



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA – PPGZ**

**PALMA FORRAGEIRA NA ALIMENTAÇÃO DE CABRAS  
LEITEIRAS**

**THALITA POLYANA MONTEIRO ARAÚJO**

Recife - PE  
2020

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA – PPGZ**

**PALMA FORRAGEIRA NA ALIMENTAÇÃO DE CABRAS  
LEITEIRAS**

**THALITA POLYANA MONTEIRO ARAÚJO**  
Zootecnista

Recife - PE  
2020

THALITA POLYANA MONTEIRO ARAÚJO

**PALMA FORRAGEIRA NA ALIMENTAÇÃO DE CABRAS  
LEITEIRAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição e produção de ruminantes.

**Comitê de orientação:**

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho – orientadora

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira – co-orientador

Prof. Dr. João Paulo Ismério Monnerat – co-orientador

Recife - PE  
2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- A663p Araújo, Thalita Polyana Monteiro  
Palmas forrageiras na alimentação de cabras leiteiras / Thalita Polyana Monteiro Araújo. - 2020.  
66 f. : il.
- Orientador: Francisco Fernando Ramos de Carvalho.  
Inclui referências.
- Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife, 2021.
1. cactácea. 2. leite de cabra. 3. sustentabilidade. 4. semiárido. I. Carvalho, Francisco Fernando Ramos de, orient.  
II. Título

CDD 636

---

THALITA POLYANA MONTEIRO ARAÚJO

**PALMAS FORRAGEIRAS NA ALIMENTAÇÃO DE CABRAS  
LEITEIRAS**

Recife, 13 de março de 2020

Comissão examinadora:

---

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
(Presidente)

---

Profa. Dra. Antônia Sherlânea Chaves Vêras  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE  
Departamento de Zootecnia

---

Profa. Dra. Luciana Felizardo Pereira Soares  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE  
Departamento de Zootecnia

---

Profa. Dra. Ana Maria Duarte Cabral  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE  
Unidade Acadêmica de Serra Talhada

---

Prof. Dr. Dorgival Moraes de Lima Junior  
Universidade Federal de Alagoas – UFAL  
Campus Arapiraca

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

THALITA POLYANA MONTEIRO ARAÚJO – Filha de Francisco Elionete Oliveira Araújo e Maria Lucineide Brasil Monteiro Araújo, nasceu em Itaú, Rio Grande do Norte, no dia 11 de novembro de 1987. Em 2007 iniciou graduação em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte -UFRN, finalizando o curso em 2011. Coursou o mestrado em Produção Animal pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte concluído em 2014. Atualmente é discente de doutorado da Universidade Federal Rural de Pernambuco, e iniciou a desenvolver pesquisa na área de Produção de Ruminantes, submetendo-se à defesa de tese para obtenção do título de doutora em Zootecnia em fevereiro de 2020, área de conhecimento em Zootecnia, com ênfase em nutrição e produção de ruminantes.

*O sucesso nasce do querer, da  
determinação e da persistência em se  
chegar a um objetivo.*

*José de Alencar*

## **DEDICO**

Aos meus pais, Francisco e Lucineide,  
pelo amor, incentivo, dedicação e todos  
os ensinamentos.

Ao meu irmão, Thalyson Araújo, pelo  
cuidado, amizade e todo apoio de sempre.

*Amo vocês!*



## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo Dom da vida, pela sabedoria, paciência e perseverança para buscar todos os meus objetivos.

Aos meus pais, Francisco Araújo e Lucineide Monteiro, que sempre buscaram dar suporte, estando sempre ao meu lado, amando, cuidando e incentivando; ao meu irmão, Thalyson Monteiro, por todo apoio e por sempre comemorar todas as minhas conquistas. Obrigada por toda paciência, por sufocarem a saudade e compreenderem a minha ausência.

A minha tia Vera Monteiro, por todo suporte e acolhimento e a minha prima Gislaine Monteiro por todo incentivo e apoio de sempre.

A meu Tio Janio, por todo suporte, apoio e incentivo, o senhor é um exemplo a ser seguido.

Aos meus tios e primos, pelo apoio e incentivo em todos os momentos.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Doutorado em Zootecnia, pela oportunidade de realização de mais uma etapa profissional.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Francisco Fernando Ramos de Carvalho, pelo exemplo de profissional e ser humano. Por toda paciência, compreensão, auxílio prestado e pela disponibilidade de ensinar.

À Professora Antonia Sherlânea Chaves Vêras, por ter me adotado como “Sherlanete”, pelo acolhimento, ensinamento e paciência.

Ao Professor Marcelo de Andrade Ferreira, pela preocupação, paciência e ensinamento.

À Professora Andreia Fernandes por todas as conversas e ensinamentos.

Aos professores do programa pelos ensinamentos, dedicação e motivações.

A seu Pedro, que foi meu braço direito, pela dedicação, prontidão na labuta diária, por segura a barra nos momentos de estresses.

Aos estagiários da graduação, Camila, Isadora, Joelline, Laiz, Larissa, Leticia, Lucas, Agni, Caio e Renan, por toda ajuda, apoio e risadas compartilhadas.

Aos estagiários do Codai, Darlen, Clecia, Mirela, Dani, Alice, Cintia, Clebinho, Nycauan, Thomas e Ruan, pela ajuda, disponibilidade e carinho.

Aos PNPd's, Michel Maciel, Luciana Neves, Erica Lopes e Kelly Cristina, por todo trabalho, apoio e ensinamento.

Aos colegas de curso, em especial aos “Chiquinhos e aos Sherlanetes”, por todo companheirismo. Assim como aos amigos que foram fundamentais desenvolvimento do trabalho Rodrigo Andrade, Maria Gabriela, João Vitor, Marina de Paula, Jasiel Moraes, Ari Cruz, Luiz Wilker, Leonardo Barros, Juliana Ferreira, Michele Siqueira, Elayne Soares, Maikon Lemos, Pedro Moussinho, Aurielle Medeiros, Jonas Inácio, Julyana Sena e Levi Auto.

À “Galera do Bem”, Rayane Gomes, Ana Barros, Talita Almeida, Suellen Maria e Daurivane Souza, por todo apoio, brincadeiras e por serem minha primeira família da Rural.

Aos amigos que ganhei para vida, Helen Barbosa, Laiz Souza, Elayne Soares, Katariny Lima e Erik Oliveira, por toda alegria, tristeza e estresses compartilhados, espero podermos compartilhar muitas histórias.

Aos meus amigos pessoais, por compreenderem minha ausência e meus estresses.

A todos aqueles que, de forma direta ou indireta, me auxiliaram e contribuíram para a conclusão dessa etapa profissional.

Muito obrigada!

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>12</b>
<b>RESUMO GERAL .....</b>	<b>14</b>
Abstract.....	16
<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>20</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>21</b>
Abstract.....	22
<b>Introdução.....</b>	<b>23</b>
<b>Material e Métodos .....</b>	<b>24</b>
Local do experimento .....	24
Animais, dietas e delineamento experimental .....	24
Amostragem e Análise laboratoriais.....	25
Análise estatística .....	29
<b>Resultados .....</b>	<b>30</b>
Consumo e digestibilidade dos nutrientes .....	30
Produção de leite.....	31
Consumo de água.....	31
Comportamento Ingestivo .....	31
Balanço de nitrogênio e Síntese de proteína microbiana.....	32
<b>Discussão .....</b>	<b>39</b>
Consumo e digestibilidade dos nutrientes .....	39
Produção de leite.....	40
Consumo de água.....	40

Comportamento Ingestivo .....	41
Balanço de nitrogênio e Síntese de proteína microbiana.....	42
<b>Conclusões.....</b>	<b>43</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>44</b>
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>47</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>48</b>
<i>Abstract</i> .....	49
<b>Introdução.....</b>	<b>50</b>
<b>Material e Métodos .....</b>	<b>51</b>
Local do experimento .....	51
Animais, dietas e delineamento experimental .....	51
Análise da composição do leite .....	53
Processamento do queijo coalho e Avaliação do rendimento .....	54
Análises físico química do queijo coalho .....	55
Avaliação microbiológica.....	55
Análise sensorial.....	55
Análise estatística .....	56
<b>Resultados .....</b>	<b>56</b>
<b>Discussão .....</b>	<b>60</b>
<b>Conclusão.....</b>	<b>62</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>63</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>65</b>

## LISTA DE TABELAS

### **CAPITULO I - Substituição da palma *Nopalea* pela palma *Opuntia* na alimentação de cabras leiteiras**

<b>Tabela 1.</b> Composição química dos ingredientes das dietas experimentais .....	28
<b>Tabela 2.</b> Proporção dos ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais.....	29
<b>Tabela 3.</b> Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes por cabras Saanen alimentadas com Palma Forrageira.....	33
<b>Tabela 4.</b> Produção do leite de cabras Saanen alimentadas com Palma Forrageira.....	34
<b>Tabela 5.</b> Consumo de água de cabras Saanen alimentadas com dieta a base Palmas Forrageiras .....	35
<b>Tabela 6.</b> Comportamento Ingestivo de cabras Saanen alimentadas com Palma Forrageira.....	36
<b>Tabela 7.</b> Balanço de compostos nitrogenados e excreções de Nitrogênio em cabras Saanen alimentadas com Palma Forrageira. ....	37
<b>Tabela 8.</b> Volume urinário, excreções de derivados de purina, produção de proteína microbiana e eficiência microbiana em cabras Saanen alimentadas com Palma Forrageira.....	38

## **CAPITULO II - Palma forrageira na alimentação de cabras em lactação:**

### **Produção e qualidade do leite e do queijo coalho**

<b>Tabela 1.</b> Composição química dos ingredientes das dietas experimentais .....	52
<b>Tabela 2.</b> Proporção dos ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais.....	53
<b>Tabela 3.</b> Composição físico química do leite de cabras Saanen alimentadas com palma <i>Nopalia</i> em substituição a <i>Opuntia</i> .....	58
<b>Tabela 4.</b> Composição Físico química e rendimento do queijo coalho de leite de cabras Saanen alimentadas com palma <i>Nopalea</i> em substituição a <i>Opuntia</i> .....	59
<b>Tabela 5.</b> Avaliação sensorial do queijo coalho de leite de cabras Saanen alimentadas com palma <i>Opuntia</i> em substituição a <i>Nopalea</i> .....	60

