietas. Essa eficiência se correlaciona negativamente
417 com a fibra da ração, devido ao tipo de fermentação no rúmen e os produtos finais
418 formados, com maior perda de energia na forma de calor e metano (El-Meccawi et al.,
419 2009), justificada pela maior proporção e consumo de FDN das dietas contendo frutos das
420 palmeiras.

421 A dieta controle resultou em menor ($P<0,05$) tempo de alimentação (336,37
422 min/dia) pelos caprinos, o que indica maior seletividade de concentrado e menor consumo
423 do feno remanescente, com maior ($P<0,05$) tempo em ócio (668,96 min/dia) (Tabela 7).

424

425 Tabela 7. Comportamento ingestivo de caprinos alimentados com rações contendo frutos
 426 de carnaúba ou tucum

Parâmetros ¹	Dietas ²			epm ³
	Controle	Frutos de carnaúba	Frutos de tucum	
TAL (min)	336,37 ^b	382,83 ^a	383,65 ^a	35,57
TRU (min)	353,73 ^b	453,65 ^a	355,47 ^b	24,99
TOC (min)	668,96 ^a	565,90 ^c	620,87 ^b	46,22
TOA (min)	80,94 ^a	37,62 ^b	80,01 ^a	15,50
TMT (min)	660,10 ^b	846,48 ^a	759,12 ^{ab}	44,45
EAMS (g/h)	199,06 ^a	144,48 ^b	154,89 ^b	18,50
EAFDN (g/h)	55,29 ^b	65,16 ^a	59,10 ^b	8,01
ERMS (g/h)	242,03 ^a	131,96 ^b	153,60 ^b	20,66
ERFDN (g/h)	56,67 ^b	69,59 ^a	58,57 ^b	6,88
NBR (bolo/dia)	17,58 ^b	22,79 ^a	19,27 ^{ab}	1,44
MM _{np} (MM/bolo)	64,71 ^b	72,31 ^a	65,97 ^b	2,86
MM _{nt} (MM/dia)	1165,80 ^b	1534,51 ^a	1458,99 ^a	82,73
MM _{tb} (seg/bolo)	54,28 ^{ab}	60,68 ^a	50,95 ^b	2,40
GMS _{br} (g/bolo)	64,82 ^a	45,58 ^b	45,32 ^b	4,32
GFDN _{br} (g/bolo)	20,15 ^a	19,22 ^{ab}	17,57 ^b	1,92

427 ¹TAL = tempo de alimentação, TRU = tempo de ruminação, TOC = tempo de ócio, TOA =
 428 tempo de outras atividade, EAMS = eficiência de alimentação da matéria seca (MS),
 429 EAFDN = eficiência de alimentação da fibra em detergente neutro (FDN), ERMS =
 430 eficiência de ruminação da MS, ERFDN = eficiência de ruminação da FDN, NBR =
 431 número de bolos ruminais, MM_{np} = número de mastigações merícias por bolo ruminal,

432 MM_{nt} = número de mastigações merícias por dia, MM_{tb} = tempo de mastigação merícias
433 por bolo ruminal, GMS_{br} = gramas de MS por bolo ruminal, $GFDN_{br}$ = gramas de FDN por
434 bolo ruminal.

435 ²Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

436 ³epm = Erro padrão da média.

437

438 O elevado TRU despendido pelos caprinos alimentados com rações contendo
439 frutos de carnaúba (453,65 min/dia) se relaciona à maior proporção de FDN desta dieta,
440 por esse constituinte representar mais de 70% da MS total dos frutos de carnaúba, o que
441 resultou em maior CFDN (0,41 g/dia) e CFDA (0,27 g/dia), elevando ainda o tempo de
442 mastigação (TMT) em 186,38 min/dia em relação à dieta controle. O TRU foi inferior ao
443 obtido para caprinos por Barreto et al. (2011) (528 min/dia) e Souza et al. (2010) (597,5
444 min/dia), associado tanto ao elevado teor de fibra das dietas (60-70%), quanto à
445 qualidade da mesma, com maior proporção de celulose e lignina.

446 A proporção de FDN das dietas influencia diretamente o comportamento ingestivo
447 de ruminantes devido sua interferência na ingestão de alimentos, com influência sobre o
448 enchimento, fermentação e funcionamento do rúmen, além de reduzir a taxa de
449 passagem, com maior tempo de retenção da digesta e redução do consumo de MS,
450 sendo diretamente correlacionada com o tempo de ruminação (Goetsch et al., 2010).

451 Os tempos médios despendidos em ócio foram 668,96; 565,90 e 620,87 min/dia
452 para as dietas controle e com inclusão de frutos de carnaúba e tucum, respectivamente.
453 De acordo com Barreto et al. (2011), quanto maior a proporção de concentrado na dieta,
454 menor o tempo de ruminação e maior o tempo em ócio, associado tanto à limitação
455 fisiológica energética, quanto à rejeição de partes menos nutritivas da ração deixada
456 pelos animais após a seleção do concentrado.

457 A inclusão de frutos de carnaúba e tucum reduziu ($P<0,05$) a eficiência de
458 alimentação da MS (EAMS), com média para essa dieta 149,68 gMS/h, e melhorou
459 ($P<0,05$) a eficiência de alimentação da FDN (EAFDN) da dieta com frutos de carnaúba
460 (65,16 gFDN/h), refletindo em aumento no consumo de FDN, mesmo com menor
461 consumo de MS. Nesse sentido, se deve considerar que o consumo de MS e nutrientes
462 está diretamente relacionado à eficiência de alimentação e ruminação (Goetsch et al.,
463 2010).

464 Houve aumento no número de bolos ruminais (NBR) (22,79 bolos/dia), número de
465 mastigações merícias por bolo ruminal (72,31 MM/bolo) e número total de mastigações
466 merícias (1.554,41 MM/dia) ($P<0,05$) para rações com frutos de carnaúba, associado
467 tanto à maior proporção de FDN quanto à menor digestibilidade dessa fração (39,79%),
468 quanto à baixa qualidade da fibra, com apenas 36,75% de digestibilidade da celulose.

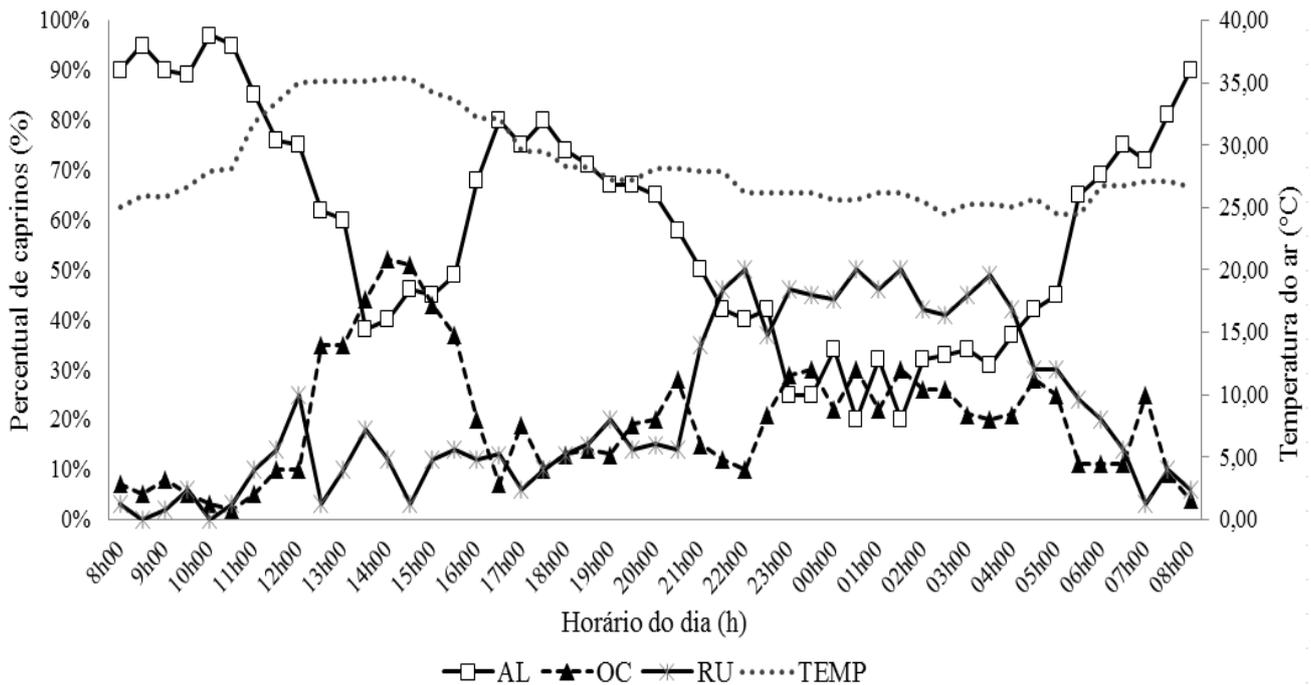
469 A proporção de FDN no bolo ruminal (gFDNbr) dos caprinos foi menor ($P<0,05$)
470 quando alimentados com ração contendo frutos de tucum (17,57 g/bolo) em relação à
471 dieta controle, devido à maior solubilidade dos ingredientes concentrados (milho e farelo
472 de soja) no ambiente ruminal, sendo rapidamente degradados pela microbiota, restando
473 uma digesta com maior proporção de FDN para ser submetida à ruminação, com aumento
474 na proporção de MS (64,82 gMS) e FDN (20,15gFDN/bolo) no bolo ruminal oriundas da
475 fração fibrosa remanescente na digesta.

476 Durante o experimento, as médias de temperatura ambiente e umidade relativa do
477 ar, pela manhã e à tarde, foram 27,3°C e 72,9% e 34,6°C e 63,4%, respectivamente. À
478 tarde, os caprinos se encontravam fora da zona de conforto térmico, estabelecida por
479 Baêta e Souza (1997) em 75 a 80% de umidade e 20 a 30°C, com temperatura crítica
480 acima de 34°C, o que, associado à limitação física, pela maior proporção de FDN das
481 dietas contendo frutos de palmeiras, resultou em menor número de animais em

482 alimentação no período das 12h00 às 14h30, quando a temperatura do ar estava mais
 483 elevada (34,9 a 35,7°C) (Figura 1).

484

485 Figura 1. Frequência de alimentação (AL), ruminação (RU) e ócio (OC) de caprinos
 486 alimentados com rações contendo frutos de carnaúba e tucum



487

488 Caprinos fora da zona de conforto térmico tendem a acionar mecanismos
 489 termorreguladores, com redução no consumo de MS em horários mais quentes, e
 490 aumento no tempo de ócio e ingestão de água (Baêta & Souza, 1997). O aumento no
 491 consumo pelos animais após as 15 horas, está associado tanto ao esvaziamento ruminal,
 492 com redução do efeito físico regulador sobre consumo, quanto à redução na temperatura
 493 após esse horário, registrando-se valores próximos a 29°C até 17 horas.

494 Das 19h00 ao final da madrugada, houve aumento na proporção de animais em
 495 ócio e ruminação, com dois picos de ruminação, um das 20h00 às 22h00, e outro na
 496 madrugada, após as 03h00. Essa característica é reflexo do processo de adaptabilidade
 497 de caprinos ao ambiente, uma vez que para sobreviverem à ação de predadores não se

498 expunham em pastejo à noite, adaptando-se à ruminação e ao descanso (Van Soest,
499 1994).

500

501 **CONCLUSÕES**

502 1 A inclusão de frutos da palmeira Tucum em rações compostas por milho, soja e feno de
503 capim-Tifton 85 atende às exigências de caprinos em crescimento quanto à proteína
504 digestível e energia metabolizável, mesmo com redução no consumo de matéria seca.

505 2 Rações contendo frutos de carnaúba reduzem a digestibilidade da matéria seca, devido
506 ao aumento na proporção de fibra e à baixa qualidade da mesma quanto à lignificação, o
507 que associada à baixa eficiência de alimentação sugere a inclusão de frutos de carnaúba
508 em menor proporção para animais em crescimento ou apenas em dietas para manutenção.

509

510 **REFERÊNCIAS**

511 AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. AFRC. (1993) 'Energy and protein
512 requirements of ruminants: an advisory manual prepared by AFRC Technical Committee
513 on responses to nutrients' (Commonwealth Agricultural Bureau International: Wallingford,
514 UK).

515 Alves KS, Carvalho FRR, Vêras ASC, Batista AMV, Medeiros GR, Ribeiro VL, Araujo AO
516 (2008) Energy requirements for maintenance and net efficiency of metabolizable energy
517 utilization for maintenance and weight gain of Moxotó kids. *Revista Brasileira de Zootecnia*
518 **37**,1475-1482.

519 Araujo GGL, Voltolini TV, Chizzoti ML, Turco SHN, Fernando FFR (2010) Water and small
520 ruminant production, *Revista Brasileira de Zootecnia* **39**, 326-336.

- 521 Association of Analytical Communities. AOAC International (2012). 'Official methods of
522 analysis of AOAC international' (Association of Analytical Communities: Gaithersburg,
523 MD).
- 524 Baêta FC, Souza CF (1997) 'Ambiência em edificações rurais: conforto animal' (Editora
525 UFV: Viçosa).
- 526 Barbosa MM, Detmann E, Rocha GC, de Oliveira Franco M, de Campos Valadares Filho S
527 (2015) Evaluation of laboratory procedures to quantify the neutral detergent fiber content
528 in forage, concentrate, and ruminant feces. *Journal of AOAC International* **98**, 883-889.
- 529 Barreto LMG, Medeiro AN, Batista AMV, Furtado DA, Araujo GGL, Lisboa ACC, Paulo
530 JLA, Souza CMS (2011) Ingestive behaviour of Moxoto and Caninde goats fed diets with
531 two energy levels in feedlot. *Revista Brasileira de Zootecnia* **40**, 834-842.
- 532 Berchielli TT, Andrade P, Furlan CL (2000) Evaluation of Internals Markers in Digestibility
533 Assay. *Revista Brasileira de Zootecnia* **29**, 830-833.
- 534 Blaxter KL, Clapperton JL (1965) Prediction of the amount of methane produced by
535 ruminants. *British Journal of Nutrition* **19**, 511-522.
- 536 Bürger PJ, Pereira JC, Queiroz AC, Silva, JC, Valadares Filho SC, Cecon PR, Casali ADP
537 (2000) Ingestive Behavior in Holstein Calves Fed Diets with Different Concentrate Levels.
538 *Revista Brasileira de Zootecnia* **29**, 236-242.
- 539 Calsamiglia S, Ferret, A, Reynolds CK, Kristensen NB, Van Vurren AM (2010) Strategies
540 for optimizing nitrogen use by ruminants. *Animal* **4**, 1184-1196.
- 541 Cantalapiedra-Hijar G, Yáñez-Ruiz DR, Martín-García AI, Molina-Alcaide E (2008) Effects
542 of forage:concentrate ratio and forage type on apparent digestibility, ruminal fermentation,
543 and microbial growth in goats. *Journal of Animal Science*, **87**, 622-631.