## PALMA FORRAGEIRA NA ALIMENTAÇÃO DE CABRAS LEITEIRAS

### RESUMO GERAL

Objetivou-se avaliar o uso da palma e dos níveis de substituição da palma miúda (*Nopalea cochenilifera* Salm-Dyck) pela palma Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia strica* [Haw]. Haw) sobre consumo e digestibilidade dos nutrientes, comportamento ingestivo, consumo de água, síntese de proteína microbiana, produção e qualidade do leite e queijo coalho de cabras Saanen em lactação. Foram utilizadas 10 cabras da raça Saanen em lactação ( $50 \pm 10,09$  kg de peso corporal), divididas em primíparas e múltíparas, com médias de produção de leite de 3,5 kg/dia, distribuídas em um duplo quadrado latino 5 x 5. O período experimental teve duração de 95 dias divididos em cinco períodos de 19 dias cada, com os 14 primeiros para adaptação dos animais, seguidos de cinco dias para coleta de dados e amostras. As dietas experimentais foram compostas dos seguintes tratamentos: Controle (Base de feno de tifton e concentrado); 0; 11,5; 23,5 e 35% de palma *Opuntia* em substituição à *Nopalea*, na base da matéria seca. O consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT) não sofreram efeito ( $p > 0,05$ ) da substituição da palma *Nopalea* pela palma *Opuntia*, todavia, o consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (FDNcp) e carboidratos não fibrosos (CNF) foram afetados ( $p < 0,05$ ) pela substituição. A palma *Opuntia* proporcionou maior ( $p < 0,05$ ) digestibilidade da MS MO e CNF em relação ao tratamento controle e a dieta com 35% de palma *Nopalea*. As dietas com palma *Opuntia* e *Nopalea* aumentaram a produção de leite (3,294 e 3,440 Kg/dia) e produção de leite corrigida para gordura (3,5%) (3,018 e 2,729 kg/dia). O maior consumo de água via dieta ( $p < 0,05$ ) foi observado na dieta com 35% de palma *Nopalea* (7,324 kg/dia) e a *Opuntia* (5,921 kg/dia), conseqüentemente a maior ingestão de água de bebida foi observada na dieta controle (9,450 kg/dia). O tempo despedido para alimentação (TAL), ruminação (TRU) e mastigação total (TMT) foram inferiores ( $p < 0,05$ ) para os tratamentos com palma, de tal modo que o tempo de ócio (TO) foram superiores ( $p < 0,05$ ) para as dietas com *Nopalea* e *Opuntia*, além de proporcionar maiores ( $p < 0,05$ ) eficiência de alimentação (EAL), ruminação (MS e FDN) em relação a dieta sem palma. O balanço dos compostos nitrogenados e síntese de proteína microbiana não foram alterados ( $p > 0,05$ ) pelos tratamentos. Ocorreu variação nos teores de sólidos totais do leite, as dietas com *Nopalea* apresentaram menor teor (9,91) em relação à dieta controle (10,12). Os teores

de proteína, lactose e caseína sofreram efeito quadrático ( $p < 0,05$ ). Ocorreu variação na composição físico-química do queijo para os teores de gordura, proteína, pH e rendimento, as dietas com palma diminuíram os teores de gordura em relação a dieta controle cujos valores médios foram 20,21% (*Opuntia*), 21,30% (*Nopalea*) e 22,70% (controle). No entanto, os teores de proteína foram maiores para as dietas com palma *Opuntia* (20,82%) em relação à dieta controle (16,92%). A dieta controle promoveu maior rendimento do queijo em relação às dietas com palma. O queijo coalho de cabra alimentada com palma *Opuntia* de acordo com os escores para aparência, sabor, textura e avaliação global representaram uma boa aceitação pelos provadores. No teste de intenção de compra houve aceitação para os queijos coalho de leite de cabras Saanen alimentadas com palma *Opuntia* e *Nopalea*.

**Palavras-chave:** cactácea, *Dactylopius* sp., leite de cabra, sustentabilidade, semiárido



## ABSTRACT

The objective was to evaluate the use of the cactus and the replacement of the Miúda spineless cactus (*Nopalea cochenilifera* Salm-Dyck) with the Orelha de Elefante Mexicana spineless cactus (*Opuntia strica* [Haw]. Haw) on nutrients intake and digestibility, ingestive behavior, water intake, microbial protein synthesis, production and quality of milk and rennet cheese of the lactating Saanen goats. Ten lactating Saanen goats (50±10 kg body weight) were used, divided into primiparous and multiparous, with milk production averages of 3.5 kg/day, distributed in a 5 x 5 Latin double square. The experimental period lasted 95 days divided into five periods of 19 days each, with the first 14 for adaptation of the animals, followed by five days for data collection and samples. The experimental diets were composed of the following treatments: Control treatment (Tifton hay base and concentrate); 0; 11.5; 23.5 and 35% replacement levels of the *Nopalea* cactus by *Opuntia* cactus, based on dry matter. The dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (PB) and total digestible nutrients (NDT) intake did not suffer an effect ( $p > 0.05$ ) from the replacement of the *Nopalea* cactus by the *Opuntia* cactus, however, the intake of neutral detergent fiber corrected for ash and protein (NDFcp) and non-fibrous carbohydrates (CNF) were affected ( $p < 0.05$ ) by the substitution. The *Opuntia* cactus provided greater ( $p < 0.05$ ) digestibility of MS MO and CNF in relation to the control treatment and the diet with 35% *Nopalea* cactus. Diets with *Opuntia* and *Nopalea* cactus increased milk production (3.294 and 3.440 kg/day) and fat-corrected milk production (3.5%) (3.018 and 2.729 kg/day). The highest water intake from feed ( $p < 0.05$ ) was observed in 35% *Nopalea* cactus diet (7.324 kg/day) and *Opuntia* (5.921 kg/day), consequently the highest intake of drinking water was observed in the control diet (9.450 kg/day). The dismissed feeding time (FT), rumination time (RT) and total chewing (TC) were lower ( $p < 0.05$ ) for treatments with cactus, so that the idle time (IT) was higher ( $p < 0.05$ ) for diets with *Nopalea* and *Opuntia*, in addition to providing greater ( $p < 0.05$ ) feeding efficiency (FE), rumination (DM and NDF) compared to the diet without cactus. The nitrogen balance and microbial protein yield were not altered ( $p > 0.05$ ) due to the replacement of the *Nopalea* cactus by *Opuntia*. There was variation in the content of total milk solids, the diets with *Nopalea* showed lower content (9.91) compared to the control diet (10.12). The protein, lactose and casein contents underwent a quadratic effect ( $p < 0.05$ ). There was variation in the physical-chemical composition of the cheese for the levels of fat, protein, pH and

yield, the diets with cactus decreased the levels of fat concerning to the control diet whose average values were 20.21% (*Opuntia*), 21.30% (*Nopalea*) and 22.70% (control). However, protein contents were higher for diets with *Opuntia* cactus (20.82%) compared to the control diet (16.92%). The control diet promoted greater cheese yield compared to diets with cactus. Goat rennet cheese fed with *Opuntia* cactus according to the scores for appearance, flavor, texture and overall evaluation represented good acceptance by the tasters. In the purchase intention test there was acceptance for Saanen goats' milk rennet cheeses fed with *Opuntia* and *Nopalea* cactus.

**Keywords:** cactacea, *Dactylopius* sp., milk goat, sustainability, semiarid

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O setor de leiteiro, incluindo o de cabras leiteiras, apresenta um importante papel no cenário socioeconômico do agronegócio brasileiro, destacando-se em regiões semiáridas. Esta atividade é caracterizada pela agricultura familiar, sendo formada por pequenos agricultores, constituindo a principal fonte de renda. Contudo, existem inúmeras limitações, principalmente relacionadas a produção de alimentos, entaves atribuídos a características climáticas do Brasil.

Durante o período de baixa disponibilidade de forragem, a produção de leite é comprometida, assim, é comum a busca por alimentos alternativos que possam manter uma produção de leite eficiente, sejam alimentos concentrados e/ou volumosos, o que onera os custos da produção. Dessa forma, a obtenção de alimentos disponíveis e adaptadas as regiões, minimizam os riscos dos sistemas de produção.

Pesquisas visam identificar fontes de alimentos que possam suprir as exigências nutricionais do rebanho, e diminuir os custos, então alimentos alternativos devem ser determinados pela potencialidade de cada região que deverá determinar as opções alimentares mais adequadas para atender às necessidades dos animais e que sejam viáveis economicamente. Diante disso, a utilização de palma forrageira deixa de ser alternativa para a produção animal, destacando -se como uma atividade importante para a pecuária nordestina, por apresentar aspectos fisiológicos para se desenvolver nessas condições.

De um modo geral, as principais vantagens do uso da palma forrageira na alimentação animal estão a alta palatabilidade, digestibilidade e baixo teor de matéria seca, característica favorável, para suprir as necessidades hídricas via dieta, principalmente em regiões que a disponibilidade de água é limitada. Além de apresentar elevado teor de carboidratos não fibroso, conseqüentemente, o teor de fibra fisicamente efetiva é baixo para manter as condições ideais do rúmen, podendo interferir no desempenho animal; assim, recomenda -se a associação com outros volumosos com teor maior de fibra.

Dentre os gêneros adaptados as condições semiáridas e que se destacam na alimentação animal, os mais promissores são a *Opuntia stricta* [Haw]. Haw (palma orelha de elefante mexicana) e a *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck (palma miúda), ambas resistentes a Cochonilha do Carmim (*Dactylopius opuntiae*).