- 544 Cappele ER, Valadares Filho SC, Silva JFC, Cecon, PR (2001) Estimates of the Energy
545 Value from Chemical Characteristics of the Feedstuffs. *Revista Brasileira de Zootecnia* **30**,
546 1837-1856.
- 547 Chanjula P, Pakdeechanuan P, Wattanasit S (2014) Effects of dietary crude glycerin
548 supplementation on nutrient digestibility, ruminal fermentation, blood metabolites, and
549 nitrogen balance of goats. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* **3**, 365-374.
- 550 El-Meccawi S, Kam M, Brosh A, Degen AA (2009) Energy intake, heat production and
551 energy and nitrogen balances of sheep and goats fed wheat straw as a sole diet. *Livestock*
552 *Science* **125**, 88-91.
- 553 Goetsch AL, Gipson TA, Askar AR, Puchala R (2010) Feeding behavior of goats: invited
554 review. *Journal of Animal Science* **88**, 361-373.
- 555 Hall MB (2000) 'Neutral detergent-soluble carbohydrates nutritional relevance and
556 analysis: A laboratory manual' (Institute of Food and Agricultural Sciences: Florida:
557 University of Florida. Bulletin n. 339)
- 558 Johnson TR, Combs DK (1991) Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary
559 polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*
560 **74**, 933-944.
- 561 Lascano CE (1992) Recommendations on the methodology for measuring consumption
562 and in vivo digestibility. In 'Ruminant nutrition research: methodological guidelines'
563 (American Institute for Cooperation on Agriculture: San Jose) pp.173-182.
- 564 KIM EJ, Huws SA, Lee MRF, Scollan ND (2009) Dietary transformation of lipid in the
565 rumen microbial ecosystem. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* **22**,1341-1350.
- 566 Licitra G, Hernandez TM, Van Soest PJ. (1996) Standardization of procedures for nitrogen
567 fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology* **57**, 347-358.

- 568 Lima MM, Coutinho CF, Gomes TF, Oliveira TG, Duarte R, Borges-Pereira J, Bóia MN,
569 Sarquis O (2008) Risk presented by *Copernicia prunifera* Palm trees in the *Rhodnius*
570 *nasutus* distribution in a Chagas disease-endemic area of the Brazilian Northeast.
571 *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* **79**, 750-754.
- 572 Loiola Filho, JB, Santos BRC, Maneira DB, Nogueira DEM, Voltolini TD (2012) Water
573 intake and productive performance of kids goats receiving rations containing different
574 whole cottonseed levels substituting wild cassava silage. *Revista Caatinga* **25**, 102-109.
- 575 Macedo CAB, Mizubuti IY, Moreira FB, Pereira ES, Ribeiro ELA, Rocha MA, Ramos BMO,
576 Mori RM, Pinto AP, Alves TC, Casimiro TR (2007) Ingestive behaviour of sheep fed with
577 different levels of fresh orange pulp replacing sorghum silage in the diet. *Revista Brasileira*
578 *de Zootecnia* **36**, 1910-1916.
- 579 Mertens DR (1997) Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows.
580 *Journal of Dairy Science* **7**, 1463-1481.
- 581 Mertens DR (1994) Regulation of forage intake. In: 'Forage quality, evaluation and
582 utilization' (American Society of Agronomy: Madison) pp.450-493.
- 583 Mir PS (2001) Vegetable oil in beef cattle diets. In: 'Advances in beef cattle science'
584 (Lethbridge Research Centre: Lethbridge) pp.88-104.
- 585 Monteiro EA, Fisch STV (2005) Estrutura e padrão espacial das populações de *Bactris*
586 *setosa* Mart e *B. hatschbachii* Noblick ex A. Hend (*Arecaceae*) em um gradiente
587 altitudinal, Ubatuba (SP). *Biota Neotropica* **5**, 129-136.
- 588 Moreno GMB, Sobrinho AGS, Leão AG, Lourero CMB, Perez HLR, Rossi, RC.
589 Performance, digestibility and nitrogen balance of lambs fed corn silage or sugar cane
590 based diets with two levels of concentrate. *Revista Brasileira de Zootecnia* **39**, 853-860.

- 591 NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC (2007) 'Nutrient requirements of small
592 ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids' (National Academy Press:
593 Washington, D.C.).
- 594 Palmquist DL, Jenkins TC (1980) Fat in lactation rations: review. *Journal of Dairy Science*
595 **63**, 1-14.
- 596 Ribeiro VL, Batista AMV, Carvalho FRR, Silva MJMS, Alves KS (2009) Selection and
597 composition of the ingested diet by goats fed ad libitum and restricted. *Revista Brasileira*
598 *de Ciências Agrárias* **4**, 91-94.
- 599 Rice EM, Jongman EC, Butler KL, Hemsworth PH (2016) Relationships between
600 temperament, feeding behaviour, social interactions, and stress in lambs adapting to a
601 feedlot environment. *Applied Animal Behaviour Science* **183**, 42-50.
- 602 Sahlu T, Goetsch AL, Luo J, Nsahlai IV, Moore JE, Galyean ML, Owens FN, Ferrell CL,
603 Jhonson ZB (2004) Nutrient requirements of goats: developed equations, other
604 considerations and future research to improve them. *Small Ruminant Research* **53**, 191-
605 219.
- 606 Statistical Analyses System. SAS (2000) SAS/STAT User's guide (Cary: SAS Institute).
- 607 Silva JHV, Rodrigues MT, Campos J (1999) Influence of Selection on the Quality of the
608 Ingested Diet by Goats with Hays Offered in Excess. *Revista Brasileira de Zootecnia* **28**,
609 1419-1423.
- 610 Souza EJO, Guim A, Batista AMV, Albuquerque DB, Monteiro CCF, Zumba ERF, Farias
611 ER, Torres TR (2010) Comportamento ingestivo e ingestão de água em caprinos e ovinos
612 alimentados com feno e silagem de Maniçoba. *Revista Brasileira de Saúde e Produção*
613 *Animal* **11**, p1056-1067.

- 614 Urge M, Merckel RC, Sahlu T, Animut G, Goetsch AL (2004) Growth performance by
615 Alpine, Angora, Boer and Spanish weather goats consuming 50 or 75% concentrate diets.
616 *Small Ruminant Research* **5**, 149-158.
- 617 Valente TVP, Detmann E, Valadares Filho SC, Queiroz AC, Sampaio CB, Gomes DI
618 (2011) Avaliação dos teores de fibra em detergente neutro em forragens, concentrados e
619 fezes bovinas moídas em diferentes tamanhos e em sacos de diferentes tecidos. *Revista*
620 *Brasileira de Zootecnia* **40**, 1148-1154.
- 621 Van Soest PJ (1994) 'Nutritional ecology of the ruminant' (Cornell University Press:
622 Ithaca).
- 623 Yumi SDA, Rayana SQ, Aparecida SR, Regina GC, Giuseppe DF (2012) Ethnobotany of
624 natural fibres - *Bactris setosa* (tucum) in a traditional rural community. *FIBRES &*
625 *TEXTILES in Eastern Europe* **20**, 18-20.
- 626 Zebeli Q, Aschenbach JR, Tafaj M, Boguhn J, Ametaj BN, Drochner W (2012) Role of
627 physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy
628 cattle: Invited review. *Journal of Dairy Science* **95**, 1041-1056.

1 4 CAPÍTULO 2

2 Desempenho e comportamento em pastejo de caprinos em crescimento 3 suplementados com rações contendo frutos de palmeiras

4

5 Performance and behavior in grazing of goats supplemented with diets containing 6 palm tree fruits

7 Bruno Spindola Garcez¹, Arnaud Azevêdo Alves¹, Maria Elizabete de Oliveira¹, Antônio de
8 Souza Júnior¹, Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu³, Raimundo Nonato Pereira
9 da Silva², Antônia Leidiana Moreira¹, Isak Samir de Sousa Lima¹

10 ¹Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí,
11 Brasil.

12 ²Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí,
13 Teresina, Piauí, Brasil.

14 ³EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos e Ovinos, Sobral, Ceará, Brasil.

15

16 **RESUMO:** Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o desempenho e o comportamento de
17 caprinos em crescimento em pastejo de capim-Tânzania suplementados com rações
18 contendo 40% de frutos de carnaúba ou tucum. Foram utilizados 21 caprinos, machos,
19 castrados, distribuídos em três grupos, um mantido exclusivamente a pasto e outros dois
20 a pasto e com suplementação ao nível de 1,5% do PV. O consumo dos suplementos foi
21 obtido por diferença entre o fornecido e as sobras, com pesagens realizadas a cada sete
22 dias, enquanto o consumo de pasto foi determinado com o uso do indicador interno
23 dióxido de titânio (TiO₂). O comportamento ingestivo foi avaliado durante 3 dias. O
24 suplemento contendo frutos de carnaúba resultou em maior (P<0,05) consumo de fibra
25 em detergente neutro (0,137 kgFDN/dia). O consumo de PB e NDT pelo suplemento

26 contendo frutos de carnaúba correspondeu a 60,19% e 40,02% e do suplemento
27 contendo frutos de tucum a 62,13 e 43,31% das exigências desta categoria animal. A
28 suplementação com frutos de palmeiras reduziu em 10,2% o consumo de MS do pasto
29 ($P < 0,05$), no entanto, associada ao consumo de nutrientes do pasto, a ração contendo
30 frutos de tucum atendeu às exigências proteicas (0,103 kgPB/dia) e energéticas (0,547
31 kgNDT/dia) dos caprinos com consumo, estabelecidas em 0,124 kgPB/dia e
32 0,572kgNDT/dia, o que proporcionou maior ganho de peso (0,111 kg/dia) e maior área de
33 olho de lombo (12,76 cm²). Houve redução no tempo de pastejo ($P < 0,05$) pelos caprinos
34 suplementados, com aumento de 1 hora no tempo em ócio. A suplementação de caprinos
35 em crescimento em pastagem de capim-Tânzania com ração concentrada contendo 40%
36 de frutos de tucum, na proporção de 1,5% do PV, é capaz de atender as exigências
37 nutricionais para manutenção e ganho de 150 gPV/dia, proporcionando maior ganho de
38 peso que a ração contendo 40% de frutos de carnaúba.

39 A suplementação energética reduz o consumo de pasto, devendo-se considerar o nível e
40 a formulação das dietas, com possibilidade de aumento da taxa de lotação e da
41 produtividade de carne de caprinos por unidade de área.

42

43 **Palavras-chave:** *Bactris setosa*, *Copernicia prunifera*, ganho de peso, suplementação a
44 pasto, taxa de bocados.

45

46 **ABSTRACT:** The objective of this research was to evaluate the performance and grazing
47 behavior of goats growing on grasses of Tanzania grass supplemented with rations
48 containing carnauba or tucum fruits. Twenty-one male, castrated goats were separated
49 into three groups, one kept exclusively on pasture and another two on pasture and
50 supplementation at the level of 1.5% of CW (Corporal Weight). Supplement consumption

51 was obtained by the difference between the supply and the leftovers, with the weights
52 performed every seven days and pasture consumption using the internal titanium dioxide
53 (TiO₂) indicator. Ingestive behavior was observed for 3 days. There was higher
54 consumption of neutral detergent fiber (NDF) for supplements containing carnauba fruits
55 (0.137 kg NDF/day), with CP and TDN consumption corresponding to 60.19% and 40.02%
56 for the supplement containing carnauba fruits and to 62.13 and 43.31% containing tucum
57 fruits in relation to the requirements. Supplementation reduced pasture DM consumption
58 (P <0.05) by 10.2%. However, in addition to nutrient intake from pasture, the tucum fruit
59 diet met the protein (0.103 kgCP/day) and energetic requirements (0.547 kgTDN/day) of
60 goats with consumption of 0.137 kgCP/day and 0.574 kgTDN/day, which provided greater
61 weight gain (0.111 kg/day) and greater loin eye area (12.76 cm²). There was a reduction in
62 grazing time (P<0.05) for the supplemented goats, with 1 hour in idle time. The
63 supplementation of growing goats in grassland of Tanzania grass with rations containing
64 40% of tucum fruits at the level of 1.5% of CW for gain of 150g/day meets the nutritional
65 requirements of the category, providing a greater weight gain than the ration containing
66 carnauba fruits. Energy supplementation reduces pasture consumption, considering the
67 level and formulation of the rations; however, there is a possibility of increasing the
68 stocking rate avoiding forage leftovers and optimizing the animal gain per area.

69

70 **Keywords:** *Bactris setosa*, Bit rate, *Copernicia prunifera*, pasture supplementation, weight
71 gain.

72

73 **INTRODUÇÃO**

74 As pastagens irrigadas em sistemas de produção de ruminantes melhoram a
75 produtividade animal por unidade de área, devido maior produção de forragem e redução

76 do déficit de alimentos em períodos de estiagem, além de menor variação no valor
77 nutritivo das gramíneas cultivadas (Johnson et al., 2010). No entanto, o valor energético e
78 o teor proteico da forragem pode não atender elevadas exigências nutricionais dos
79 animais, o que limita o ganho potencial de peso e aumenta o tempo para se atingir o peso
80 de abate.

81 A suplementação energético-proteica em sistemas a pasto aumenta a
82 disponibilidade de nutrientes, além de melhorar a utilização do pasto pelos animais por
83 estímulo à síntese de proteína microbiana no rúmen (Kawas et al., 2010), devendo-se
84 ajustar a proporção de suplemento por animal, visando reduzir limitação fisiológica do
85 consumo e estabelecer adequado consumo de forragem. Assim, associado ao
86 desempenho, o conhecimento do comportamento ingestivo permite entender os fatores
87 que regulam o consumo, possibilitando o estabelecimento de manejo compatível com a
88 categoria animal, com adequado ajuste na taxa de lotação e eficiente utilização da
89 pastagem (Goetsch et al., 2010).

90 Dentre os ingredientes convencionalmente utilizados na suplementação animal, o
91 milho e o farelo de soja compõem a maior parte das rações, cujo custo e demanda para
92 outros fins pode limitar seu uso para a produção de carne de caprinos. A utilização de
93 frutos de palmeiras nativas da sub-região Meio-Norte do Brasil surge como alternativa a
94 esses ingredientes, pela disponibilidade em épocas de déficit de forragem, potencial valor
95 nutritivo e consumo pelos rebanhos de pequenos ruminantes locais, contribuindo para a
96 manutenção do peso dos animais ao longo do ano.

97 Dentre as palmeiras *Aracaceae*, destacam-se a carnaúba (*Copernicia prunifera*
98 (Mill.) H.E. Moore) e tucum (*Bactris setosa* Mart.), nativas do Nordeste brasileiro, com
99 maior ocorrência nos Estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte (Gomes et al.,
100 2009). A carnaúba tem principal aproveitamento econômico na produção de cera, e seus

101 frutos possuem sabor adocicado, sendo muito apreciados pelos animais (Lima et al.,
102 2008). O tucum produz frutos com polpa carnosa, nos meses de novembro a janeiro,
103 sendo utilizados para extração de óleo rico em ácidos graxos essenciais (Monteiro e
104 Fisch, 2005; Yumi et al., 2012).

105 A avaliação do valor nutritivo de frutos e subprodutos de palmeiras pode reduzir a
106 devastação de áreas de ocorrência natural para implantação de pastagens, com menor
107 uso do fogo e herbicidas, práticas utilizadas por desinformação do valor forrageiro dessas
108 espécies (Albiero et al., 2007), além de permitir a flexibilidade na formulação dos
109 suplementos, de grande importância à atividade pecuária. Assim, objetivou-se com essa
110 pesquisa avaliar a inclusão de frutos de carnaúba e tucum em dietas suplementares para
111 caprinos em crescimento em pasto de capim-Tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tânzania)
112 quanto ao consumo de nutrientes, desempenho e comportamento em pastejo.

113

114 **MÉTODOS**

115 O experimento foi realizado em área do Setor de Caprinocultura do Departamento
116 de Zootecnia (DZO) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do
117 Piauí (UFPI), em Teresina-PI, a 05°05'21"S, 42°48'07"W e altitude 74,4 m, no período de
118 abril a junho de 2016. O clima do local, segundo a classificação de Köppen é do tipo Aw,
119 tropical e chuvoso (megatérmico), com inverno seco e verão chuvoso. Durante o
120 experimento, as médias de temperatura e umidade relativa do ar, pela manhã e à tarde,
121 foram 27,56±3,6 °C e 78,2±9,2% e 31,47±2,1 °C e 68,4±6,89%, respectivamente, com
122 precipitação pluviométrica 0,7 mm e velocidade do vento 1,1 m/s (INMET, 2015).

123 Utilizou-se uma área de 0,330 ha de pasto irrigado de *Panicum maximum* cv.
124 Tanzânia dividida em nove piquetes (330 m²). Realizou-se roço para uniformização do
125 pasto aos 24 dias antes do início do experimento, a 30 cm de altura (Ferreira et al., 2010),

126 com roço de um piquete a cada três dias. O roço mecanizado foi adotado para ajuste da
127 altura residual após a saída dos animais e uniformização do pasto no piquete. Após o
128 roço, adubou-se em cobertura com 50 kgN/ha, 40 kgP₂O₅/ha e 40 kgK₂O/ha, na forma de
129 ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente, com quantidades
130 divididas por ciclo de pastejo.

131 O pasto foi irrigado por aspersão convencional, com aspersores distanciados em
132 12 metros, com vazão 7,3 mm/h e turno de rega de quatro dias. A lâmina d'água aplicada
133 foi estabelecida de modo a repor a evapotranspiração média mensal histórica dos meses
134 de realização do experimento (138,6 mm), conforme Gomes et al. (2005).

135 Foram utilizados 21 caprinos machos, castrados, mestiços da raça Anglo-Nubiana,
136 aos seis meses de idade e peso vivo 21,72±2,4 kg. Adotou-se o sistema de pastejo sob
137 lotação rotativa com taxa de lotação 4,53 UA/ha, três dias de ocupação e 24 dias de
138 descanso, permitindo a expansão de 2,5 novas folhas por perfilho (Silva et al., 2007).
139 Antes do início do experimento, os animais foram pesados, avaliados clinicamente,
140 vermífugados e distribuídos em três grupos de sete animais, sendo um grupo mantido a
141 pasto sem suplementação e dois a pasto com suplementação com dietas contendo 40%
142 de frutos de carnaúba (*Copernicia prunifera* (Mill.) H.E. Moore) ou tucum (*Bactris setosa*
143 Mart.).

144 A biomassa de forragem no pré-pastejo foi mensurada por lançamento de três
145 quadros com área 0,25 m² (0,5 m x 0,5 m), em pontos representativos da altura média do
146 dossel forrageiro, em cinco piquetes, a cada ciclo de pastejo, realizando-se o corte da
147 forragem a 30 cm de altura do solo (Ferreira et al., 2010). Foram retiradas duas alíquotas
148 representativas das amostras colhidas, uma para estimativa da biomassa de forragem e
149 outra para caracterização do pasto, por fracionamento do material em lâmina foliar e

150 colmo, as quais foram pré-secas em estufa a 55 °C por 72 horas para determinação da
151 matéria seca (AOAC, 2012).

152 Os valores de biomassa de forragem e dos componentes morfológicos foram
153 convertidos em kg de MS/ha e foi determinada a relação folha/colmo (F/C). No pré e pós-
154 pastejo, a altura dos pastos destinados à avaliação da biomassa de forragem foi
155 determinada com uma régua graduada e foram obtidas amostras em simulação do
156 pastejo pelos caprinos para determinação da composição química da forragem (Tabela 1).

157

158 Tabela 1. Composição química dos ingredientes, suplementos e capim-Tanzânia aos 24
159 dias da rebrota

Constituintes	Ingredientes				Suplementos		Capim-Tanzânia
	Milho grão moído	Farelo de Soja	Frutos de carnaúba	Frutos de tucum	40% de frutos de carnaúba	40% de frutos de tucum	
MS ¹	87,61	87,09	87,50	88,57	87,59	88,03	92,57
<i>%MS</i>							
MO	86,35	82,51	83,43	85,11	84,55	85,27	87,19
PB	9,41	50,11	6,54	7,16	14,20	14,87	10,91
EE	4,11	1,26	5,49	18,96	4,23	9,60	1,24
FDN _{cp}	11,42	13,76	70,37	53,27	35,36	28,33	61,95
FD _{Acp}	4,92	11,17	45,75	31,33	22,16	16,44	33,74
LIG	0,95	1,39	4,75	2,17	2,53	1,51	4,99
HEM	6,50	2,59	24,62	21,94	13,20	14,43	28,21
CEL	3,97	9,78	41,00	29,16	19,63	14,96	28,75
CNF	73,80	29,58	13,53	17,15	42,16	43,85	20,52

NDT ²	79,02	78,05	54,43	61,57	69,05	71,88	55,89
<i>%NT</i>							
NIDN	3,75	5,50	29,14	26,25	14,43	13,24	45,64
NIDA	1,51	2,43	14,30	14,77	6,92	7,11	16,13

160 ¹MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN_{cp} =
 161 fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; FDA_{cp} = fibra em detergente ácido
 162 corrigida para cinza e proteína; LIG = lignina; HEM = hemicelulose; CEL = celulose; CNF =
 163 carboidratos não fibrosos; NDT = nutrientes digestíveis totais; NIDN = Nitrogênio insolúvel em
 164 detergente neutro; NIDA = Nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

165 ²Estimado segundo Cappelle et al. (2001): %NDT=83,79 - 0,4171*FDN (R² = 0,83).

166

167 A composição química dos ingredientes, suplementos e da forragem foi
 168 determinada segundo metodologias da AOAC (2012) para matéria seca (MS), proteína
 169 (PB), matéria mineral (MM) e extrato etéreo (EE). Os teores de fibra em detergente neutro
 170 (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG) foram obtidos segundo
 171 metodologia descrita por Mertens et al. (1997) e adaptada para equipamento autoclave
 172 (105 °C/60 min) (Barbosa et al., 2015), utilizando-se saquinhos de tecido-não-tecido
 173 (TNT), com dimensões 4 x 5 cm e porosidade 100 µm (Valente et al., 2011).

174 A proporção de carboidratos não fibrosos (CNF) foi estimada segundo Hall et al.
 175 (2000): %CNF = 100 - (%PB + %FDN_{cp} + %MM + %EE). As frações FDN e FDA foram
 176 corrigidas para cinza, após incineração dos saquinhos pós-digestão em forno mufla (AOAC,
 177 2012) e para proteína, após determinação das frações nitrogenadas dos resíduos (Licitra et
 178 al., 1996) e obtenção da porcentagem de proteína bruta pela fórmula: %PB = %N x 6,25.

179 Considerou-se exigências para caprinos em crescimento, com 20 kg de peso vivo
 180 (PV) e ganho de 150g/dia, consumindo 3,24% do PV (0,103 gPB/dia e 0,570 kgNDT/dia)
 181 segundo o NRC (2007) (Tabela 2). A suplementação foi procedida na proporção de 1,5%

182 do peso vivo, sendo as rações formuladas para atender aproximadamente 40% das
 183 exigências dos animais e fornecidas diariamente, às 8 horas, antes da saída dos animais
 184 para o pasto, com quantidades ajustadas de acordo com as pesagens, a cada sete dias.

185

186 Tabela 2. Composição centesimal dos suplementos contendo 40% de frutos de carnaúba
 187 ou tucum

Ingredientes	Suplementos	
	40% de frutos de carnaúba	40% de frutos de Tucum
Milho em grão moído	45,40	44,37
Farelo de soja	14,60	15,63
Frutos de carnaúba	40,00	-
Frutos de tucum	-	40,00
Total	100,00	100,00

188

189 O experimento teve duração de 72 dias, com os 12 primeiros dias para adaptação
 190 dos animais ao manejo e dietas, e 60 dias para coleta de dados. Os animais
 191 permaneceram no pasto das 9 às 17 horas, com livre acesso à água, sal mineral e
 192 sombrite instalado no piquete, sendo recolhidos para pernoite em aprisco anexo à área.

193 O consumo individual de suplemento foi quantificado durante o período de coleta,
 194 subtraindo-se da quantidade fornecida as sobras. O consumo de nutrientes (CON_{nut}) do
 195 suplemento foi obtido com base no consumo de MS: $CON_{nut}(g) = gNUT_{form} - gNUT_{sobras}$. O
 196 ganho de peso diário (GPD) dos animais foi calculado pela diferença entre o peso inicial
 197 (PI) e o peso final (PF), e a relação entre o ganho de peso total e os dias de
 198 suplementação: $GPD = GPt/dias \text{ de suplementação}$, sendo: GPD = ganho de peso diário

199 e GPt = ganho de peso total, correspondente à diferença entre PF e PI (Oliveira et al.,
200 2007).

201 A estimativa de consumo de forragem pelos animais não suplementados foi
202 realizada utilizando-se o indicador externo Dióxido de Titânio (TiO₂), fornecido aos
203 animais durante 13 dias, a cada ciclo de pastejo, sendo dez dias de adaptação e 3 dias de
204 coletas de fezes, realizadas ao final de cada dia. As fezes foram coletadas diretamente da
205 ampola retal, armazenadas em sacos plásticos e conservadas a -4 °C. A determinação do
206 TiO₂ foi realizada como descrito por Myers et al. (2004), em espectrofotômetro UV visível,
207 em comprimento de onda 410 nm.

208 A produção fecal (P_f) foi estimada conforme Berchielli et al. (2006): $P_f \text{ (kg/dia)} = I_i/I_f$,
209 em que, I_i = indicador ingerido (g/dia) e I_f = indicador nas fezes (g/gMS). A partir da
210 produção fecal, estimou-se o consumo de MS, segundo Berchielli et al. (2000): $CMS \text{ (kg)}$
211 $= P_f/(1-DIVMS)$, em que, CMS = consumo de MS (kg); P_f = produção fecal (kg), estimada
212 pelo TiO₂; DIVMS = digestibilidade *in vitro* da MS.

213 A estimativa do consumo de MS do pasto pelos animais suplementados foi obtida
214 conforme proposto por Madsen et al. (1997), utilizando-se os parâmetros de degradação
215 da FDN e a taxa de passagem no rúmen para estimar o *rumen fill* (enchimento), como
216 segue: $rumen \ fill = [((1-a-b)/k)+(b/(c+k))]/24$; CFDN (kg/dia) = capacidade do rúmen (kg de
217 FDN)/*rumen fill*; $CMS = (1/FDN(\%MS))*CFDN$, em que, a = fração solúvel; b = fração
218 insolúvel potencialmente degradável; c = taxa de degradação (%/hora); k = taxa de
219 passagem (%/hora). Para estimativa da capacidade do rúmen, foram utilizados o teor de
220 FDN do capim-Tanzânia e o consumo proporcional a 1,2% do PV, adotando-se o peso
221 médio de cada grupo (Madsen et al., 1997).

222 As medidas da área de olho de lombo e profundidade de olho de lombo foram
223 tomadas a ¾ do comprimento ventral do músculo, entre a 12ª e 13ª costelas. As imagens

224 ultrassonográficas e as mensurações das características de carcaça foram obtidas com o
225 aparelho Aloka SSD500 (*Corometrics Medical System, Wallingford, CT*), equipado com
226 um transdutor linear de 3,5MHz, segundo Figueiredo Filho et al. (2012). As imagens foram
227 analisadas e as medidas obtidas com as ferramentas de mensuração do aparelho de
228 ultrassom.

229 O comportamento em pastejo e ingestivo foram avaliados durante três dias
230 consecutivos, a cada ciclo de pastejo, em piquetes diferentes, por observação visual por
231 avaliadores treinados, a intervalos de 10 minutos (Hughes e Reid, 1951), entre as 9 e 17
232 horas. Cada avaliador observou um grupo de sete animais, com fichas contendo
233 numeração e respectivas características de pelagem.

234 As atividades de comportamento em pastejo de cada animal foram classificadas
235 como: tempo de pastejo (TP), tempo de ruminação (TR), tempo de deslocamento (TD) e
236 tempo de ócio (TO). A taxa de bocados, como medida do comportamento ingestivo, foi
237 determinada por visualização de cada animal, anotando-se o tempo gasto para realizar 20
238 bocados (Forbes e Hodgson, 1985), utilizando-se cronômetro para determinação do
239 tempo. As observações foram realizadas às 9, 11, 13, 15 e 17 horas.