34 A palma *Opuntia* tem apresentado destaque pela sua superioridade agrônômica,  
35 sendo menos exigente em nutrientes, mais resistente aos períodos de escassez de chuvas  
36 e maior produtividade. No entanto, dados mostram uma menor aceitabilidade dessa  
37 variável, devido a presença de espinhos, o que afeta a palatabilidade e  
38 consequentemente reduz o consumo de matéria seca e o desempenho animal. A palma  
39 *Nopalea* apresenta características inversas em relação a resistência hídrica, sendo menos  
40 resistente à déficits hídricos mais severos, mas possui maior teor de matéria seca e alta  
41 palatabilidade.

42 Esta tese foi estruturada em dois capítulos que visam avaliar o desempenho de  
43 cabras em lactação alimentadas com palma forrageira.

44 No capítulo I, objetivou-se avaliar o uso da palma e dos níveis de substituição da  
45 palma miúda (*Nopalea cochenilifera* Salm-Dyck) pela palma Orelha de Elefante  
46 Mexicana (*Opuntia strica* [Haw]. Haw) sobre consumo e digestibilidade dos nutrientes,  
47 produção de leite, comportamento ingestivo, consumo de água e síntese de proteína  
48 microbiana de cabras Saanen em lactação.

49 No capítulo II, objetivou-se avaliar o uso da palma e dos níveis de substituição  
50 da palma miúda (*Nopalea cochenilifera* Salm-Dyck) pela palma Orelha de Elefante  
51 Mexicana (*Opuntia strica* Haw) sobre a qualidade do leite e queijo coalho de cabras  
52 Saanen.

53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68

## CAPÍTULO I

---

**Substituição da palma *Nopalea* pela palma *Opuntia* na alimentação de cabras leiteiras**

69  
70

71                   **SUBSTITUIÇÃO DA PALMA *NOPALEA* PELA PALMA *OPUNTIA* NA**  
72                   **ALIMENTAÇÃO DE CABRAS LEITEIRAS**

**RESUMO**

73    A palma forrageira tem sido utilizada como um importante recurso alimentar na  
74    nutrição de ruminantes em regiões áridas e semiáridas, principalmente, como fonte de  
75    energia e água. Neste sentido, objetivou-se avaliar o uso da palma e a substituição da  
76    palma Miúda (*Nopalea cochenilifera* Salm-Dyck) pela palma Orelha de Elefante  
77    Mexicana (OEM; *Opuntia strica* [Haw]. Haw) sobre consumo e digestibilidade dos  
78    nutrientes, produção de leite, comportamento ingestivo, consumo de água, balanço de  
79    nitrogênio e síntese de proteína microbiana de cabras Saanen em lactação. Foram  
80    utilizadas 10 cabras da raça Saanen em lactação ( $50\pm 10,09$  kg de peso corporal),  
81    divididas em primíparas e múltiparas, com médias de produção de leite de 3,5 kg/dia,  
82    distribuídas em um duplo quadrado latino 5 x 5. O período experimental teve duração  
83    de 95 dias divididos em cinco períodos de 19 dias cada (14 dias para adaptação,  
84    seguidos de cinco dias para coleta de dados e amostras). As dietas experimentais foram  
85    compostas dos seguintes tratamentos: Controle (feno de tifton e concentrado); 0; 11,5;  
86    23,5 e 35% de substituição da palma Miúda pela palma OEM. O consumo de matéria  
87    seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais  
88    (NDT) não sofreram efeito ( $p>0,05$ ) da substituição da palma *Nopalea* pela palma  
89    *Opuntia*, todavia, o consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinza e  
90    proteína (FDNcp) e carboidratos não fibrosos (CNF) foram afetados ( $p<0,05$ ) pela  
91    substituição. A palma *Opuntia* proporcionou maior ( $p<0,05$ ) digestibilidade da MS  
92    (727, 67 g/kg), MO (738, 91 g/kg) e CNF (899,47 g/kg) em relação ao tratamento  
93    controle e a dieta com 35% de palma *Nopalea* (697,42; 719,25 e 872,88 g/kg para MS,  
94    MO e CNF, respectivamente). As dietas com palma *Opuntia* e *Nopalea* aumentaram a  
95    produção de leite (3,294 e 3,440 Kg/dia) e produção de leite corrigida para gordura  
96    (3,5%) (3,018 e 2,729 kg/dia). O maior consumo de água via dieta ( $p<0,05$ ) foi  
97    observado na dieta com 35% de palma *Nopalea* (7,324 kg/dia) seguido da *Opuntia*  
98    (5,921 kg/dia), conseqüentemente a maior ingestão de água de bebida foi observada na  
99    dieta controle (9,450 kg/dia). O tempo despedido para alimentação (TAL), ruminação  
100    (TRU) e mastigação total (TMT) foram inferiores ( $p<0,05$ ) para os tratamentos com  
101    palma, de tal modo que o tempo de ócio (TO) foram superiores ( $p<0,05$ ) para as dietas  
102    com *Nopalea* e *Opuntia*, além de proporcionar maiores ( $p<0,05$ ) eficiência de  
103    alimentação (EAL), ruminação (MS e FDN) em relação a dieta sem palma. O balanço  
104    dos compostos nitrogenados e síntese de proteína microbiana não foram alterados  
105    ( $p>0,05$ ) em função da substituição da palma *Nopalea* pela *Opuntia*. Conclui-se que  
106    tanto a palma *Nopalea* quanto *Opuntia* garantem maior aporte de energético, além de  
107    promover aumento na digestibilidade dos nutrientes e aporte de água, assim recomenda-  
108    se o uso na alimentação de cabras em lactação sem comprometer o seu desempenho  
109    produtivo.

110

111    **Palavras-chave:** cactácea, *Dactylopius* sp, pegada hídrica, sustentabilidade

112

113

114

115 **ABSTRAT**

116 Spineless cactus has been used as an important food resource for ruminants nutrition,  
117 mainly as an energy and water source. The objective was to evaluate the use of the  
118 spineless cactus and the replacement levels of the Miúda spineless cactus (*Nopalea*  
119 *cochenilifera* Salm-Dyck) by the Orelha de Elefante Mexicana spineless cactus (OEM,  
120 *Opuntia strica* [Haw]. Haw) on nutrients intake and digestibility, milk production,  
121 ingestion behavior, water intake and microbial protein yield of lactating Saanen goats.  
122 Ten lactating Saanen goats (50±10.09 kg body weight) were used, divided into  
123 primiparous and multiparous group, with milk production averages of 3.5 kg/day,  
124 distributed in a 5 x 5 Latin double square. The experimental period lasted 95 days  
125 divided into five periods of 19 days each, with the first 14 for adaptation of the animals,  
126 followed by five days for data collection and samples. The treatments were: Control  
127 (Tifton hay base and concentrate); 0; 11.5; 23.5 and 35% replacement levels of *Nopalea*  
128 by *Opuntia* cactus, based on dry matter. The dry matter (DM), organic matter (OM),  
129 crude protein (PB) and total digestible nutrients (NDT) intake did not have effect ( $p >$   
130 0.05) from the replacement of the *Nopalea* cactus by the *Opuntia*, however, the intake  
131 of the neutral detergent fiber corrected for ash and protein (NDFcp) and non-fibrous  
132 carbohydrates (CNF) were affected ( $p < 0.05$ ) by the substitution. The *Opuntia* cactus  
133 provided greater ( $p < 0.05$ ) digestibility of DM (727, 67 g/kg), OM (738, 91 g / kg) and  
134 CNF (899.47 g / kg) compared to the control treatment and the diet with 35% *Nopalea*  
135 cactus (697.42; 719.25 and 872.88 g/kg for DM, MO and CNF, respectively). Diets with  
136 *Opuntia* and *Nopalea* cactus increased milk production (3.294 and 3.440 kg/day) and  
137 fat-corrected milk production (3.5%) (3.018 and 2.729 kg/day). The highest water  
138 intake from diet ( $p < 0.05$ ) was observed with 35% *Nopalea* cactus (7.324 kg/day) and  
139 *Opuntia* (5.921 kg/day), consequently the highest drinking water intake was observed in  
140 the control diet (9.450 kg/day). The dismissed feeding time (FT), rumination time (RT)  
141 and total chewing (TC) were lower ( $p < 0.05$ ) for animals receiving diets with cactus, so  
142 that the idle time (IT) was higher ( $p < 0.05$ ) with *Nopalea* and *Opuntia*, in addition to  
143 providing greater ( $p < 0.05$ ) feeding efficiency (FE), rumination (DM and NDF)  
144 compared to the diet without cactus. The balance of nitrogen compounds and microbial  
145 protein synthesis were not altered ( $p > 0.05$ ) due to the replacement of the *Nopalea*  
146 cactus by *Opuntia*. It is concluded that both the *Nopalea* and *Opuntia* cactus ensure  
147 greater energy supply, in addition to promoting an increase in the digestibility of  
148 nutrients and water supply, so it is recommended to use in feeding lactating goats  
149 without compromising their productive performance.

150 **Keywords:** cactus, *Dactylopius* sp, sustainability, water footprint

151  
152  
153  
154  
155  
156  
157  
158  
159  
160  
161

## 162 **Introdução**

163 A caprinocultura mundial corresponde a mais de 1 bilhão de cabeças  
164 (FAOSTAT, 2019), apresentando aumento no efetivo de rebanho em todo o mundo. No  
165 Brasil, os caprinos, em sua quase totalidade (92,8% do rebanho nacional) são criados na  
166 região nordeste do país (IBGE, 2020), aonde predomina o clima semiárido. A produção  
167 de cabras leiteiras pode ser uma atividade economicamente viável para a região,  
168 contudo, geralmente a alimentação do rebanho é baseada no uso de forragens cultivadas  
169 e na vegetação nativa, por isso, ainda tem sido associada à baixa produtividade, sendo  
170 bastante vulnerável às variações climáticas.

171 No semiárido brasileiro a palma forrageira tem sido usada como um importante  
172 recurso alimentar para alimentação de ruminantes (Costa et al., 2009; Monteiro et al.,  
173 2014; Barros et al., 2017; Cardoso et al., 2019; Rocha Filho et al., 2021). Dentre as suas  
174 características nutricionais, destaca-se como uma excelente fonte de energia,  
175 carboidratos não fibrosos, nutrientes digestíveis totais e água, sendo esta última  
176 característica altamente relevante em condições de escassez hídrica. Além disso,  
177 destaca-se também a boa aceitabilidade pelos animais.