240 Durante a avaliação do comportamento foram obtidos dados de temperatura e
241 umidade relativa do ar, a cada hora, utilizando-se termo-higrômetros posicionados em
242 dois locais no interior do piquete. A partir dos dados calculou-se o índice de temperatura e
243 umidade (ITU) através da equação proposta por Thom (1959): $ITU = 0,8 \times TA +$
244 $(\%UR/100) \times [(TA-14,4) + 46,4]$, em que, TA = temperatura do ar, em °C e UR = umidade
245 relativa do ar, em %.

246 Para conhecimento do comportamento em pastejo e desempenho dos caprinos, foi
247 adotado o delineamento experimental em parcelas subdivididas, sendo os tratamentos
248 (controle e com inclusão de 40% de frutos de carnaúba ou tucum) as parcelas e os ciclos

249 de pastejo as subparcelas, com sete repetições (caprinos). Para avaliação do consumo de
 250 MS e nutrientes dos suplementos, adotou-se o peso inicial dos animais como covariável.
 251 A produção de forragem e a composição química do pasto nos ciclos de pastejo foram
 252 avaliadas segundo o delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos (ciclos
 253 de pastejo) e cinco repetições (piquetes/ciclo). As médias foram comparadas pelo teste de
 254 Tukey a 5% de probabilidade (SAS, 2000).

255

256 RESULTADOS E DISCUSSÃO

257 A altura do pasto não variou durante os ciclos de pastejo, com média 64,17 cm
 258 (Tabela 3). A biomassa de folhas (kg MS/ha) correspondeu a 91,8% da biomassa de
 259 forragem, o que indica boa qualidade do pasto, no entanto, houve redução da mesma
 260 ($P < 0,05$) após o primeiro ciclo de pastejo, associado à decapitação de perfilhos e
 261 eliminação do meristema apical, além do efeito do pisoteio pelos animais (Araújo et al.,
 262 2015), uma vez que com a diminuição da forragem de melhor qualidade ao longo do
 263 período de ocupação os animais se deslocavam na área para suprirem suas exigências.

264

265 Tabela 3. Características estruturais do pasto de capim-Tanzânia aos 24 dias de rebrota

Características	Ciclo de pastejo ¹			epm ²
	1	2	3	
Altura no pré-pastejo (cm)	64,61 ^a	63,54 ^a	64,37 ^a	0,86
Altura no pós-pastejo (cm)	30,21 ^b	31,99 ^b	34,52 ^a	2,16
Biomassa de forragem (kgMS/ha)	3935,05 ^a	3726,80 ^b	3634,72 ^b	96,13
Biomassa de folhas (kgMS/ha)	3668,94 ^a	3382,96 ^b	3316,51 ^b	83,26
Biomassa de colmos (kgMS/ha)	266,11 ^b	343,84 ^a	318,21 ^a	32,65
Relação folha/colmo	13,78 ^a	9,83 ^b	10,42 ^b	1,57

266 ¹Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

267 ²epm = erro padrão da média.

268

269 A relação folha/colmo do capim-Tanzânia se mostrou elevada aos 24 dias de rebrota
270 nos três ciclos de pastejo, o que reflete o efeito da adubação em estimular a produção de
271 folhas. Maior relação folha/colmo otimiza o consumo de pasto pelos animais, por aumentar
272 a porção pastejável, com menor proporção de tecidos lignificados, os quais são de baixa
273 digestibilidade e menor taxa de passagem.

274 A biomassa de forragem nos ciclos de pastejo mostrou-se superior à obtida por
275 Rufino et al. (2012) para capim-Tanzânia aos 27 dias de rebrota (3.292,10 kgMS/ha) e por
276 Ribeiro et al. (2012) para capim-Tanzânia com altura no pré-pastejo 50 a 70 cm (2.320,92
277 kg MS/ha), sob condições similares de local e manejo. A biomassa de forragem resultou
278 em uma oferta de 8,25 kgMS/100 kg de PV. Segundo Rodrigues et al. (2013), em pesquisa
279 realizada na mesma área desta pesquisa, o consumo de capim-Tanzânia por caprinos em
280 pastejo é aproximadamente 2,75% do PV, portanto, a oferta de forragem mostrou-se
281 suficiente para atender essa demanda.

282 O consumo de MS (CMS) dos suplementos não foi influenciado ($P>0,05$) pelo tipo de
283 fruto de palmeira utilizado, devido à fixação da proporção do suplemento na dieta em 1,5%
284 do PV (Tabela 4). Os caprinos que receberam o suplemento contendo frutos de carnaúba
285 apresentaram maior consumo de FDN (CFDN) e FDA (CFDA), 0,137 kg FDN/dia e 0,083
286 kg FDA/dia, devido a maior proporção desses constituintes nesse suplemento (35,36%
287 FDN e 22,16%FDA) que no suplemento contendo frutos de tucum (28,33%FDN e
288 16,44%FDA).

289

290 Tabela 4. Consumo de nutrientes dos suplementos contendo 40% de frutos de carnaúba ou
 291 tucum por caprinos em pasto de capim-Tanzânia

Consumo ¹	Suplementos ²		epm ³
	40% de frutos de carnaúba	40% de frutos de tucum	
MS (kg/dia)	0,350 ^a	0,368 ^a	0,015
MS (%PV)	1,441 ^a	1,413 ^a	0,590
MS (g/UTM)	117,354 ^a	124,570 ^a	7,150
MO (kg/dia)	0,311 ^a	0,319 ^a	0,031
MO (%PV)	1,352 ^a	1,363 ^a	0,120
FDN (kg/dia)	0,137 ^a	0,104 ^b	0,007
FDA (kg/dia)	0,083 ^a	0,056 ^b	0,008
CEL (kg/dia)	0,074 ^a	0,051 ^b	0,012
HEM (kg/dia)	0,054 ^a	0,048 ^a	0,003
LIG (kg/dia)	0,009 ^a	0,005 ^a	0,001
PB (kg/dia)	0,060 ^a	0,064 ^a	0,018
EE (kg/dia)	0,016 ^b	0,037 ^a	0,004
CNF (kg/dia)	0,081 ^a	0,092 ^a	0,031
NDT (kg/dia)	0,228 ^a	0,267 ^a	0,011
NDT (%PV)	1,112 ^a	1,182 ^a	0,041
NDT (g/UTM)	24,383 ^a	25,452 ^a	1,460

292 ¹MS= matéria seca; MO = matéria orgânica; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra
 293 em detergente ácido; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CNF = carboidratos não
 294 fibrosos; NDT = nutrientes digestíveis totais.

295 ²Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

296 ³epm = erro padrão da média.

297

298 O CMS dos suplementos contendo frutos de carnaúba ou tucum correspondeu a
299 53,84% e 55,07%, respectivamente, das exigências estabelecidas pelo NRC (2007) para a
300 categoria (0,648 kgMS/dia e 3,24%PV), enquanto o consumo de PB e NDT do suplemento
301 contendo frutos de carnaúba correspondeu a 60,19% e 40,02% e do suplemento contendo
302 frutos de tucum a 62,13% e 43,31%, respectivamente, em relação às exigências dos
303 caprinos (0,103 kgPB/dia e 0,570 kgNDT/dia).

304 O fornecimento de nutrientes a partir da suplementação concentrada não deve suprir
305 totalmente as exigências dos animais, evitando assim limitação fisiológica energética por
306 efeito quimiostático no hipotálamo medial (centro da saciedade), devendo o pasto, suprir as
307 demais necessidades (Ferdous et al., 2012). A fixação do suplemento em 1,5% do PV está
308 compatível com pesquisas realizadas com caprinos suplementados na proporção de 1 a
309 1,5% do PV em sistemas a pasto (Bezerra et al., 2010; Adami et al., 2013).

310 O consumo de EE (CEE) a partir do suplemento contendo frutos de tucum mostrou-
311 se elevado, devido maior proporção de EE nestes frutos (18,96%) e conseqüentemente no
312 suplemento (9,6%) (Tabela 1). A percentagem de EE no suplemento ficou acima do
313 intervalo de 6 a 7%, limite crítico (Palmquist e Jenkins, 1980; Mir et al., 2001) para inclusão
314 de lipídeos em dietas de ruminantes, no entanto, não reduziu o consumo de matéria seca
315 pelos animais, visto que devido ao consumo de pasto pelos mesmos, houve redução do
316 conteúdo lipídico da dieta total (pasto + suplemento) para 4,23%

317 O consumo de pasto foi 10,2% menor pelos caprinos suplementados com frutos de
318 palmeiras que pelos não suplementados (Tabela 5), o que está relacionado tanto ao
319 consumo total de suplemento (regulação energética) quanto à proporção de nutrientes nos
320 ingredientes, como teores de FDN dos frutos de carnaúba (70,37%) ou EE dos frutos de

321 tucum (18,96%). Essa redução no consumo resultou em excedente de forragem na área,
 322 verificado pelo aumento da altura do resíduo nos piquetes a partir do primeiro ciclo de
 323 pastejo (Tabela 3), o que indica possibilidade de aumento da taxa de lotação.

324

325 Tabela 5. Consumo de nutrientes da forragem de capim-Tânzania por caprinos
 326 suplementados com rações contendo 40% de frutos de carnaúba ou tucum

Consumo ¹	Não suplementados	Suplementados ³		epm ⁴
		40% de frutos de carnaúba	40% de frutos de tucum	
MS (kg/dia) ²	0,598 ^a	0,543 ^b	0,550 ^b	0,023
MS (%PV)	3,012 ^a	2,243 ^b	2,382 ^b	0,161
MO (kg/dia)	0,521 ^a	0,473 ^b	0,479 ^b	0,045
PB (kg/dia)	0,065 ^a	0,058 ^a	0,063 ^a	0,004
FDN (kg/dia)	0,371 ^a	0,336 ^b	0,341 ^b	0,052
FDA (kg/dia)	0,204 ^a	0,183 ^a	0,185 ^a	0,019
CEL (kg/dia)	0,172 ^a	0,222 ^b	0,160 ^b	0,045
HEM (kg/dia)	0,167 ^a	0,137 ^b	0,156 ^a	0,021
CNF (kg/dia)	0,123 ^a	0,111 ^a	0,113 ^a	0,012
NDT (kg/dia)	0,334 ^a	0,302 ^b	0,307 ^b	0,042

327 ¹MS= matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; FDN = fibra em
 328 detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; CEL = celulose; HEM = Hemicelulose;
 329 CNF = carboidratos não fibrosos; NDT = nutrientes digestíveis totais.

330 ²Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

331 ³Consumo de MS do pasto, estimado segundo Madsen et al. (1997).

332 ⁴epm = erro padrão da média.

333

334 A porcentagem de substituição de forragem por concentrado, estimada segundo
335 Hodgson (1990), foi 13,4%, a qual pode ser considerada baixa em relação à obtida por
336 Adami et al. (2013) (16,72%) para caprinos suplementados na proporção de 1,5% do PV
337 com dietas compostas por milho e farelo de soja. Quando a disponibilidade de energia de
338 suplementos com elevada digestibilidade se aproxima das exigências dos ruminantes,
339 estes passam a regular o consumo pela demanda energética, o que ocorre por fatores
340 metabólicos, tais como elevados níveis de glicose circulante, que desencadeiam reações
341 hormonais de regulação do consumo (Goetsch et al., 2010).

342 O consumo de PB (0,127 kg/dia) e NDT (0,574 kg/dia) pelos caprinos a pasto
343 suplementados com concentrado contendo frutos de tucum foi suficiente para atendimento
344 às exigências nutricionais estabelecidas pelo NRC (2007), 0,103 kgPB/dia e 0,570 kg
345 NDT/dia. No entanto, as dietas contendo frutos de carnaúba atenderam apenas as
346 exigências de PB (0,125 kg/dia), com menor consumo de NDT (0,530 kg/dia), o está
347 associado ao maior teor de fibra de baixa qualidade dos frutos de carnaúba, com maior
348 proporção de celulose (41%), que associada à FDN do pasto, elevou o consumo desse
349 constituinte na dieta (0,296g/dia) em relação aos frutos de tucum (0,211 g/dia).

350 Os caprinos mantidos exclusivamente a pasto consumiram mais forragem (0,598
351 kgMS/dia) que os suplementados (0,546 kgMS/dia), não suficiente para atendimento às
352 exigências nutricionais. A oferta de forragem correspondeu a 8,25 kg/100kgPV
353 (aproximadamente 1,79 kg de forragem/animal/dia), 3,25 vezes maior que o consumo
354 médio pelos animais nessa pesquisa (2,54% PV), o que não limitou o consumo de MS.
355 Segundo Hodgson (1984) o consumo é maximizado quando a oferta de forragem
356 corresponder a três a quatro vezes a capacidade de consumo de MS pelo ruminante.

357 O fornecimento de suplemento contendo frutos de tucum na proporção de 1,5% do
 358 PV melhorou o consumo de nutrientes e a eficiência de utilização da forragem, com
 359 consequente aumento no ganho de peso dos caprinos (Tabela 4), o que também se
 360 justifica pela elevada qualidade da forragem disponível, com maíosa que 10% de PB (Tabela
 361 1).

362 Embora o consumo de pasto pelos caprinos suplementados tenha reduzido (Tabela
 363 5), houve aumento ($P < 0,05$) no ganho de peso dos caprinos suplementados com rações
 364 contendo frutos de tucum (55,30 gPV/dia) e carnaúba (32,12 gPV/dia) (Tabela 6), em
 365 relação aos animais mantidos exclusivamente a pasto (56,11 g/dia), devido à maior
 366 disponibilidade de nutrientes de elevada digestibilidade pelos suplementos concentrados.

367

368 Tabela 6. Desempenho e área de olho de lombo de caprinos em pasto de capim-Tanzânia
 369 suplementados com rações contendo 40% de frutos de carnaúba ou tucum

Parâmetros	Não Suplementados	Suplementados ²		epm ³
		40% de frutos de carnaúba	40% de frutos de tucum	
Peso inicial (kg)	20,75	22,33	22,07	-
Peso Final (kg)	24,12	27,63	28,74	-
Dias de suplementação	60	60	60	-
GMD ¹ (g/dia)	56,11 ^c	88,23 ^b	111,41 ^a	9,23
Consumo suplemento (kg/dia)	-	0,40	0,42	-
Área de olho de lombo (cm ²)	7,19 ^c	10,41 ^b	12,76 ^a	1,14

370 ¹GMD = ganho médio diário.

371 ²Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

372 ³epm = erro padrão da média

373

374 O maior ganho de peso dos caprinos suplementados com rações contendo frutos de
375 tucum (111,41 gPV/dia) decorre da maior disponibilidade energética dos frutos e ao
376 atendimento das exigências nutricionais pela associação do suplemento com o pasto
377 (Tabela 6). A elevada degradação potencial da MS (68,91%) e o rápido *lag time* (1,05 h)
378 dos frutos de tucum (Garcez et al., 2015) favorecem o aporte energético no ambiente do
379 rúmen, o metabolismo microbiano e a relação propionato:acetato.

380 Os caprinos não atingiram o ganho de peso previsto (150 gPV/dia), se mostrando
381 semelhante ao obtido por Adami et al. (2013) (0,110 kgPV/dia) para caprinos de mesma
382 categoria suplementados com dietas contendo milho, soja e farelo de trigo na proporção de
383 1,5% do PV. Assim, a suplementação com frutos de tucum pode ser adotada para
384 categorias animais menos exigentes ou para redução de custo da dieta, devendo-se
385 atentar para a proporção de FDN e EE das mesmas.

386 O maior ganho de peso e o peso final dos caprinos suplementados com rações
387 contendo frutos de tucum resultaram em maior área de olho de lombo (AOL) (12,76 cm²),
388 sugerindo maior deposição de carne na carcaça. A AOL mostrou-se maior que a obtida por
389 Sousa et al. (2009), 9,8 cm², para cabritos suplementados com ração com 15,7% de PB e
390 67% de NDT, e por Souza et al. (2015), 6,98 cm², para caprinos suplementados com ração
391 composta por milho e soja na proporção de 1,5% do PV.

392 A medida da AOL é um bom indicador da conformação da carcaça, havendo
393 correlação positiva da AOL com a percentagem e distribuição das biomassas musculares
394 na mesma (MORA et al., 2015). Os músculos de maturidade tardia são os mais utilizados
395 nesta avaliação, como o *Longissimus dorsi*, pela fácil mensuração por ultrassonografia e por

396 proporcionar índices mais confiáveis de desenvolvimento e tamanho do tecido muscular
397 (HASHIMOTO et al., 2012).

398 Os caprinos suplementados com rações contendo frutos de carnaúba apresentaram
399 menor AOL (10,26 cm²), o que se relaciona ao menor consumo de NDT por esse grupo
400 (0,530 g/dia), afetando a deposição de músculo, por reduzir a produção de propionato no
401 rúmen (Silva et al., 2010). A baixa proporção de NDT nos frutos, associada ao elevado teor
402 de carboidratos fibrosos, que possuem lenta degradação ruminal, resulta em baixa
403 disponibilidade de energia para síntese de tecido muscular, com reflexo na menor AOL.

404 A suplementação dos caprinos em pasto de capim-Tanzânia com rações compostas
405 por frutos de carnaúba e tucum influenciou ($P < 0,05$) o comportamento em pastejo, com
406 redução de 1,2 horas no tempo de pastejo e aumento de 1,0 hora no tempo em ócio, em
407 relação aos animais mantidos a pasto sem suplementação (Tabela 7).

408

409 Tabela 7. Comportamento em pastejo e taxa de bocados de caprinos em pasto de capim-
410 Tanzânia suplementados com rações contendo 40% de frutos de carnaúba ou tucum

Atividade (hora)	Não suplementados	Suplementados ¹		epm ²
		40% de frutos de carnaúba	40% de frutos de tucum	
		Pastejo	5,59 ^a	
Ruminação	0,68 ^a	0,64 ^a	0,77 ^a	0,014
Deslocamento	0,26 ^b	0,44 ^a	0,50 ^a	0,021
Ócio	1,45 ^b	2,53 ^a	2,33 ^a	0,067
Taxa de bocados (boc/min)	18,16 ^a	17,59 ^a	18,50 ^a	2,431

411 ¹Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

412 ²epm = erro padrão da média.

413

414 O tempo de ruminação não foi influenciado ($P>0,05$) pela suplementação, em média
415 0,69 horas, durante o período de observação (8 horas). A redução no tempo de pastejo em
416 22% pelos caprinos suplementados a pasto com rações contendo frutos de carnaúba e
417 tucum se justifica pelo efeito do suplemento energético sobre o consumo, com efeito na
418 regulação da taxa de ingestão de forragem, propiciando redução no tempo de pastejo e na
419 demanda por nutrientes do pasto (Adami et al., 2013).

420 O maior tempo de pastejo pelos caprinos mantidos exclusivamente em pasto de
421 capim-Tanzânia (5,59 horas) também é um indicador do menor ganho de peso dos
422 mesmos (56g/dia), por sua relação com o maior consumo de FDN (0,371g/dia). A FDN
423 deve ser considerada dentre os fatores que regulam o consumo por animais mantidos a
424 pasto, em função de sua lenta taxa de degradação promover limitação física por repleção
425 do rúmen-retículo (Goetsch et al., 2010).

426 O tempo despendido em pastejo pelos caprinos mantidos exclusivamente em pasto
427 de capim-Tanzânia (5,59 h) foi superior ao obtido para caprinos em pasto desta gramínea
428 aos 37 dias de rebrota (4,52 h), por Rodrigues et al. (2013), e aos 28 dias de rebrota (5,30
429 h), por Ribeiro et al. (2012), indicando que a idade de rebrota e as características
430 estruturais e nutricionais (teor de FDN) do pasto influenciam o consumo da forragem
431 pelos animais.

432 A suplementação não influenciou o tempo despendido em ruminação (0,69 horas),
433 semelhante ao observado por Ribeiro et al. (2012) e Rodrigues et al. (2013), que
434 registraram tempos 0,62 e 0,66 horas em pastagem de capim-Tânzania. A maior
435 frequência de ruminação por caprinos em pastagem cultivada ocorre durante o período
436 noturno (Ferrazza et al., 2012), o que justifica os curtos tempos obtidos nestas pesquisas,
437 devido a observação do comportamento dos caprinos apenas durante o período diurno.

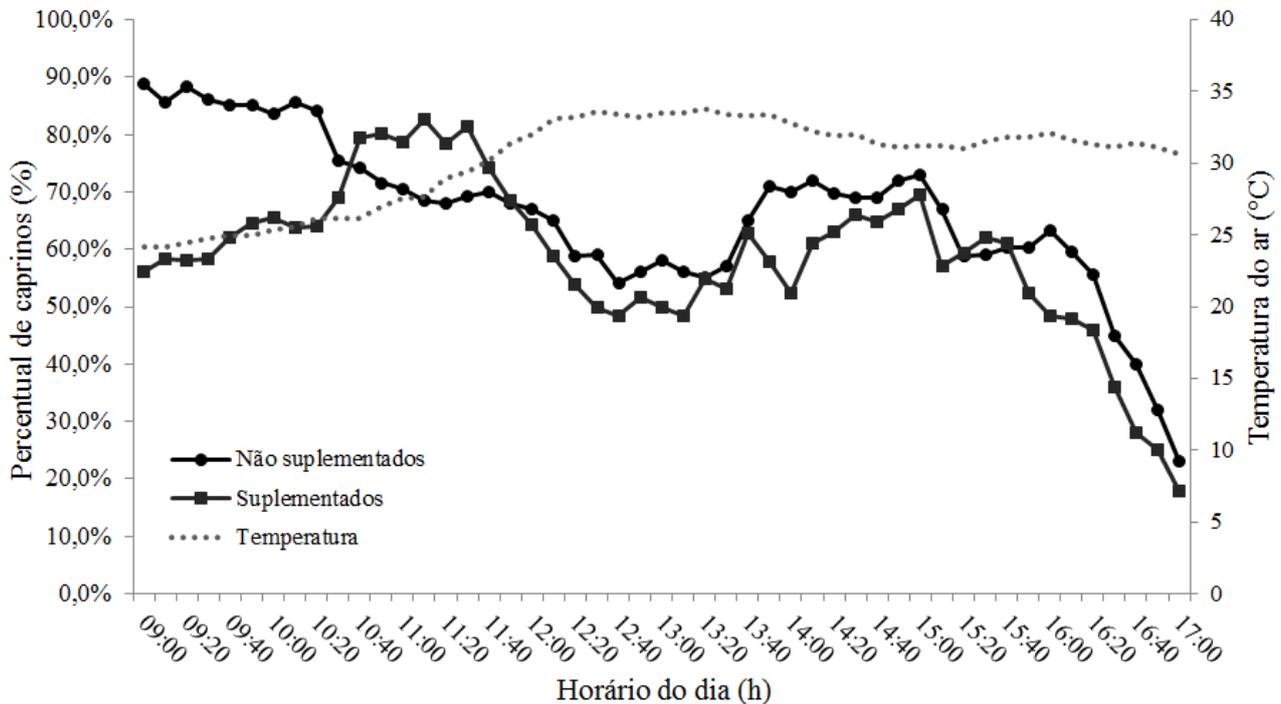
438 Os caprinos em pasto exclusivo de capim-Tanzânia sem suplementação
439 despenderam menos ($P < 0,05$) tempo em deslocamento na área (0,3 horas). Segundo
440 Gonçalves et al. (2009), animais a pasto em área de monocultivo de gramínea acionam
441 de maneira menos complexa os mecanismos de decisão para seleção da forragem que
442 em áreas onde seja necessária a seletividade da dieta, com redução nas distâncias
443 percorridas na área. O tempo em deslocamento pelos caprinos suplementados foi maior
444 (0,5 horas), devido à regulação fisiológica energética proporcionada pelo suplemento e ao
445 seu efeito em tornar os animais mais seletivos na escolha do local de pastejo, buscando
446 áreas com forragem de melhor qualidade (Silveira et al., 2015).

447 A taxa de bocados não foi influenciada pela suplementação ($P > 0,05$), em média 18
448 bocados/min, devido à oferta de forragem (8,25%) e semelhantes características do pasto
449 nos três ciclos de pastejo. Um dos fatores determinantes da taxa de bocados é a oferta de
450 forragem, sendo a disponibilidade de oferta de forragem acima das necessidades diárias do
451 animal determinante da adequada ingestão (Hodgson, 1984). Quando a oferta de forragem
452 for limitante à ingestão, os animais modificam a proporção de tecidos vegetais na ingesta,
453 devido à desfolha seletiva, com elevação na proporção de colmos e tecidos lignificados
454 remanescentes, o que influencia a taxa de bocados no decorrer do período de ocupação
455 (Decruyenaere et al., 2009).

456 Os caprinos não suplementados despenderam maior tempo em pastejo no início da
457 manhã, das 9h00 às 10h20, com cerca de 90% dos animais pastejando, em relação aos
458 que foram suplementados com rações contendo frutos de palmeiras, os quais
459 intensificaram o pastejo após as 10h30 (Figura 1). Esse efeito relaciona-se à limitação
460 metabólica para consumo de pasto promovida pelo suplemento energético-proteico, com
461 maior frequência de animais em ócio (27%) e em deslocamento (13%) na pastagem logo
462 após a ingestão do suplemento.

463

464 Figura 1. Frequência de pastejo de caprinos suplementados e não suplementados em
 465 pastagem de capim-Tânzania



466

467 Os caprinos não suplementados reduziram a atividade de pastejo após as 10h40,
 468 anterior aos animais suplementados, com percentagem acima de 70% de animais
 469 pastejando até as 11h30, o que se deve ao maior consumo de forragem no início da
 470 manhã, com limitação física pelo enchimento ruminal nos animais não suplementados e
 471 aumento da proporção de animais em ócio (8,2%) e ruminação (21,2%).

472 As médias de temperatura, umidade relativa do ar e índice de temperatura e
 473 umidade (ITU) durante a observação do comportamento animal pela manhã foi 26,6°C,
 474 83,6% e 70,2, e à tarde, 31,8°C, 73,1% e 72,1, respectivamente (Figura 1). A temperatura
 475 e o ITU das 12h00 às 14h00 (33,7°C e 75,1) mostraram-se superiores à temperatura
 476 crítica (34°C) e ao intervalo de ITU alerta para estresse térmico por caprinos (74 a 78),
 477 segundo Baêta e Souza (2010), o que justifica a redução no tempo de pastejo, devido os

478 caprinos buscarem os sombrites disponíveis na área, com aumento no tempo de ócio,
479 visando reduzir as atividades e a produção de calor metabólico (Gonçalves et al., 2009).

480 Todos os caprinos em pasto de capim-Tanzânia reduziram a frequência de pastejo
481 após as 16h00, com ou sem suplementação, se verificando maior proporção dos animais
482 não suplementados em pastejo que dos suplementados (menos de 40% realizando essa
483 atividade), os quais permaneciam em ócio ou se deslocavam para a saída do piquete para
484 serem recolhidos ao aprisco. A suplementação com frutos de palmeiras possibilitou que
485 os caprinos atingissem em menor intervalo de tempo um nível de consumo compatível
486 com suas exigências nutricionais (Silveira et al., 2015), e suprissem a demanda de fibra a
487 partir do pasto mais rápido que os animais não suplementados.

488

489 **CONCLUSÕES**

490 1 A suplementação de caprinos em crescimento em pastagem de capim-Tanzânia com
491 ração concentrada contendo 40% de frutos de tucum, na proporção de 1,5% do PV, é
492 capaz de atender as exigências nutricionais para manutenção e ganho de 150 gPV/dia,
493 proporcionando maior ganho de peso que a ração contendo 40% de frutos de carnaúba.

494 2 A suplementação energética reduz o consumo de pasto, devendo-se considerar o nível
495 e a formulação das dietas, com possibilidade de aumento da taxa de lotação e da
496 produtividade de carne de caprinos por unidade de área.

497

498 **REFERÊNCIAS**

499 Adami FA, Pitta CSR, Silveira ALF, Pelissari A, Hill JAG, Assman AL, Ferrazza JM (2013)
500 Ingestive behavior, forage intake and performance of goats fed with different levels of
501 supplementation. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* **48**, 220-227.