178 Nessa região, os principais gêneros cultivados são *Opuntia* and *Nopalea*, com  
179 ênfase na *Opuntia ficus-indica* (genótipos gigante, redonda e clone IPA-20) e *Nopalea*  
180 *cochenillifera* (genótipo miúda) (Edvan et al., 2020). Contudo, milhares de hectares têm  
181 sido dizimados pela infestação da cochonilha do carmim (*Dactylopius* sp.). Os insetos  
182 instalam-se nas raquetes de palma, formam colônias que se alimentam da seiva da  
183 planta e injetam toxinas, podendo causar clorose, enfraquecimento e queda prematura  
184 de cladódios. Encontrar variedades de palmas resistentes é a melhor estratégia para  
185 controlar essa praga, pois pode dispensar o uso de produtos químicos que poluem o  
186 meio ambiente, além de garantir o fornecimento de alimento e reduzir as perdas  
187 causadas pela infestação, contribuindo para a sustentabilidade do sistema de produção.

188 Pesquisas apontam que dentre os genótipos resistentes à cochonilha do carmim,  
189 destacam-se o gênero miúda (*Nopalea*) e Orelha de elefante mexicana (OEM; *Opuntia*).  
190 Do ponto de vista agrônômico, Santos et al. (2013) relataram que a *Opuntia* apresenta  
191 menor demanda de nutrientes e água, e também apresenta maior produtividade por  
192 unidade de área (37 t de MS/ha/2 anos) comparada à *Nopalea* (21 t de MS/ha/2 anos),  
193 despertando mais interesse em sua inserção na alimentação animal. Porém, um  
194 problema observado por Rocha Filho (2012) para a inclusão da palma *Opuntia* na dieta



195 de vacas em lactação foi a diminuição do consumo de nutrientes e da produção de leite,  
196 associada à baixa aceitabilidade quando comparada às dietas com palma *Nopalea*. Em  
197 outro estudo, Silva et al. (2018) relataram que a palma *Opuntia* pode substituir em  
198 100% a palma *Nopalea* (dietas com 48% de palma forrageira) para vacas mestiças em  
199 lactação com 12,5 kg/dia de produção de leite, promovendo o mesmo desempenho.  
200 Logo, é necessário avaliar melhor os novos genótipos de palma resistente a cochonilha  
201 do carmim, especialmente a OEM, sobretudo em espécies como as cabras leiteiras, em  
202 que ainda não há investigações.

203 Hipotetizou-se que cabras leiteiras alimentadas com a palma OEM (*Opuntia*)  
204 apresentam respostas nutricionais e produtivas semelhantes àquelas alimentadas com  
205 *Nopalea*, e que o uso da palma possibilita resposta superior àquelas alimentadas com  
206 feno de tifton. Assim, objetivou-se avaliar o uso da palma e dos níveis de substituição  
207 da palma miúda (*Nopalea cochenilifera* Salm-Dyck) pela palma Orelha de Elefante  
208 Mexicana (*Opuntia strica* [Haw]. Haw) sobre consumo e digestibilidade dos nutrientes,  
209 produção de leite, consumo de água, comportamento ingestivo, balanço de nitrogênio e  
210 síntese de proteína microbiana de cabras Saanen em lactação.

211

## 212 **Material e Métodos**

213

### 214 *Local do experimento*

215

216 O experimento foi conduzido no setor de Caprinovinocultura do Departamento  
217 de Zootecnia (DZ), na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), na cidade  
218 de Recife, apresentando clima (tipo As' e Ams' classificação climática de Koppen)  
219 quente e úmido, com precipitação acima de 1000 mm e temperatura média do ar  
220 superior a 18° C e umidade relativa do ar alta, com variação de 79,2 a 90,7% nos meses  
221 com maior ocorrência de chuvas (abril a julho).

222

### 223 *Animais, dietas e delineamento experimental*

224

225 A pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais da  
226 Universidade Federal Rural de Pernambuco (CEUA/UFRPE), processo número  
227 23082.0105/2018-2 e licença 142/2018.

228 Foram utilizadas 10 cabras da raça Saanen em lactação com  $50 \pm 10,09$  kg de  
229 peso corporal, após a identificação e pesagem das fêmeas, foram tratadas contra ecto e  
230 endoparasitos e divididas em primíparas e múltiparas, sincronizadas com vistas a se  
231 obter todos os partos na mesma época e garantir a homogeneidade no período de  
232 lactação. As cabras foram alojadas em instalações higienizadas sob manejo uniforme em  
233 galpão coberto, mantidas individualmente, confinadas em baias de madeira, suspensas a  
234 60 cm do solo, com piso ripado medindo 1,10 x 1,20 m, providas de comedouro e  
235 bebedouro.

236 Os animais foram distribuídos em cinco dietas experimentais que consistiam em  
237 diferentes níveis palma *Opuntia stricta* [Haw]. Haw. (*Opuntia*) em substituição a palma  
238 *Nopalea cochenillifera* Salm- Dyck (*Nopalea*), de acordo com os seguintes tratamentos:  
239 Tratamento controle (Base de feno de tifton e concentrado); 0; 11,5; 23,5 e 35% de  
240 palma *Opuntia*, na base da matéria seca. As dietas foram formuladas de acordo com o  
241 NRC (2007), com relação volumoso: concentrado de 500:500 g/kg, para satisfazer as  
242 exigências nutricionais de cabras leiteiras produzindo 3,5 kg de leite/dia corrigido para  
243 3,5% de gordura, com base na composição dos ingredientes. A ração foi fornecida *ad*  
244 *libitum* na forma de mistura completa, ofertada duas vezes por dia, às 7h30m e 16h00,  
245 permitindo-se sobras de 10% (base da MS).

246 O delineamento experimental utilizado foi quadrado latino duplo (5x5)  
247 simultâneos, utilizando-se 10 animais (5 primíparas e 5 múltiparas), em cinco períodos  
248 experimentais e cinco tratamentos. Os animais foram avaliados por 95 dias divididos em  
249 cinco períodos de 19 dias cada, sendo os 14 primeiros para adaptação experimental dos  
250 animais, seguidos de cinco dias para coleta de dados e amostras. As Tabelas 1 e 2  
251 apresentam a composição química dos ingredientes, composição percentual e química  
252 das dietas experimentais.

253

#### 254 *Amostragem e análises laboratoriais*

255

256 Em cada período experimental foram realizadas amostragens dos ingredientes  
257 das dietas e sobras de cada animal e confeccionadas amostras compostas por período e  
258 animal ao final de cada período experimental. Ao final do experimento, as amostras  
259 foram secas a 60°C por 72h e moídas em moinhos de faca, com peneiras de 2 mm para  
260 incubação ruminal e 1 mm para posteriores análises químicas.

261 O consumo de matéria seca e seus nutrientes foram calculados pela diferença  
262 entre as quantidades ofertadas e as sobras. A composição química foi determinada de  
263 acordo com procedimentos da AOAC (2000) para matéria seca (ID 934.01), matéria  
264 mineral (ID 942.05), matéria orgânica (ID 930.05), extrato etéreo, e proteína bruta (ID  
265 968.06). A fibra em detergente neutro (FDN) foi analisada de acordo com Van Soest et  
266 al. (1991) usando alfa-amilase, conforme recomendado pela AOAC (2005), método  
267 973.18 e correção da proteína residual (FDNcp) conforme Licitra et al. (1996). A  
268 concentração de fibra em detergente ácido (FDA) foi determinada de acordo com Van  
269 Soest et al. (1991) e os carboidratos não-fibrosos (CNF) foram calculados de acordo  
270 com Hall (2001), sendo:  $CNF (g/kg) = 1000 - [(PB - (PB \text{ derivada da ureia} + \% \text{ ureia}))$   
271  $+ FDNcp + EE + MM]$ .

272 Para estimativa da digestibilidade aparente e concentração de nutrientes  
273 digestíveis totais (NDT), amostras *spot* de fezes foram coletadas, pela excreção  
274 espontânea, entre o 15º e 17º dias cada período experimental, posteriormente, as  
275 amostras foram compostas por período e animal e armazenadas em freezer a -20°C para  
276 análises químicas. A excreção fecal total foi estimada utilizando-se a fibra em  
277 detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno. Amostras de 1,0 grama  
278 do alimento concentrado e 0,5 g de feno, palma forrageira, fezes e sobras da dieta,  
279 foram incubadas por 288 horas no rúmen de uma vaca fistulada, segundo metodologia  
280 descrita por Casali et al. (2008).

281 As cabras foram ordenhas manualmente, duas vezes ao dia (6h30m e 14h), após  
282 higienização e desinfecção dos tetos com solução pré e pós *dipping* (iodo glicerinado a  
283 2%). A produção de leite foi registrada e corrigida para 3,5% de gordura (PLCG),  
284 utilizando-se equação proposta por Sklan et al. (1992):  $PLCG = (0,432 + 0,1625 \times \%G)$   
285  $\times \text{kg/dia de leite}$ , onde: %G = percentual de gordura do leite. A eficiência alimentar na  
286 produção de leite ( $EA_{PL}$ ) nos tratamentos foi determinada pela relação entre a PLCG e o  
287 consumo de matéria seca (CMS).

288 O consumo de água (L/animal/dia) foi registrado diariamente, durante o período  
289 experimental, por meio da diferença entre o fornecido e as sobras. As avaliações do  
290 comportamento ingestivo das cabras (alimentação, ruminação e ócio) foram coletadas  
291 no 15º dia de cada período experimental. As observações foram realizadas por 24 horas,  
292 a cada 10 minutos, utilizando-se o método de varredura instantânea (*scan sampling*)  
293 proposto por Martin e Baterson (2007). As eficiências de alimentação e ruminação (g de  
294 MS/min) foram calculadas pela divisão do consumo de MS pelo tempo total de

295 alimentação (EAL, eficiência de alimentação) ou pelo de ruminação (ERU, eficiência de  
296 ruminação).