- 502 Albiero DL, Maciel AJS, Lopes AC, Mello CA, Gamero GA (2007) Proposta de uma
503 máquina para colheita mecanizada de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.) para a
504 agricultura familiar. *Acta Amazonica* **37**, 337-346.
- 505 Araujo DCL, Oliveira MA, Lopes JP, Alves AA, Rodrigues MA, Moura RLM, Moreira Filho
506 MA (2015) Performance and goats behavior in pasture of Andropogon grass under
507 different forage allowances. *Semina: Ciências Agrárias* **36**, 2301-2316.
- 508 Association of Analytical Communities. AOAC International (2012). 'Official methods of
509 analysis of AOAC international' (Association of Analytical Communities: Gaithersburg,
510 MD).
- 511 Baêta FC, Souza CF (1997) 'Ambiência em edificações rurais: conforto animal' (Editora
512 UFV: Viçosa).
- 513 Barbosa MM, Detmann E, Rocha GC, de Oliveira Franco M, de Campos Valadares Filho S
514 (2015) Evaluation of laboratory procedures to quantify the neutral detergent fiber content
515 in forage, concentrate, and ruminant feces. *Journal of AOAC International* **98**, 883-889.
- 516 Berchielli TT, Andrade P, Furlan CL (2000) Evaluation of Internals Markers in Digestibility
517 Assay. *Revista Brasileira de Zootecnia* **29**, 830-833.
- 518 Berchielli TT; Garcia AV; Oliveira SG (2006) Principais técnicas de avaliação aplicadas em
519 estudos de nutrição. In: 'Nutrição de ruminantes' (Eds) (FUNEP: Jaboticabal) pp.521-554.
- 520 Bezerra SBL, Veras ASC, Silva DKA, Ferreira MA, Pereira KA, Almeida JS, Santos JCA
521 (2010) Noncarcass components of Caatinga grazing-fed goats. *Pesquisa Agropecuária
522 Brasileira* **45**, 751-757.
- 523 Cappele ER, Valadares Filho SC, Silva, JFC, Cecon, PR (2001) Estimates of the Energy
524 Value from Chemical Characteristics of the Feedstuffs. *Revista Brasileira de Zootecnia* **30**,
525 1837-1856.

- 526 Decruyenaere V, Buldgen A (2009) Factors affecting intake by grazing ruminants and
527 related quantification methods: A review. *Biotechnologie, Agronomie, Société et*
528 *Environnement* **13**, 559-573.
- 529 Ferdous MR, Khan MJ, Rashid MA, Kamruzzaman M (2012) Effect of different levels of
530 concentrate supplementation on the performance of Black Bengal goat. *Bangladesh*
531 *Journal of Animal Science* **40**, 14-21.
- 532 Ferrazza JÁ, Migliorini F, Biezus V, Soares AB, Silveira ALF (2012) Goat ingestive
533 behavior on alexadergrass (urochloa (*Syn. brachiaria plantaginea*) under grazing
534 intensities. *Synergismus Scyentifica* **7**, 1-3.
- 535 Ferreira DJ, Zanine AM, Souto SM, Dias PF (2010) Tanzânia grass (*Panicum maximum*)
536 under shading and cutting handling. *Archivos de Zootecnia* **225**, 81-91.
- 537 Figueiredo Filho LAS, Sarmiento JLR, Campelo JEG, Santos NPS, Sousa Junior A (2012)
538 Measures Carcass traits by ultrasound in goats. *Revista Brasileira de Saúde e Produção*
539 *Animal* **13**, 804-814.
- 540 Forbes TDA, Hodgson J (1985) Comparative studies of the influence of sward conditions
541 on the ingestivo behavior of cows and sheep. *Grass and Forage Science* **40**, 69-77.
- 542 Garcez BS, Alves AA, Lacerda MSB, Chaves, AR, Moura, GAB, Marques, RS (2015)
543 Degradabilidade ruminal *in situ* de frutos de carnaúba e tucum e da torta de babaçu. In:
544 'Congresso Nordestino de Produção Animal' (SNPA: Teresina, 2015). pp.25-28.
- 545 Goetsch AL, Gipson TA, Askar AR, Puchala R. (2010) Feeding behavior of goats: invited
546 review. *Journal of Animal Science* **88**, 361-373.
- 547 Gomes AAN, Andrade Junior AS, Medeiros, RM (2005) Monthly reference
548 evapotranpiration for the State of Piauí, Brazil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e*
549 *Ambiental* **9**, 560-564.

- 550 Gomes JAF, Leite ER, Cavalcante ACR, Cândido MJD, Lempp B, Bomfim MAD, Rogério
551 MCP (2009) Agroindustrial residue of carnaúba as roughage for sheep fattening. *Pesquisa*
552 *Agropecuária Brasileira* **44** 58-67.
- 553 Gonçalves EN, Carvalho PCF, Kunrath TR, Carassai IJ, Bremm C, Fischer V (2009)
554 Relações planta-animal em ambiente pastoral heterogêneo: Processo de ingestão de
555 forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia* **38**, 1655-1662.
- 556 Hall, MB (2000) 'Neutral detergent-soluble carbohydrates nutritional relevance and
557 analysis: A laboratory manual' (Institute of Food and Agricultural Sciences: Florida:
558 University of Florida. Bulletin n. 339)
- 559 Hashimoto JH, Osorio JCS, Osorio MTO, Bonacina MS, Lehmen RI, Pedroso CES (2012)
560 Carcass quality, parts and tissue development of lambs finished in three systems. *Revista*
561 *Brasileira de Zootecnia* **41**, 438-448.
- 562 Hodgson J (1984) Sward conditions, herbage allowance and animal production: Evaluation
563 of research results. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* **44**, 99-
564 104.
- 565 Hodgson J (1990) 'Grazing management: science into practice' (Longman Scientific &
566 Technical: New York).
- 567 Hughes, GP; Reid, D (1951) Studies on the behavior of cattle and sheep in relation to
568 utilization of grass *Journal Agricultural Science* **41**, 350-355.
- 569 Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2015) *Dados meteorológicos*. Disponível em:
570 <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em 18/01/2017.
- 571 Johnson TR, Combs DK (1991) Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary
572 polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*
573 **74**, 933-944.

- 574 Johnson CL, Doyle SP, Long RS (2010) Effect of feeding system on meat goat growth
575 performance and carcass traits. *Sheep & Goat Research Journal* 25, 78-82.
- 576 Kawas JR, Andrade-Montemayor H (2010) Strategic nutrient supplementation of free-
577 ranging goats. *Small Ruminant Research*, **89**, 234-243.
- 578 Licitra G, Hernandez TM, Van Soest PJ. (1996) Standardization of procedures for nitrogen
579 fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology* **57**, 347-358.
- 580 Lima MM, Coutinho CF, Gomes TF, Oliveira TG, Duarte R, Borges-Pereira J, Bóia MN,
581 Sarquis O (2008) Risk presented by *Copernicia prunifera* Palm trees in the *Rhodnius*
582 *nasutus* distribution in a Chagas disease-endemic area of the Brazilian Northeast.
583 *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* **79**, 750-754.
- 584 Madsen J, Hvelplund T, Weisbjerg MR (1997) Appropriate methods for evaluation of
585 tropical feeds for ruminants. *Animal Feed Science and Technology* **69**, 53-66.
- 586 Mertens DR (1997) Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows.
587 *Journal of Dairy Science* **7**, 1463-1481.
- 588 Mir PS (2001) Vegetable oil in beef cattle diets. In: 'Advances in beef cattle science'
589 (Lethbridge Research Centre: Lethbridge) pp.88-104.
- 590 Monteiro EA, Fisch STV (2005) Estrutura e padrão espacial das populações de *Bactris*
591 *setosa* Mart e *B. hatschbachii* Noblick ex A. Hend (Arecaceae) em um gradiente
592 altitudinal, Ubatuba (SP). *Biota Neotropica* **5**, 129-136.
- 593 Mora NHAP, Macedo FAF, Mexia AA, Dias-Senegalhe FB, Oliveira EQ, Radis AC (2015)
594 Carcass characteristics of Pantaneiro lambs slaughtered with diferente subcutaneous fat
595 thickness. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* **67**, 290-298.
- 596 Myers WD, Ludden PA, Nayigihugu V, Hess BW (2004) A procedure for the preparation
597 and quantitative analysis of samples for titanium dioxide: technical note. *Journal of Animal*
598 *Science* **82**, 179-183.

- 599 National Research Council. NRC (2007) 'Nutrient requirements of small ruminants: sheep,
600 goats, cervids, and new world camelids' (National Academy Press: Washington, D.C.).
- 601 Oliveira NA, Selaive-Villarroel AB, Monte ALS, Costa RG, Costa LBA (2007) Evaluation of
602 carcass characteristics of crossbred Anglo-Nubian, Boer and undefined breed goats
603 *Ciência Rural* **17**, 69-74.
- 604 Palmquist DL, Jenkins TC (1980) Fat in lactation rations: review. *Journal of Dairy Science*
605 **63**, 1-14.
- 606 Ribeiro AM, Oliveira ME, Silva PC, Rufino MOA, Rodrigues MM, Santos MS (2012)
607 Canopy characteristics, animal behavior and forage intake by goats grazing on Tanzania-
608 grass pasture with different heights. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* **34**, 371-378.
- 609 Rodrigues MM, Oliveira ME, Moura RL, Rufino MOA, Silva WKA, Nascimento MPSC
610 (2013) Forage intake and behavior of goats on Tanzania-grass pasture at two regrowth
611 ages. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* **35**, 37-41.
- 612 Rufino MOA, Alves AA, Rodrigues MM, Moura RL, Cavalcante ACR, Rogerio MCP (2012)
613 Goat milk production and quality on Tanzania-grass pastures, with supplementation. *Acta*
614 *Scientiarum. Animal Sciences*, **34**, 417- 423.
- 615 Silva RG, Candido MJD, Neiva JNM, Lôbo RNB, Silva DS (2007) Canopy structural traits
616 of tanzania grass pastures under three resting periods and grazed by sheep. *Revista*
617 *Brasileira de Zootecnia* **36**, 1255-1265.
- 618 Silva TM, Oliveira RL, Barbosa LP, Garcez Neto AF, Bagaldo AR, Jesus IB, Macome FM,
619 Ribeiro CVDM (2010) Body components of young crossbred Boer goats fed licury oil
620 (*Syagrus coronata*) in the diet. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* **62**,
621 1448-1454.
- 622 Silveira MF, Macedo VP, Batista R, Santos GB, Negri R, Castro JM, Silveira AP,
623 Wlodarski L (2015) Ingestive behavior and productive performance of lambs maintained in

- 624 tropical pasture receiving different supplements. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária*
625 *e Zootecnia* **67**, 1125-1132.
- 626 Sousa HA, Brito EA, Medeiros AN, Cartaxo FQ, Cezar MF, Cunha MGG (2009)
627 Morphometric and carcass characteristics of kid goats and lambs finished in feedlots.
628 *Revista Brasileira de Zootecnia* **38**, 1340-1346.
- 629 Souza CMS, Medeiros AN, Costa RG, Pereira ES, Azevedo PS, Lima Junior V, Rocha LP,
630 Souza AP (2015) Characteristics of carcass and non-carcass components of Canindé
631 goats under supplementation and grazing in the caatinga. *Revista Brasileira de Saúde e*
632 *Produção Animal* **16**, 723-735.
- 633 Statistical Analyses System. SAS (2000) SAS/STAT User's guide (Cary: SAS Institute).
- 634 Thom EC (1959) The discomfort index. *Weatherwise*, **12**, 57-61.
- 635 Valente TVP, Detmann E, Valadares Filho SC, Queiroz AC, Sampaio CB, Gomes DI
636 (2011) Avaliação dos teores de fibra em detergente neutro em forragens, concentrados e
637 fezes bovinas moídas em diferentes tamanhos e em sacos de diferentes tecidos. *Revista*
638 *Brasileira de Zootecnia* **40**, 1148-1154.
- 639 Yumi SDA, Rayana SQ, Aparecida SR, Regina GC, Giuseppe DF (2012) Ethnobotany of
640 natural fibres - *Bactris setosa* (tucum) in a traditional rural community. *FIBRES &*
641 *TEXTILES in Eastern Europe* **20**, 18-20.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inclusão de frutos da palmeira Tucum em dietas para caprinos reduz o consumo de matéria seca com aumento no período de ruminação dos animais, no entanto, promove efeito positivo sobre a digestibilidade das rações e metabolismo energético dos animais. Rações contendo frutos de carnaúba além de menor consumo possuem digestibilidade reduzida devido à baixa qualidade da fibra dos frutos.

A suplementação de caprinos em crescimento em pastagem irrigada de capim Tanzânia com rações contendo frutos das palmeiras Carnaúba e Tucuns em taxa de lotação de 4,53UA/ha promove incremento no ganho de peso dos animais, com destaque para os frutos de tucum, no entanto, há redução no consumo de pasto, o que infere no aumento na taxa de lotação da pastagem, com incremento no ganho animal por unidade de área.

Os frutos de Carnaúba e Tucum podem ser considerados alimentos alternativos para inclusão em rações de ruminantes em áreas de abundância dessas palmeiras, no entanto, fazem-se necessárias pesquisas quanto a diferentes níveis de inclusão em dietas ou suplementação a pasto, visando determinar proporção e taxa de lotação adequada em pastagens, além da viabilidade econômica do uso dos frutos quanto à margem de lucro final associada aos custos operacionais do sistema e de mercado (insumos e carcaças).

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO E REFERENCIAL

- ADAMI, P.F. et al. Comportamento ingestivo, consumo de forragem e desempenho de cabritas alimentadas com diferentes níveis de suplementação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.2, p.220-227, 2013.
- AGUIAR, J.P.L. et al. Aspectos nutritivos de alguns frutos da Amazônia. **Acta Amazônica**, v.10, n.23, p.755-758, 1980.
- ALBIERO, D. et al. Proposta de uma máquina para colheita mecanizada de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.) para a agricultura familiar. **Acta Amazonica**, v.37, n.3, p.337-346, 2007.
- ALBUQUERQUE, U.P.; ANDRADE, L.H.C. Conhecimento botânico tradicional e conservação em uma área de caatinga no Estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil). **Acta Botanica Brasílica**, v.16, n.3, p.273-285, 2002.
- ALENCAR, C.A.B. et al. Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para uso e manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, supl. especial, p.98-108, 2009.
- ALVES, M.O.; COELHO, J.D. **Extrativismo da carnaúba**: relações de produção, tecnologia e mercados. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2008. 214p. (Serie Documentos do ETENE, 20).
- ANDRADE-MONTEMAYOR, H.M. et al. Alternative foods for small ruminants in semiarid zones, the case of mesquite (*Prosopis laevigata* spp.) and Nopal (*Opuntia* spp.). **Small Ruminant Research**, v.98, n.3, p.83-92, 2011.
- AYRES, M.C.C. et al. Atividade antibacteriana de plantas úteis e constituintes químicos da raiz de *Copernicia prunifera*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.1, n.18, p.90-97, 2008.
- BARBOSA, F. et al. Cooperativa Carnaúba Viva: preservação e valorização da caatinga para o desenvolvimento sustentável do semiárido brasileiro. **Sociedade e Território**, v.21, n.1, p 68-80, 2009. (Edição Especial)
- BATISTA, N.L. et al. Caprinovinocultura no semiárido brasileiro - fatores limitantes e ações de mitigação. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.11, n.2, p.1-9, 2015.