297 Amostra de urina foram coletadas no 19º dia de cada período experimental,  
298 foram obtidas amostras *spot* de urina de cada animal (micção espontânea), conforme  
299 Chizzotti et al. (2008). A urina foi filtrada em gaze e uma alíquota de 10 mL foi diluída  
300 em 40 mL de ácido sulfúrico 0,036 N. As amostras foram armazenadas a -20 °C para  
301 posteriores análises de ureia, xantina-hipoxantina, ácido úrico, alantoína e creatinina. A  
302 alantoína na urina e no leite desproteinado foram feitas pelo método colorimétrico,  
303 descrito por Chen & Gomes (1992).

304 O volume urinário médio diário foi estimado para cada animal, multiplicando -se  
305 o respectivo o peso corporal pela excreção diária de creatinina (mg/kg PC) e dividindo-  
306 se o produto pela concentração de creatinina (mg/L) na urina *spot*, utilizando-se o valor  
307 de 26,05 mg/kg de PC.

308 A excreção total de derivados de purinas (DP) foi calculada pela soma das  
309 quantidades de alantoína excretada na urina e no leite, e pela excreção de xantina-  
310 hipoxantina e ácido úrico na urina, expressa em mmol/dia. As purinas absorvidas (PA)  
311 (X, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de DP (Y, mmol/dia) por  
312 intermédio da equação:

$$313 \quad Y = 0,84X + (0,150 PC^{0,75} e^{-0,25x})$$

314 Em que Y é a excreção diária de DP na urina (mmol/d); 0,84 é a recuperação das  
315 purinas absorvidas como derivados de purinas na urina; X é absorção diária de DP  
316 (mmol/d);  $0,150 PC^{0,75}$  é a contribuição endógena para a excreção de purinas e  $PC^{0,75}$  é  
317 o peso corporal metabólico (kg) do animal (Chen e Gomes, 1992).

318 A síntese ruminal de nitrogênio (Y, gN/dia) foi calculada em relação às purinas  
319 absorvidas (X, mmol/dia) (Chen & Gomes, 1992), substituindo-se a relação N-  
320 purina:N-total nas bactérias de 0,116 por 0,134, de acordo com a equação:

$$321 \quad Y = 70 \times PA / (0,83 \times 0,134 \times 1000)$$

322 Em que 70 é o nitrogênio de purinas (mgN/mol); 0,134, a relação N-purina:N  
323 total das bactérias e 0,83, a digestibilidade das purinas microbianas.

324 Para calcular o balanço de compostos nitrogenados (BN) foi determinado pela  
325 diferença entre o total de nitrogênio ingerido (N<sub>ing</sub>) e o total de nitrogênio excretado  
326 nas fezes (N-fezes), no leite (N-leite) e na urina (N-urina).

327

328

329 Tabela 1. Composição química dos ingredientes das dietas experimentais.

<b>Composição Química (g/kg)</b>	<b>Feno de Tifton</b>	<b>Palma <i>Nopalea</i></b>	<b>Palma <i>Opuntia</i></b>	<b>Milho Moído</b>	<b>Farelo de Soja</b>
Matéria Seca <sup>1</sup>	900,1	111,9	138,0	873,0	871,3
Matéria Mineral <sup>2</sup>	60,8	101,7	82,2	17,0	64,9
Matéria Orgânica <sup>2</sup>	939,2	898,3	917,8	983,0	935,1
Proteína Bruta <sup>2</sup>	114,7	58,1	46,4	96,1	489,3
Extrato Etéreo <sup>2</sup>	16,0	19,0	20,3	40,2	17,9
Fibra em Detergente Neutro <sup>2</sup>	761,8	247,1	268,0	135,6	152,5
Fibra em Detergente Neutro cp <sup>2:3</sup>	694,9	211,4	244,6	113,4	136,1
FDN indegestível <sup>2</sup>	342,1	118,3	164,5	37,2	31,0
Fibra em Detergente Ácido <sup>2</sup>	399,5	143,4	150,1	54,4	104,7
Carboidratos totais <sup>2</sup>	808,5	821,3	851,2	846,7	427,9
Carboidratos não fibrosos <sup>2</sup>	113,6	609,9	606,5	733,3	291,8
Lignina <sup>2</sup>	57,4	28,2	25,1	11,9	16,9

<sup>1</sup>base na matéria natural; <sup>2</sup>base na matéria seca; <sup>3</sup>corrigida para cinzas e proteínas.

330  
331  
332  
333  
334  
335  
336  
337  
338  
339  
340  
341  
342  
343  
344  
345  
346  
347  
348  
349  
350  
351  
352  
353  
354  
355  
356  
357  
358  
359  
360  
361

362 Tabela 2. Participação dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.

Ingredientes (g/Kg da MS)	Tratamentos				
	Níveis de palma <i>Opuntia</i> (%)				
	Controle	0	11,5	23,5	35
Feno de Tifton	500	150	150	150	150
Palma <i>Nopalea</i>	0	350	235	115	0
Palma <i>Opuntia</i>	0	0	115	235	350
Milho	308	318	317,5	316,5	315,5
Farelo de Soja	160	160	160	160	160
Ureia+Sulfato de amônio <sup>1</sup>	2	7	7,5	8,5	9,5
Calcário calcítico	15	0	0	0	0
Sal comum	5	5	5	5	5
Mistura Mineral	10	10	10	10	10
Composição Química da dieta (g/ Kg)					
Matéria Seca <sup>2</sup>	883,3	255,0	267,9	283,3	300,5
Matéria Mineral <sup>3</sup>	76,1	75,5	73,2	70,9	68,7
Matéria Orgânica <sup>3</sup>	923,9	924,5	926,8	929,1	931,4
Proteína Bruta <sup>3</sup>	170,9	166,0	166,0	167,3	168,7
Extrato Etéreo <sup>3</sup>	23,2	24,7	24,8	24,9	25,0
Fibra em Detergente Neutro <sup>3</sup>	447,1	268,3	270,6	273,0	275,3
Fibra em Detergente Neutro cp <sup>3;4</sup>	404,1	236,1	239,8	243,7	247,4
FDN indegêstível <sup>2</sup>	181,2	106,1	111,2	116,5	121,6
Fibra em Detergente Ácido <sup>2</sup>	232,8	144,0	144,8	145,6	146,4
Carboidratos totais <sup>3</sup>	729,8	733,8	736,0	736,9	737,7
Carboidratos não fibrosos <sup>3</sup>	325,7	497,8	496,1	493,2	490,3
Lignina <sup>3</sup>	35,1	25,0	24,6	24,2	23,9
NDT (%)	67,42	73,71	73,84	73,95	74,00

363 MS - Matéria seca; <sup>1</sup>Proporção de 9:1, base da matéria natural; <sup>2</sup>base da matéria natural; <sup>3</sup>base da matéria  
364 seca; <sup>4</sup>corrigida para cinzas e proteínas.  
365

366

367 *Análise estatística*

368

369 O delineamento experimental utilizado foi quadrado latino duplo (5×5)

370 simultâneos, sendo cinco animais, cinco períodos e cinco tratamentos (um controle e 4

371 níveis de substituição da palma *Nopalea* pela palma *Opuntia*). Para todos os  
 372 procedimentos adotou-se o PROC MIXED do Programa SAS (2009) (version 9.4, SAS  
 373 Institute Inc. Cary, NC, USA), de acordo com o modelo:

374

$$375 \quad Y_{ijkl} = \mu + T_i + Q_j + P_k + (A/Q)_{lj} + T \times Q_{ij} + \varepsilon_{ijkl}$$

376

377 Em que:  $Y_{ijkl}$ = variável dependente da observação  $ijkl$ ;  $\mu$  = média geral;  $T_i$  =  
 378 efeito fixo do tratamento  $i$ ;  $Q_j$ = efeito fixo do quadrado  $j$ ;  $P_k$ = efeito aleatório do  
 379 período  $k$  ;  $(A/Q)_{lj}$ = efeito aleatório do animal  $l$  dentro do quadrado  $j$ ;  $T \times Q_{ij}$ , = efeito  
 380 fixo da interação entre o tratamento  $i$  e o quadrado  $j$ ;  $\varepsilon_{ijkl}$ = erro aleatório residual com a  
 381 média 0 e variância  $\sigma^2$ .

382 Os dados foram submetidos a análises de variância e regressão, adotando 5%  
 383 como nível de significância. Para os efeitos dos tratamentos foram realizados contrastes  
 384 ortogonais: C1 – testar a diferença entre o tratamento controle versus a dieta com 35%  
 385 de palma *Nopalea*; C2 – Testar a diferença entre o Controle versus a dieta com 35% de  
 386 palma *Opuntia* e C3 – Testar a diferença entre a dieta 35% de palma *Nopalea* versus  
 387 dieta com 35% de palma *Opuntia*. Para a análise de regressão, utilizou-se os dados das  
 388 dietas com palma.

389

## 390 **Resultados**

391

### 392 *Consumo e digestibilidade dos nutrientes*

393

394 Não houve efeito ( $p > 0,05$ ) da substituição da palma *Nopalea* pela palma  
 395 *Opuntia* para o consumo de MS, MO, PB, CNF, FDNcp e nutrientes digestíveis totais  
 396 (NDT) (Tabela 3). Todavia, menor consumo de FDNcp ( $p < 0,05$ ) foi observado para as  
 397 cabras alimentadas com 35% de *Nopalea* (436,30 g/kg) ou 35% de *Opuntia* (460,96  
 398 g/kg) em relação ao tratamento controle (782 g/kg). Independente do gênero de palma  
 399 forrageira utilizado houve maior consumo de CNF e NDT para as cabras que receberam  
 400 dietas com palma forrageira comparada ao controle.

401

402 A inclusão da palma *Opuntia* em substituição a *Nopalea* proporcionou maior  
 403 ( $p < 0,05$ ) digestibilidade da MS (727, 67 g/kg), MO (738, 91 g/kg), FDNcp e CNF  
 404 (899,47 g/kg). Quando comparado o efeito da palma, nós observamos aumento linear na  
 404 digestibilidade da MS, MO e CNF em relação ao controle. A digestibilidade da PB foi

405 maior ( $p < 0,05$ ) para os tratamentos com palma comparados ao controle. Em  
406 contrapartida, a dieta controle proporcionou maior ( $p < 0,05$ ) digestibilidade da FDNcp  
407 em relação as dietas com palma (Tabela 3).

408

#### 409 *Produção de leite*

410

411 A substituição da palma *Nopalea* pela *Opuntia* não teve efeito ( $p > 0,05$ ) sobre a  
412 produção de leite (PL, kg/dia) e produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PL  
413 corrigida, kg/dia). No entanto, o uso das palmas proporcionou maiores ( $p < 0,05$ ) PL e  
414 PL corrigida comparado ao controle. A eficiência de produção de leite (EPL) não foi  
415 influenciada pela substituição da *Nopalea* pela *Opuntia* e não diferiu ( $p > 0,05$ ) do  
416 controle (Tabela 4).

417

#### 418 *Consumo de água*

419

420 As dietas contendo palma resultaram em maior ( $p < 0,05$ ) consumo de água via  
421 dieta em relação à dieta controle (Tabela 5). Com a substituição da *Nopalea* pela  
422 *Opuntia* houve redução linear ( $p < 0,05$ ) no consumo de água via alimento.  
423 Conseqüentemente, houve uma menor ( $p < 0,05$ ) ingestão de água de bebida pelas cabras  
424 alimentadas com palma (6,860 e 6,958 kg/dia *Nopalea* e *Opuntia*, respectivamente)  
425 quando comparados ao controle (9,450 kg/dia). O consumo total de água foi maior  
426 ( $p < 0,05$ ) para as dietas com palma, sendo observada redução linear ( $p < 0,05$ ) com a  
427 substituição da palma *Nopalea* pela *Opuntia*.

428 A relação da água ingerida por kg de MS consumido (Água kg/kg CMS)  
429 apresentou efeito linear decrescente com a substituição. Da mesma forma, a ingestão de  
430 água em relação ao peso vivo metabólico ( $PV^{0,75}$ ) foi maior ( $p < 0,05$ ) para as dietas com  
431 palma em relação ao controle, e reduziu linearmente com a substituição (Tabela 5).

432

#### 433 *Comportamento ingestivo*

434

435 O tempo despedido para alimentação (TAL, min/dia), ruminação (TRU, min/dia)  
436 e mastigação total (TMT, min/dia) foi menor ( $p < 0,05$ ) para os tratamentos com palma  
437 (307; 338 e 655 min/dia para *Nopalea* e 263; 329 e 592 min/dia para *Opuntia*) em  
438 relação ao controle (330; 631 e 961 min/dia). A substituição da palma *Nopalea* pela



439 *Opuntia* reduziu ( $p < 0,05$ ) linearmente o TAL e TMT, ao passo que o tempo de ócio  
440 (TO, min/dia) teve aumento linear com a substituição, bem como foi superior ( $p < 0,05$ )  
441 para as dietas com palma, em relação ao controle (Tabela 6).

442 As palmas *Nopalea* e *Opuntia* proporcionaram maiores ( $p < 0,05$ ) eficiência de  
443 alimentação (EAL) e ruminação (MS e FDN) em relação à dieta sem palma. Houve  
444 aumento linear ( $p < 0,05$ ) da EAL com a substituição da palma *Nopalea* pela *Opuntia*  
445 (Tabela 6).

446

#### 447 *Balanço dos compostos nitrogenados e síntese de proteína microbiana*

448

449 Não houve efeito ( $p > 0,05$ ) da substituição da palma *Nopalea* pela palma  
450 *Opuntia* para o nitrogênio (N) ingerido, excreção de N nas fezes e na urina, N  
451 absorvido, N retido e balanço de N. Todavia, a dieta com 35% de *Nopalea* proporcionou  
452 maior ( $p < 0,05$ ) excreção de N no leite (13,56 g/dia) em relação ao tratamento controle  
453 (11,49 g/dia) e, a substituição da *Nopalea* pela *Opuntia* resultou em aumento da  
454 excreção de N no leite até o nível de 23,5% de substituição e reduzindo ao nível de 35%  
455 (Tabela 7).

456 O volume urinário, as excreções das purinas totais e purinas microbianas  
457 absorvidas, conseqüentemente, a síntese de nitrogênio e proteína microbiana não foram  
458 alteradas ( $p > 0,05$ ) em função da substituição da palma *Nopalea* pela *Opuntia* (Tabela  
459 8).

460

461 Tabela 3. Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes em cabras Saanen alimentadas com Palma Forrageira.

Variável	Tratamentos										
	Níveis de <i>Opuntia</i> (%)										
	Controle	0	11,5	23,5	35	EPM	C1	C2	C3	L	Q
Matéria Seca	2062,68	2277,90	2066,23	2172,42	2245,74	178,71	-	-	-	0,855	0,346
Matéria Orgânica	1906,21	2071,63	1913,57	2018,29	2094,32	164,89	-	-	-	0,752	0,344
Proteína Bruta	356,42	380,77	355,32	373,85	386,14	28,84	-	-	-	0,727	0,399
FDNcp <sup>2</sup>	782,10	436,30	387,19	429,33	460,96	47,13	<0,0001	<0,0001	0,639	0,380	0,178
Carboidratos não fibrosos	726,50	1229,20	1150,91	1195,61	1231,80	90,31	<0,0001	<0,0001	0,979	0,869	0,425
NDT	1334,39	1608,11	1516,36	1602,05	1660,42	131,18	-	-	-	0,577	0,442
Matéria Seca	648,19	697,42	718,06	732,70	727,67	9,04	<0,0001	<0,0001	0,002	0,004	0,222
Matéria Orgânica	657,55	719,25	736,74	740,77	738,91	8,53	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,038	0,143
Proteína Bruta	693,04	719,05	733,59	722,74	723,66	11,56	0,0230	0,0990	0,651	0,922	0,331
FDNcp <sup>2</sup>	511,54	289,42	306,94	345,60	352,58	16,66	<0,0001	<0,0001	0,0023	0,001	0,705
Carboidratos não fibrosos	808,49	872,88	889,66	898,24	899,47	5,82	<0,0001	<0,0001	0,002	<0,0001	0,063

462 FDN - fibra em detergente neutro; <sup>2</sup>corrigida para cinzas e proteína; NDT- nutrientes digestíveis totais; EPL - Eficiência para produção de leite; EPM - Erro padrão da média;  
463 C1 – Tratamento controle versus a dieta com 35% de palma *Nopalea*; C2 – Controle versus a dieta com 35% de palma *Opuntia* e C3 – Tratamento com 35% de palma  
464 *Nopalea* versus dieta com 35% de palma *Opuntia*; L - efeito linear; Q - efeito quadrático.

465 Tabela 4. Produção do leite de cabras Saanen alimentadas com Palma Forrageira.

Variáveis	Tratamentos						P-valor				
	Níveis de <i>Opuntia</i> (%)						Contrastes				
	Controle	0	11,5	23,5	35	EPM	C1	C2	C3	L	Q
Produção de Leite	2,884	3,440	3,407	3,507	3,294	0,223	0,0005	0,0045	0,2387	0,278	0,199
EPL	1,308	1,448	1,446	1,409	1,246	0,127	-	-	-	0,170	0,435
PL Corrigida (3,5%)	2,554	3,018	2,863	3,032	2,729	0,218	0,0051	0,2220	0,0549	0,060	0,357

466 CMS = Consumo de Matéria Seca; EPL=Eficiência para produção de leite; EPM - Erro padrão da média; C1 – Tratamento controle versus a dieta com 35% de palma  
467 *Nopalea*; C2 – Controle versus a dieta com 35% de palma *Opuntia* e C3 – Tratamento com 35% de palma *Nopalea* versus dieta com 35% de palma *Opuntia*; L - efeito linear;  
468 Q - efeito quadrático.

469

470

471

472

473

474

475

476 Tabela 5. Consumo de água de cabras Saanen alimentadas com dieta a base Palmas Forrageiras.

Variáveis	Tratamentos						P-valor				
	Níveis de <i>Opuntia</i> (%)						Contrastes				
	Controle	0	11,5	23,5	35	EPM	C1	C2	C3	L	Q
Via Dieta	0,255	7,324	6,604	6,431	5,921	0,502	<0,0001	<0,0001	0,012	0,019	0,788
Água de Bebida	9,450	6,860	6,788	6,907	6,958	0,528	<0,0001	<0,0001	0,696	0,580	0,716
<b>Consumo Total</b>	<b>9,703</b>	<b>14,185</b>	<b>13,389</b>	<b>13,337</b>	<b>12,880</b>	<b>0,528</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>0,025</b>	<b>0,019</b>	<b>0,631</b>
Água/Kg MS	4,976	5,890	5,597	5,146	5,021	0,354	-	-	-	0,015	0,749
Água/PV%	17,19	24,50	22,94	23,97	22,22	1,28	<0,0001	<0,0001	0,021	0,071	0,890
Água/kg PV <sup>0,75</sup>	0,470	0,674	0,633	0,653	0,612	0,033	<0,0001	<0,0001	0,019	0,044	0,989

477 PV<sup>0,75</sup> = Peso vivo metabolizável; EPM - Erro padrão da média; C1 – Tratamento controle versus a dieta com 35% de palma *Nopalea*; C2 – Controle versus a dieta com 35%  
478 de palma *Opuntia* e C3 – Tratamento com 35% de palma *Nopalea* versus dieta com 35% de palma *Opuntia*; L - efeito linear; Q - efeito quadrático.