BOSA, R. et al. Consumo e digestibilidade aparente de dietas com diferentes níveis de inclusão de torta de coco para alimentação de ovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.34, n.1, p.57-62, 2012.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste especialmente do Ceará**. Mossoró: Fundação Guimarães Duque, 2001. 46p. (Coleção Mossoroense, Série C., v.1 04).

CARVALHO, P.C.F. et al. Avanços metodológicos na determinação do consumo de ruminantes em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.15, p.151-170, 2007

BREMM, C. et al. Efeito de níveis de suplementação sobre o comportamento ingestivo de bezerras em pastagem de aveia (*Avena strigosa* Schreb.) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.387-397, 2005.

CLEMENT, C.R.; MORA URPI, J. The pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K., Arecaceae): multi-use potential for the lowland humid tropics. **Journal of Economic Botany**, v.41, n.2, p.302-311, 1987.

CORDÃO, M.A. et al. Efeito da suplementação com Blocos Multinutricionais sobre o desempenho e características de carcaça de ovinos e caprinos na Caatinga. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.6, p.1762-1770, 2014.

CREPALDI, I.C. et al. Composição nutricional do fruto de licuri (*Syagrus coronata* Martius). **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, n.2, p.155-159, 2001.

DEVENDRA, C.; LEWIS, D. The interaction between dietary lipids and fiber in the sheep. **Animal Production**, v.59, n.6, p.67, 1974

DOVE, H. Principles of Supplementary Feeding in Sheep-grazing Systems. In: DOVE, H. **Sheep nutrition**. Canberra: CSIRO Plant Industry, 2002. p.119-142.

YUMI, A.Y.S. et al. Ethnobotany of Natural Fibres - *Bactris setosa* (tucum) in a Traditional Rural Community. **FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe**, v.20, n.2, p.18-20, 2012.

FERDOUS, M.R. et al. Effect of different levels of concentrate supplementation on the performance of Black Bengal goat. **Bangladesh Journal of Animal Science**, v.40, n.1-2, p.14-21, 2012.

FERNANDES JUNIOR, G.A. et al. Genotype effect on carcass and meat quality of lambs finished in irrigated pastures in the semiarid Northeastern Brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.4, p.1208-1216, 2013.

FERNANDES, H.B. et al. Geographic distribution of palms. **Acta Horticulturae**, v.360, n.12, p.63-69, 1995.

FERREIRA, S.A.N. et al. Extração, embebição e germinação de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*). **Acta Amazônica**. v.2, n.36, p141-146, 2009.

GARCEZ, B.S. et al. Degradabilidade ruminal in situ de frutos de carnaúba e tucum e da torta de babaçu. In: X CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2015, Teresina (PI). **Anais...** Teresina: CNPA, 2015. p.124-126.

GOMES, J. A. F. et al. Resíduo agroindustrial da carnaúba como fonte de volumoso para a terminação de ovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n 1, p. 58-67. 2009.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. **Palms of the Americas**. Princeton University Press, New Jersey. 1995, p. 352.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **PAS - Pesquisa Anual de Serviços**, 2015.

JOHNSON, C.L. et al. Effect of feeding system on meat goat growth performance and carcass traits. **Sheep & Goat Research Journal**, v.25, n.11, p.78-82, 2010.

KAWAS, J.R. et al. Strategic nutrient supplementation of free-ranging goats. **Small Ruminant Research**, v.89, n.6, p.234-243, 2010.

LIMA, A.L.; SOARES, J.J. Aspectos florísticos e ecológicos das palmeiras (*Aracaceae*) da reserva biológica de Duas Bocas, Cariacica e Espírito Santo. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v.16, n.1, p.5-20, 2003.

LIMA, L.M. et al. Risk Presented by *Copernicia prunifera* Palm Trees in the *Rhodnius nasutus* Distribution in a Chagas Disease-endemic Area of the Brazilian Northeast. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v.79, n.5, p.750-754, 2008.

LORENZI, H.; NOBLICK, L.; KAHN, F.; FERREIRA, E. **Flora brasileira: Arecaceae** (palmeiras). Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2010. 368p.

LORENZZI, H.; SOUZA, H.M.; MEDEIROS-COSTA, J.T. **Palmeiras do Brasil: Nativas e exóticas**. Nova Odessa: Plantarum, 1996. 303p.

MENDÉZ, M.R. **Mezclas de forrajes**: uso de la diversidad forrajera tropical em sistemas agroforestales. In: FAO, Agroforestería para la producción animal en América Latina, Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1999. p.201-231.

MONTEIRO, E.A.; FISCH, S.T.V. Estrutura e padrão espacial das populações de *Bactris setosa* Mart e *B. hatschbachii* Noblick ex A. Hend (*Arecaceae*) em um gradiente altitudinal, Ubatuba (SP). **Biota Neotropica**, v.5, n.2, p.15-21, 2005.

NOGUEIRA D.H. et al. **Produção de geleia à base de frutos de carnaúba**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009, 7p. (Comunicado Técnico. 143).

NUNES, H. et al. Alimentos alternativos na dieta dos ovinos: Uma revisão. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.15, n.4, p.147-158, 2007.

PARDO, R.M.P. et al. Comportamento ingestivo diurno de novilhos em pastejo submetidos a níveis crescentes de suplementação energética. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1408-1418, 2003.

PIAZZETTA, H.V.L. et al. Comportamento ingestivo de cordeiros em terminação a pasto. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.31, n.3, p.227-234, 2009.

POMPEU, R.C.F.F. et al. Desempenho de ovinos em capim-Tanzânia sob lotação rotativa com quatro proporções de suplementação concentrada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.5, p.1104-1111, 2009.

POPPI, D.P.; McLENANN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v.73, n.1, p.278-290, 2008.

REIS, R.A. et al. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.147-159, 2009 (supl. especial).

RODRIGUES, L. et al. Disponibilidade e composição química do capim-Tanzânia, pastejado por caprinos. **Veterinária e Zootecnia**, v.17, n.4, p.585-595, 2010.

- RODRIGUES, L.C. et al. Conhecimento e uso da carnaúba e da algaroba em comunidades do Sertão do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. **Revista Árvore**, v.37 n.3, p.451-457, 2013.
- RUFINO, M.O.A. et al. Goat milk production and quality on Tanzania-grass pastures, with supplementation. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.34, n.4, p.417-423, 2012.
- RUFINO, M.U.L. et al. Conhecimento e uso do ouricuri (*Syagrus coronata*) e do babaçu (*Orbignya phalerata*) em Buíque, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.22, n.4, p.1141-1149, 2008.
- SILVA, A.M. et al. Post-partum reproductive activity and estrus synchronization responsiveness in Anglonubian x SPRD fed with dried carnauba wax palm fruit (*Copernicia prunifera*) long term. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.4, p.2619-2632, 2015.
- SILVA, F.F. et al. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, supl. esp., p.371-389, 2009.
- SILVA, L. M.; FISCH, S. T. V. Utilização de palmeiras nativas da Floresta Atlântica pela comunidade do entorno do Parque Estadual da Serra do Mar, Ubatuba, SP. **Revista Biociências**, v.18, n. spe., p.77-85, 2012.
- SILVA, M.G. et al. Seed dispersal, plant recruitment and spatial distribution of *Bactris acanthocarpa* Martius (Arecaceae) in a remnant of Atlantic forest in northeast Brazil. **Acta Oecologica**, v.22, p.259-268, 2001.
- SILVA, D. B. **Frutas do cerrado**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 179p.
- SILVA-MARQUES, R.P. et al. Substituição do milho pela glicerina em suplementos múltiplos para novilhos Nelore em pastejo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.1, p. 497-508, 2015.
- SIQUEIRA, E.M.A. et al. Brazilian savanna fruits contain higher bioactive compounds content and higher antioxidant activity relative to the conventional red delicious apple. **PLoS ONE**, v.5, n.23, p.121-134, 2013.
- VOLTOLINI, T. V. et al. Metabolizable protein supply according to the NRC (2001) for dairy cows grazing Elephant grass. **Scientia Agricola**, v.65, n.2, p.130-138, 2008.

ZERVOUDAKIS, J. T. et al. Resíduos agroindustriais na suplementação de bovinos à pasto. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE, 7., 2011. Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2011. p. 237-313.

ANEXOS

1 Normas para publicação no periódico ANIMAL PRODUCTION SCIENCE

- **AUTHOR INSTRUCTIONS**

All manuscripts should be submitted via ScholarOne Manuscripts.

Publishing Policies

Animal Production Science insists on high standards of ethical behaviour throughout the publication process. Our journal editors work within the guidelines of the Committee on Publication Ethics (COPE) and International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE). Further information on our policies can be found at <http://www.publish.csiro.au/an/PublishingPolicies>.

Peer review

Animal Production Science is a peer-reviewed journal that uses a single-blind peer-review. The Editor-in-Chief is responsible to maintain high-quality peer-review of papers submitted to the journal and work together with Associate Editors to ensure a thorough and fair peer-review and the highest scientific publishing standards. All submissions undergo preliminary assessment by the Editor-in-Chief, who may reject a paper before peer review when it is outside the journal's scope or is of insufficient quality. Associate Editors select reviewers and after at least two review reports are received, they make the decision whether to accept/reject or send a manuscript for revision. The final decision is made by the Associate Editor.

Authorship

The conditions around authorship for Animal Production Science should follow the recommendations of the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), for more information see <http://www.publish.csiro.au/an/PublishingPolicies>.

Journal policy and scope

Research papers in Animal Production Science focus on improving livestock and food production, and on the social and economic issues that influence primary producers. The journal is predominantly concerned with domesticated animals (beef cattle, dairy cows, sheep, pigs,

goats and poultry); however, contributions on horses and wild animals may be published where relevant. Animal Production Science publishes original research papers, critical review articles, and viewpoints; it does not publish technical and research notes, or short communications.

High quality original contributions are encouraged on:

- animal breeding and genetics
- animal nutrition and reproduction
- livestock farming systems, sustainability and natural resource management
- meat science and consumer acceptability
- behaviour, health and welfare
- feed quality and nutritional value
- bio-pharmaceuticals derived from animals

The subject scope extends from the molecular level through to the role of animals in farming systems. The target readership is animal scientists, and administrators and policy-makers who interface with this discipline.

Review papers

Prestigious, invited reviews are commissioned from authors who are world leaders in the animal sciences. Reviews should summarise a body of knowledge and, from it, formulate ideas and recommendations which would be useful to international research community. If you are interested in preparing a Review article, please discuss the subject matter with the Editor-in-Chief or the appropriate Associate Editor.

Perspective

A perspective is a pithy (but balanced) opinion piece about current or future directions in animal science. A perspective can critically assess current scientific topics or report on future issues that may arise from the discipline. The intent is to stimulate discussion and possible rethinking of current views in the animal sciences. Perspectives that address interdisciplinary research areas with relevance to a broader audience are of particular interest to the Editors. The Perspective should be accompanied by an abstract and generally range from 1000 to 4000 words; tables and figures can be included.

Editorials

Editorials are usually commissioned. Editorials are opinion pieces which reflect on papers previously or currently published in *Animal Production Science*, or on issues of general interest to the animal sciences community. They should be written in a crisp, lively style. They should have a maximum of 800 words, and not more than 5 references.

Comment papers

A brief comment or critique on a paper recently published in *Animal Production Science*. No abstract required. Authors of the original paper will be invited to submit a response.

Licence to publish

Submission of a paper is taken to mean that the results reported have not been published and are not being considered for publication elsewhere. A summary of the findings in the proceedings of a conference or in an extension article is not necessarily regarded as prior publication. However, if substantial parts of the data, such as those in Tables and Figures, have been published before, the inclusion of extra peripheral data does not alter the judgment that the paper is not new. The Editor assumes that all authors of a multi-authored paper have agreed to its submission. For details regarding copyright, please see Copyright/Licence to Publish.

Open access

Authors may choose to publish their paper Open Access on payment of a publication fee. See Open Access for more details.

Citing personal communications and statistical software

Citation of submitted manuscripts, unpublished data and personal communications should be avoided but if essential, they should be cited parenthetically in the text thus (e.g. PA Smith, pers. comm.). In such cases, the authors must obtain permission from the data owner to quote his or her unpublished work. Likewise, any statistical software used to process your data should be cited in brackets in the text, providing the name and version of the package and the name, city, state and country of the company that produced it.

Animal experimentation

Experiments involving animals are expected to have been conducted in accordance with the guidelines set out in the joint publication of the National Health and Medical Research

Council of Australia, CSIRO and the Australian Agricultural Council entitled 'Code of Practice for the Care and Use of Animals for Experimental Purposes' (National Health and Medical Research Council: Canberra, 1997).

In reporting experiments on animals, authors should indicate whether institutional and national standards for the care and welfare of animals were followed and provide a statement within the manuscript regarding the use of appropriate measures to minimize pain or discomfort. Editors should ensure that peer reviewers consider ethical and welfare issues raised by the research they are reviewing, and to request additional information from authors where needed. In situations where there is doubt as to the adherence to appropriate procedures or approval by the relevant ethics committee, editors are required to reject these papers.

Preparing your manuscript

All authors should read at least one book on scientific writing. The titles of some suitable books are listed at the end of these notes. The work should be presented concisely and clearly in English. Introductory material, including a review of the literature, should not exceed that necessary to indicate the reason for the work and the essential background. However, a short statement explaining the broader relevance of the study can be helpful to readers. Sufficient experimental detail should be given to enable the work to be repeated, and the discussion should focus on the significance of the results. Poorly prepared or unnecessarily lengthy manuscripts have less prospect of being accepted. Authors should note the layout of headings, references, Tables and Figures in the latest issues of the Journal and follow the Journal style. Strict observance of these and the following requirements will shorten the interval between submission and publication.

- **Title**

The title should be concise and informative and contain all keywords necessary to facilitate retrieval by modern searching techniques. Additional keywords not already contained in the title or abstract may be listed beneath the abstract. A short title of less than 50 letter spaces, to be used as a running head at the top of the printed page, should be supplied. The title, author(s), address(es) and short title should comprise a separate title page.

- **Summary text for the Table of Contents**

This is a three-sentence paragraph of 50 to 80 words written for interested non-experts, such as journalists, teachers, government workers, etc. The text should be free from scientific

jargon, and written at the level of an article in a science magazine. Your first sentence should engage the reader, convincing them that this is an important area. The second sentence should introduce the problem addressed in the paper, and state your main discovery. The final sentence should describe how the results fit into the bigger picture (i.e. implications or impact of the discovery).

- **Abstract**

The abstract (preferably less than 250 words) should state concisely the scope of the work and the principal findings and should not just recapitulate the results. It should be complete enough for direct use by abstracting services. Acronyms and references should be avoided.

Please suggest 3-6 keywords, noting that all words in the title and abstract are already considered to be keywords. Keyword should list alternative spellings, e.g. defense for defence, aluminum for aluminium etc.

- **Conflicts of Interest**

A 'Conflicts of Interest' section should be included at the end of the manuscript. It should identify any financial or non-financial (political, personal, professional) interests/relationships that may be interpreted to have influenced the manuscript. If there is no conflict of interest, please include the statement "The authors declare no conflicts of interest".

- **References**

References are cited by the author and date (Harvard system); they are not numbered. All references in the text must be listed at the end of the paper, with the names of authors arranged alphabetically; all entries in this list must correspond to references in the text. In the text, the names of 2 co-authors are linked by 'and'; for 3 or more, the first author's name is followed by 'et al.'. Where more than one reference is cited in the text, they should be listed chronologically. No editorial responsibility can be taken for the accuracy of the references. The titles of papers and the first and last page numbers must be included for all references. Papers that have not been accepted for publication cannot be included in the list of references and must be cited in the text as 'unpublished data' or 'personal communication'; the use of such citations is discouraged. Authors should refer to the latest issues of the Journal for the style used in citing references in books and other literature. Full titles of periodicals must be given.

Examples of common references can be found in the '*Style guide for references*'.

- **Use of referencing software**

If using 'EndNote*' software, you can obtain the style file for this journal at <http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>.

*You will find the style file under the 'Agriculture' category, listed as Animal Production Science (continuing Australian Journal of Experimental Agriculture).

- **Units**

The SI system of units should be used for exact measurements of physical quantities and, where appropriate, elsewhere. The double solidus must not be used in complex groupings of units (i.e. use mg/sheep.day, not mg/sheep/day or mg sheep-1 day-1). This Journal uses the abbreviation 'L' for litre; 'mL' for millilitre. When using non-standard abbreviations, define the abbreviation where it first occurs in the text.

Spell out numbers lower than 10 unless accompanied by a unit, e.g. 2 mm, 15 mm, two plants, 15 plants, but 2 out of 15 plants. Do not leave a space between a numeral and %, ‰ or °C.

- **Mathematical formulae**

Formulae should be carefully typed with symbols correctly aligned and adequately spaced. If special symbols must be hand-written, they should be inserted with care and identified by pencilled notes in the margin. Judicious use should be made of the solidus to avoid 2 mathematical expressions wherever possible and especially in the running text. Each long formula should be displayed on a separate line with at least 1 line of space above and below.

- **Tables**

Tables must be numbered with Arabic numerals and each must be accompanied by a title. A headnote containing material relevant to the whole Table should start on a new line.

Tables should be arranged with regard to the dimensions of the Journal columns (8 by 21 cm), and the number of columns in the Table should be kept to a minimum. Excessive subdivision of column headings is undesirable and long headings should be avoided by the use of

explanatory notes which should be incorporated into the headnote. The first letter, only, of headings should be capitalised.

The symbol of unit of measurement should be placed in parentheses beneath the column heading. The prefixes for units should be chosen to avoid an excessive number of digits in the body of the Table or a scaling factor should be added to the heading. Footnotes should be kept to a minimum and be reserved for specific items in the columns.

Horizontal rules should be inserted only above and below column headings and at the foot of the Table. Vertical rules should not be used. Each Table must be referred to in the text, and the preferred position of the Table in the text should be indicated by a note in the margin.

Short tables can frequently be incorporated into the text as a sentence or as a brief untitled tabulation. Only in exceptional circumstances will the presentation of essentially the same data in both a Table and a Figure be permitted: where adequate, the Figure should be used.

- **Figures and computer graphics**

Lettering should be in sans-serif type (Helvetica or Arial type 1 font) with the first letter of the first word and proper names capitalised. The x-height after reduction should be 1.2-1.3 mm. Thus for the preferred reductions of graphs to 30, 40 or 50% of linear dimensions, the initial x-height of lettering should be 4, 3 or 2.5 mm respectively. Symbols and grid marks should be the same respective sizes, and curves and axes should then be either 0.8, 0.7 or 0.6 mm thick respectively. Proportionally smaller sizes of type, symbols, grid marks and curve thicknesses should be used for lesser reductions. The following symbols are readily available and should be used: The symbols + or × should be avoided. Explanations of symbols should be given in the caption to the figure, and lettering of graphs should be kept to a minimum. If information is given in a caption instead of a legend describe the lines and symbols in words (e.g. solid lines, dashed lines, dot-and-dash lines, open circles, solid circles, striped bars, cross-hatched bars and so forth).

- **Photographs**

Photographs must be of the highest quality, with a full range of tones and of good contrast. Before being mounted, photographs must be trimmed squarely to exclude features not relevant to the paper and be separated from neighbouring photographs by uniform spaces that will be 2 mm wide after reduction. Lettering should be in a transfer lettering sans-serif type

(Helvetica font) and contrast with its background; thus, white lettering should be used on dark backgrounds. The size of lettering should be such that the x-height after reduction is 1.5-12 mm. A scale bar must be inserted on each photomicrograph and electron micrograph. Important features to which attention has been drawn in the text should be indicated (i.e. by coded upper case letters and/or arrows). Colour photographs will be accepted if they are essential, but the cost of production must be borne by the author.

- **Statistical evaluation of results**

Manuscripts must contain a clear and concise description of the experimental design used; with sufficient detail such that, in the case where analysis of variance or regression models are to be used in the statistical evaluation, the reader is quite clear as to how the error term was estimated. The statistical tests should be briefly described and, if necessary, supported by references. Numbers of individuals, mean values and measures of variability should be stated. It should be made clear whether the standard deviation or the standard error has been given.

- **Nomenclature**

The nomenclature of compounds such as amino acids, carbohydrates, lipids, steroids and vitamins should follow the recommendations of the IUPAC-IUB Commission on Biochemical Nomenclature. Other biologically active compounds, such as metabolic inhibitors, plant growth regulators and buffers should be referred to once by their correct chemical name (which is in accordance with IUPAC Rules of Chemical Nomenclature) and then by their most widely accepted common name. For pesticides, the latest issue of 'Pesticides - Synonyms and Chemical Names' (Australian Government Publishing Service: Canberra) should be followed. Where there is no common name, trade names or letter abbreviations of the chemical may be used. The first letter of a trade name must be capitalised.

- **Submission of research manuscripts**

To submit your paper, please use our online journal management system ScholarOne Manuscripts, which can be reached directly through this link or from the link on the journal's homepage. If a first-time user, register via the 'Register here' link, or use your existing username and password to log in. Then click on the 'Author Centre' link and proceed.

A covering letter must accompany the submission and should include the name, address, fax and telephone numbers, and email address of the corresponding author. The letter should also

contain a statement justifying why the work should be considered for publication in the journal, and that the manuscript has not been published or simultaneously submitted for publication elsewhere. Suggestions of possible referees are welcome.

- **Post acceptance of manuscript**

When asked to submit production files, please provide the Production Editor with the original figure files separately from the manuscript, and in highest resolution.

Ensure that figures are in their original file format (i.e. Photoshop, Adobe Illustrator, Excel, CorelDraw, SigmaPlot, etc.) rather than embedded in a Word document or converted to a derived format. However, if your figures are in a format that we do not accept, high-quality high-resolution PostScript or PDF files are acceptable. Sending files in more than one format is fine; we will use the format that will reproduce the best.

Scanned photographs must be saved as .tif files; all supplied .tif files must be compatible with Adobe Photoshop, which is the preferred program. If figures are prepared in a 'paint' program, line art should be saved at 600 dpi, and greyscale or colour images should be saved at 300 dpi. Electronic photographic work should be submitted at the intended print size (85 mm wide for one column and up to a page width of 175 mm) (on CD-ROM if necessary). These will be returned after use if requested at the time of submission.

Colour photographs will be accepted if they are essential but the cost of colour reproduction on the printed copy must be borne by the author. The Production Editor will provide an estimate of the cost with the page proofs. Colour figures must be supplied in CMYK, not RGB, format.

- **Proofs and Reprints**

Approximately two weeks after the paper is accepted, the corresponding author will receive an edited MSWord document that has undergone formatting and copyediting. Questions from the Production Editor should be answered. Minor corrections can be made at this stage. The paper is then typeset, and page proofs sent to the corresponding author for checking prior to publication. At this stage only essential alterations and correction of typesetting errors may be undertaken. Excessive author alterations will be charged back to the author. Reprint order forms and prices are sent with the proofs and should be returned to the Production Editor with the proofs.

Upon publication, corresponding authors will be sent a free PDF of the paper. You may send copies of this PDF to individual colleagues for non-commercial purposes, print out and distribute copies to colleagues, or include the PDF in a course pack, subject to the usual copyright licensing agency arrangements.

We would also like to send your colleagues an alert to its publication + PDF. Our objectives for such action are to acknowledge authors, and stimulate the use and citations of the paper. This offer will be activated if you send a list of email addresses (i.e. up to 20 colleagues) to the Production Editor. This list will not be used for any other purpose other than to promote your research.

Style guide for references

- **Journal article**

Hubick KT, Farquhar GD, Shorter R (1986) Correlation between water-use efficiency and carbon isotope discrimination in diverse peanut (*Arachis*) germplasm. *Australian Journal of Plant Physiology* 13, 803-816.

Wagner TE (1985) The role of gene transfer in animal agriculture and biotechnology. *Canadian Journal of Animal Science* 65, 539-552.

Lodge GM, Murphy SR, Harden S (2003a) Effects of grazing and management on herbage mass, persistence, animal production and soil water content of native pastures. 1. A redgrass-wallaby grass pasture, Barraba, North-West Slopes New South Wales. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 43, 875-890.

Lodge GM, Murphy SR, Harden S (2003b) Effects of grazing and management on herbage mass, persistence, animal production and soil water content of native pastures. 2. A mixed native pasture, Manilla, North-West Slopes New South Wales. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 43, 891-905.

- **Book chapter**

Blackmore DJ (1996) Are rural land practices a threat to the environment? In 'Soil science - raising the profile'. (Ed. N Uren) pp. 22-30. (ASSSI and NZSSS: Melbourne)

Wolanski E, Mazda Y, Ridd P (1992) Mangrove hydrodynamics. In 'Tropical mangrove ecosystems'. (Eds AI Robertson, DM Alongi) pp. 43-62. (American Geophysical Union: Washington DC)

- **Book**

Lucas GB (1963) 'Diseases of tobacco.' (University of North Carolina: Raleigh, NC)

Attiwill PM, Adams MA (Eds) (1996) 'Nutrition of eucalypts.' (CSIRO Publishing: Melbourne)

Hogan B, Beddington R, Constantine F, Lacy E (Eds) (1994) 'Manipulating the mouse embryo - a laboratory manual (2nd edn).' (Cold Spring Harbor Laboratory Press: Cold Spring Harbor, NY)

- **Thesis**

Silver MW (1970) 'An experimental approach to the taxonomy of the genus *Enteromorpha* (L.) Link.' PhD thesis, University of Liverpool, UK.

Harrison AJ (1961) 'Annual reproductive cycles in the Tasmanian scallop *Notovola meridionalis*.' BSc (Hons) thesis, The University of Tasmania, Australia.

- **Report or Bulletin**

Lea HW (1957) Report on a visit to the USA and Canada, April 1 to October 2, 1957. NSW Department of Agriculture, Orange, NSW.

Chippendale GM, Wolf L (1981) The natural distribution of *Eucalyptus* in Australia. Australian National Parks and Wildlife Service, Special Publication No. 6, Canberra.

Australian Bureau of Statistics (2000) Australian Demographic Statistics, March Quarter 2000. Cat. No. 3101.0 (ABS: Canberra)

Commonwealth of Australia (1999) National Greenhouse Response Strategy. (AGPS: Canberra)

- **Conference Proceedings**

Hayman PT, Collett IJ (1996) Estimating soil water: to kick, to stick, to core or computer? In 'Proceedings of the 8th Australian agronomy conference'. (Ed. M Asghar) p. 664. (The Australian Society of Agronomy Inc.: Toowoomba, Qld)

Kawasu T, Doi K, Ohta T, Shinohara Y, Ito K (1990) Transformation of eucalypts (*Eucalyptus saligna*) using electroporation. In 'Proceedings of the VIIth international congress on plant tissue and cell culture'. pp. 64-68. (Amsterdam IAPTC: Amsterdam)

Simpson RJ, Bond WJ, Cresswell HP, Paydar Z, Clark SG, Moore AD, Alcock DJ, Donnelly JR, Freer M, Keating BA, Huth NI, Snow VO (1998) A strategic assessment of sustainability of grazed pasture systems in terms of their water balance. In 'Proceedings of the 9th Australian agronomy conference'. (Eds DL Michalk, JE Pratley) pp. 239-242. (The Australian Agronomy Society Inc.: Melbourne)

- **Online sources**

Give the author, year and title and then give further information as for a chapter or journal article, but adding the essential on-line address URL and the date the information was posted or accessed (or when the address was last verified).

De Vries FP, Jansen M, Metslaar K (1995) Newsletter of agro-ecosystems modelling [Online]. November edition. Available by e-mail Listserv (camase-1@hern.nic.surfnet.nl) or Web link to gopher archives (<http://www.bib.wau.nl/camase/cam-news.html>) (verified 1 November 1996)

Downing MD, Langseth R, Stoffel R, Kroll T (1996) Large-scale hybrid poplar production economics: 1995 Alexandria Minnesota, establishment cost and management [Online]. In: 'Bioenergy 1996'. Proceedings of the 7th national bioenergy conference in Nashville, TN. 15-20 September, 1996. Available at <http://www.esd.ornl.gov/bfdp/papers/bioen96/downing.html>. (posted 10 December 1996; verified 24 November 1998)

National Agricultural Statistics Service (1997) Crops country salinity data [Online]. Available at: <http://usda.mannlib.cornell.edu/data-sets/crops/9X100> (verified 30 November 1998)

University of California (1996) Tomato pest management guidelines. University of California Pest Management Guidelines, Publication 154. [Online] (Available on-line with updates at <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/selectnewpest.tomatoes.html>) (verified 30 November 1998)