479 Tabela 6. Comportamento Ingestivo de cabras Saanen alimentadas com Palma Forrageira.

Variáveis	Tratamentos						P-valor				
	Níveis de <i>Opuntia</i> (%)						Contrastes				
	Controle	0	11,5	23,5	35	EPM	C1	C2	C3	L	Q
TAL	330	307	273	266	263	16,940	0,045	0,0008	0,004	0,002	0,075
TRU	631	338	339	310	329	24,710	<0,0001	<0,0001	0,690	0,350	0,508
TO	479	785	828	859	848	23,670	<0,0001	<0,0001	0,048	0,004	0,090
TMT	961	655	612	576	592	23,240	<0,0001	<0,0001	0,048	0,003	0,073
EAL	6,26	8,17	9,37	9,82	10,26	0,970	0,005	<0,0001	0,003	0,012	0,496
ERUMS	3,25	8,07	7,40	9,05	8,11	0,890	<0,0001	<0,0001	0,954	0,470	0,804
ERUFDN	1,61	3,87	3,61	4,62	4,06	0,420	<0,0001	<0,0001	0,624	0,220	0,621

480 TAL = Tempo de Alimentação; TRU = Tempo de Ruminação; TO = Tempo em Ócio; TMT = Tempo de Mastigação Total; EAL = Eficiência de Alimentação; ERUMS =  
481 Eficiência de Ruminação na matéria seca; ERUFDN = Eficiência de ruminação na fibra em detergente neutro; EPM - Erro padrão da média; C1 – Tratamento controle versus  
482 a dieta com 35% de palma *Nopalea*; C2 – Controle versus a dieta com 35% de palma *Opuntia* e C3 – Tratamento com 35% de palma *Nopalea* versus dieta com 35% de palma  
483 *Opuntia*; L - efeito linear; Q - efeito quadrático.

484 Tabela 7. Balanço de compostos nitrogenados e excreções de Nitrogênio em cabras Saanen alimentadas com Palma Forrageira.

Variáveis	Tratamentos						P-valor				
	Níveis de <i>Opuntia</i> (%)						Contraste				
	Controle	0	11,5	23,5	35	EPM	C1	C2	C3	L	Q
N ingerido (g/dia)	57,02	60,92	56,84	59,81	61,78	4,614	-	-	-	0,727	0,399
N fezes (g/dia)	17,67	17,28	15,15	16,62	17,97	0,650	-	-	-	0,696	0,508
N Absorvido (g/dia)	39,35	43,64	41,069	43,19	44,61	3,251	-	-	-	0,696	0,508
N retido (g/dia ingerido)	0,46	0,46	0,46	0,46	0,49	0,019	-	-	-	0,250	0,454
N retido (g/dia absorvido)	0,66	0,64	0,63	0,64	0,68	0,027	-	-	-	0,299	0,302
Balanço de N	26,68	29,12	26,91	28,06	30,94	3,000	-	-	-	0,586	0,356
N na urina	1,16	0,95	1,01	0,97	0,90	0,199	-	-	-	0,775	0,659
N no leite	11,49	13,56	13,75	14,15	12,77	0,963	0,0095	0,0814	0,2611	0,221	0,036

485 N = Nitrogênio; EPM - Erro padrão da média; C1 – Tratamento controle versus a dieta com 35% de palma *Nopalea*; C2 – Controle versus a dieta com 35% de palma *Opuntia*  
486 e C3 – Tratamento com 35% de palma *Nopalea* versus dieta com 35% de palma *Opuntia*; L - efeito linear; Q - efeito quadrático.

487 Tabela 8. Volume urinário, excreções de derivados de purina, produção de proteína microbiana e eficiência microbiana em cabras Saanen  
 488 alimentadas com Palma Forrageira.

Variáveis	Tratamentos						P-valor				
	Níveis de <i>Opuntia</i> (%)						Contrastes				
	Controle	0	11,5	23,5	35	EPM	C1	C2	C3	L	Q
Volume Urinário (L/dia)	3,97	4,20	3,90	3,98	4,19	0,399	-	-	-	0,960	0,216
Ácido úrico	0,57	1,02	0,91	1,05	0,69	0,189	0,0018	<0,0001	0,0004	0,065	0,868
Alantoína	15,23	15,62	19,69	14,86	16,00	3,484	-	-	-	0,765	0,593
Alantoína no leite	1,66	1,91	1,90	1,76	1,95	0,244	-	-	-	0,968	0,357
Derivado de Purina Total	17,47	18,55	22,51	19,69	18,66	3,652	-	-	-	0,677	0,319
Purina Absorvida	20,42	22,64	28,21	23,63	22,36	4,687	-	-	-	0,717	0,374
N Microbiano	14,84	16,60	20,51	17,18	16,25	3,407	-	-	-	0,718	0,376
PB Microbiana	92,78	103,78	128,19	107,39	101,60	21,299	-	-	-	0,718	0,376
g kg <sup>-1</sup> PB NDT	74,02	66,39	75,44	65,26	55,33	12,612	-	-	-	0,389	0,399

489 N = Nitrogênio; PB = Proteína; NDT = Nutriente digestível total; EPM - Erro padrão da média; C1 – Tratamento controle versus a dieta com 35% de palma *Nopalea*; C2 –  
 490 Controle versus a dieta com 35% de palma *Opuntia* e C3 – Tratamento com 35% de palma *Nopalea* versus dieta com 35% de palma *Opuntia*; L - efeito linear; Q - efeito  
 491 quadrático.

## 492 **Discussão**

493

### 494 *Consumo e digestibilidade dos nutrientes*

495 Os resultados obtidos para o consumo de MS, MO, PB, FDNcp, CNF e NDT  
496 com a substituição da *Nopalea* pela *Opuntia* podem ser atribuídos à similaridade na  
497 composição química das dietas com palma forrageira (Tabela 2). De forma contrária,  
498 Silva et al. (2018), avaliando os genótipos Miúda e Orelha de elefante mexicana na  
499 alimentação de vacas leiteiras, reportaram maior consumo de CP e NDT para OEM.

500 O menor consumo de FDNcp e maior consumo de CNF e NDT observados nos  
501 animais recebendo dietas com palma comparadas a dieta sem palma (controle) também  
502 são explicados pela concentração desses nutrientes nas dietas. Ressaltando-se que a  
503 palma forrageira, independente da variedade, tem como características nutricionais de  
504 destaque a alta concentração de CNF (500 – 610 g/kg) e NDT (620 – 680 g/kg) (Rocha-  
505 Filho et al., 2021). Sendo assim, embora o consumo de MS tenha ficado abaixo das  
506 recomendações (2,8 kg/dia) do NRC (2007) para cabras de categoria semelhantes  
507 àquelas avaliadas neste estudo, com exceção do tratamento controle, o consumo de  
508 NDT foi acima das recomendações (1,49 kg/dia).

509 A substituição da palma *Nopalea* pela *Opuntia* proporcionou uma maior  
510 digestibilidade da MS, MO, FDNcp e CNF, o que pode estar relacionado com a maior  
511 concentração da fração solúvel na *Opuntia* (Lopes et al., 2020). Monteiro et al., (2018),  
512 avaliando a substituição da palma miúda (*Nopalea*) pela palma orelha de elefante  
513 mexicana (OEM, *Opuntia*) em dietas para vacas em lactação, obtiveram resultados  
514 semelhantes para os consumos e digestibilidade da MS e nutrientes.

515 No tocante a maior digestibilidade da MS, MO, PB e CNF comparado ao  
516 controle, Batista et al. (2009) reportaram uma alta degradabilidade ruminal da MS da  
517 palma e, segundo Costa et al. (2016), a suplementação com palma maximiza a  
518 capacidade de fermentação ruminal. Já o aumento na digestibilidade da PB nas dietas  
519 com palma forrageira, em relação ao controle, deve estar relacionado com a maior  
520 participação de nitrogênio não proteico (NNP) nessas dietas, com o maior uso da ureia.  
521 A ureia é rapidamente solubilizada no ambiente ruminal, liberando NH<sub>3</sub> para utilização  
522 pelos microrganismos ruminais, o que permite uma rápida taxa de desaparecimento  
523 (Dias et al., 2014). Por sua vez, a redução na digestibilidade da FDNcp para as dietas



524 contendo palma, em relação ao controle, deve estar relacionada com o aumento na taxa  
525 de passagem (Ferreira et al., 2009).

526

### 527 *Produção de leite*

528

529 O aumento da produção de leite (PL e PL corrigida) das cabras que receberam  
530 dietas contendo palma, em relação às aquelas alimentadas com a dieta controle,  
531 provavelmente deve-se ao maior aporte nutricional das dietas com palma, uma vez que a  
532 concentração de NDT (73,87%) e CNF (371,77g/kg) nas dietas, bem como o consumo  
533 de NDT e CNF, aumentaram significativamente com o uso da palma (Tabela 3). A dieta  
534 oferecida a fêmeas lactantes é responsável por fornecer a maioria dos precursores para a  
535 síntese do leite e seus constituintes (Dias et al., 2017), logo, o maior consumo de NDT  
536 deve ter favorecido maior secreção de leite.

537 Silva et al. (2016) avaliaram a influência de dietas compostas por diferentes  
538 espécies de cactáceas compondo 47 a 50% da MS total, observaram que a palma miúda  
539 (*Nopalea*) apresentou os melhores resultados para produção e composição do leite de  
540 cabras Saanen. Todavia, Monteiro et al. (2018), avaliando a substituição de palma  
541 Miúda por palma OEM na dieta de vacas em lactação, não encontraram diferença  
542 significativa para produção e composição do leite.

543

### 544 *Consumo de água*

545 A dieta controle proporcionou menor ingestão de água (0,255 kg/dia) via  
546 alimento, devido ao alto teor de umidade das dietas com palma (~86 – 89%). Logo, as  
547 cabras que receberam a dieta controle ingeriam mais água via bebedouro. Esse  
548 comportamento está relacionado às propriedades sensoriais dos alimentos, uma vez que  
549 o feno é um alimento com elevado teor de MS e FDN, há um estímulo à ingestão de  
550 água, como resposta à sensação de secura durante o consumo, para facilitar a  
551 mastigação e a deglutição (Ramos et al., 2020).

552 Por sua vez, a substituição da palma *Nopalea* pela *Opuntia* propiciou uma menor  
553 ingestão de água via alimento, devido ao maior teor de MS da *Opuntia* comparada a  
554 *Nopalea* (Tabela 1). No entanto, é pertinente ressaltar que o requerimento de ingestão  
555 estimada de água para cabras leiteiras de categoria semelhante às utilizadas neste estudo  
556 é de 2,87 kg/dia (NRC, 2007), considerando-se apenas a ingestão de água via alimento

557 dos animais que receberam dietas contendo palma forrageira, é suficiente para atender  
558 aos requisitos desse nutriente (Tabela 5). Assim, no entendimento de que a água é um  
559 dos nutrientes escassos, sobretudo nas regiões áreas e semiáridas, a utilização da palma  
560 forrageira, otimiza o desempenho produtivo dos animais e proporciona maior  
561 sustentabilidade para o sistema como um todo, reduzindo a pegada hídrica. A este  
562 respeito, pesquisas anteriores com cabras leiteiras (Lopes et al., 2017) e ovinos de corte  
563 (Cardoso et al., 2019; Moura et al., 2020), utilizando palma Miúda (*Nopalea*),  
564 mostraram consumo de água via alimento suficiente para atender os requerimentos  
565 desses animais, com consequente redução na ingestão de água de bebida.

566

### 567 *Comportamento ingestivo*

568 Apesar do menor tempo despendido para alimentação (TAL) nas cabras  
569 alimentadas com dietas contendo palma, comparado ao controle e, nos animais  
570 recebendo *Opuntia* em relação à *Nopalea*, não houve limitação do consumo de MS e  
571 nutrientes, já que os mesmos apresentaram valores bem semelhantes e supriram as  
572 exigências nutricionais dos animais.

573 A redução no tempo de ruminação (TRU) e aumento no tempo em ócio para as  
574 cabras alimentadas com palma pode ser explicada pelo menor teor e consumo de FDN  
575 (Tabela 2 e 3). O tempo de retenção de fibra no rúmen está relacionado com o tempo  
576 necessário para reduzir o tamanho das partículas dos alimentos pela ruminação. De  
577 acordo Van Soest (1994), o tempo despendido em ruminação é influenciado pela  
578 natureza da dieta e, é proporcional ao teor de parede celular dos volumosos, de modo  
579 que quanto maior o teor de fibra na dieta maior o tempo despendido em ruminação.  
580 Todavia, dietas com alto teor de CNF e a diminuição da FDN, como observado nas  
581 dietas com palma, o tempo de ruminação é reduzido e, conseqüentemente, há um  
582 aumento no tempo de ócio. As atividades TAL, TRU e TO estão relacionadas com a  
583 qualidade e quantidade do alimento consumido e a presença de material fibroso no  
584 rúmen (Carvalho et al., 2006).

585 O TMT corresponde ao somatório dos tempos dedicados a alimentação e  
586 ruminação, logo, as cabras alimentadas com a dieta controle apresentaram maiores  
587 valores, o que pode ser justificado devido ao aumento do tempo de ruminação em  
588 função dos teores em FDN na dieta, bem como, o maior TAL nesse tratamento. De

589 modo semelhante, com a substituição da palma *Nopalea* pela *Opuntia*, o menor TAL  
590 influenciou o TMT e o TO.

591 A maior eficiência de alimentação (g/MS/min) observada quando houve a  
592 substituição da palma *Nopalea* pela *Opuntia*, apesar de apresentarem o menor tempo  
593 TAL, é justificada pela maior ingestão de MS dos animais alimentados com as dietas  
594 contendo *Opuntia*. Comportamento semelhante foi observado para a eficiência de  
595 ruminação da matéria seca (ERU<sub>MS</sub>) e na fibra em detergente neutro (ERU<sub>FDN</sub>) nas  
596 dietas com palma em relação a deita controle, devido ao menor teor de FDN das dietas,  
597 assim, os animais ruminaram pelo menor período para obterem mesmo aproveitamento  
598 dos nutrientes, justificado talvez, pela estrutura da parede celular deste volumoso, que é  
599 mais suscetível a atividade microbiana, ou seja, as cabras recebendo dietas contendo  
600 palma forrageira ruminaram menos MS/min e obtiveram um melhor aproveitamento dos  
601 nutrientes.

602 Resultados semelhantes foram observados por Bispo et al. (2010), em que a  
603 eficiência de ruminação aumentou com a inclusão de palma forrageira, possibilitando  
604 assim ao animal ser mais eficiente na apreensão do alimento e no uso da fibra em menor  
605 tempo. Todavia, Lopes et al., (2017), avaliando a substituição do feno de tifton por  
606 feno de alfafa associados com 400 g/kg de MS de palma Miúda para cabras leiteiras,  
607 não encontraram diferença significativa em relação EAL, ERU<sub>MS</sub> e ERU<sub>FDN</sub>, fato  
608 explicado pelo TAL e TRU que foram semelhantes em função dos tratamentos; assim,  
609 acredita-se que os animais obtiveram consumo e ruminação, aproveitando a porção  
610 fibrosa de forma semelhante. Outro aspecto relevante é que o uso de palma nas dietas  
611 pode reduzir a produção de calor, pela diminuição da ruminação e consequente  
612 diminuição do incremento calórico (Signoretto et al., 1999) e isto pode aumentar a  
613 eficiência de uso da energia metabolizável.

614

#### 615 *Balanco dos compostos nitrogenados e síntese de proteína microbiana*

616

617 As cabras recebendo dietas contendo palma apresentaram maior excreção de N  
618 no leite em relação àquelas do tratamento controle, possivelmente devido a algum  
619 desajuste na utilização dos aminoácidos, pois, Lopes et al. (2020) mostraram através do  
620 fracionamento da PB que o feno de tifton apresenta grande parte da PB na fração B3  
621 (baixa degradabilidade), comparado a palma Miúda (*Nopalea*) e a OEM (*Opuntia*).  
622 Com a substituição da *Nopalea* pela *Opuntia* houve um aumento na excreção de N no

623 leite até o nível de 23,5% de substituição, sendo a excreção reduzida com o nível de  
624 35% de *Opuntia*, o que parece estar relacionado com as mudanças observadas na  
625 produção total de leite. Broderick (2003) destaca que a utilização ruminal da PB da  
626 dieta é complexa e é influenciada por vários fatores, tais como o adequado fornecimento  
627 da relação proteína degradável no rúmen/proteína não degradável no rúmen, adequada  
628 digestibilidade intestinal e a contribuição de aminoácidos para complementar a síntese  
629 microbiana. Entretanto, não houve efeito das dietas sobre o balanço de nitrogênio (BN),  
630 excreção de derivados de purina, síntese microbiana e eficiência microbiana, o que  
631 indica que a sincronização no uso dos substratos energéticos e compostos nitrogenados  
632 disponibilizados via dieta, foram semelhantes. Monteiro et al. (2018) avaliando a  
633 substituição da palma Miúda pela OEM na dieta de vacas em lactação, também não  
634 observaram diferenças significativas para BN, síntese de proteína microbiana e  
635 eficiência microbiana.

636

### 637 **Conclusões**

638

639 A substituição da palma miúda (*Nopalea cochenilifera* Salm-Dyck) pela palma  
640 Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia strica* [Haw]. Haw) na alimentação de cabras  
641 Saanen em lactação, nas proporções estudadas, não altera o consumo dos nutrientes, a  
642 síntese de proteína microbiana e a eficiência microbiana; além disso, aumenta a  
643 digestibilidade dos nutrientes e a eficiência alimentar dos animais. Portanto, a  
644 substituição da palma miúda pela OEM é recomendada como mais uma opção para  
645 garantir a alimentação de cabras leiteiras e reduzir as perdas em áreas infestadas com  
646 *Dactylopius opuntia* Cockerell.

647 A palma é uma importante fonte de água para dessedentação animal,  
648 principalmente em regiões onde a disponibilidade de água é um fator limitante para a  
649 produção animal.

650

651

652

653

654

655

656 **Referência Bibliográfica**

- 657 AOAC, O., 2000. Cial Methods of Analysis. Association of Official Analytical  
658 Chemists, Arlington, VA.
- 659 AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. Arlington, VA.
- 660 Barros, L.J.A., Ferreira, M.A., Oliveira, J.C.V., Santos, D.C.S., Chagas, J.C.C., Alves,  
661 A.M.S.V., Silva, A.E.M., Freitas, W.R.F., 2017. Replacement of Tifton hay by  
662 spineless cactus in Girolando post-weaned heifers' diets. Trop. Anim. Health  
663 Prod. 50 (1), 49–154. doi: 10.1007 / s11250-017-1415-4
- 664 Batista, A.M.V., Ribeiro Neto, A.C., Lucena, R.B., Santos, D.C., Dubeux, J.B.,  
665 Mustafa, A.F. (2009). Chemical composition and ruminal degradability of  
666 spineless cactus grown in Northeastern Brazil. Rangel Ecol Manag, 62, 297-301.  
667 doi.org/10.2111/ 07-099R1.1
- 668 Bispo, S. V., Ferreira, M. A., Vêras, A. S. C., Modesto, E. C., Guimarães, A. V.,  
669 Pessoa, R. A. S. 2010. Comportamento ingestivo de vacas em lactação e de ovino  
670 alimentados com dietas contendo palma forrageira. Ver. Bras. Zoot., 39(9), 2024-  
671 2031.
- 672 Broderick, G.A. (2003) Effects of varying dietary protein and energy levels on the  
673 production of lactating dairy cows. Journal of Dairy Science 86, 1370–1381.  
674 doi:10.3168/jds.S0022-0302(03)73721-7
- 675 Cardoso, D.B., Carvalho, F.F.R., Medeiros, G.R., Guim, A., Cabral, A.M.D., Veras,  
676 R.M.L., Santos, K.C., Dantas, L.C.N., Nascimento, A.G.O., 2019. Levels of  
677 inclusion of spineless cactus ( *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) in the diet of  
678 lambs. Anim. Feed Sci. Technol. 247, 23–31.  
679 doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.10.016
- 680 Casali, A.O., Detmann, E., Valadares Filho, S.C., Pereira, J.C., Henriques, L.T., Freitas,  
681 S.G., Paulino, M.F. 2008. Influência do tempo de incubação e do tamanho de  
682 partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas  
683 obtidos por procedimentos *in situ*. Revista Brasileira de Zootecnia. 37, 335-342.  
684 https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000200021.
- 685 Chen, X. B., Gomes, M. J. 1992. Estimation of microbial protein supply to sheep and  
686 cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical  
687 details. (O ccasional publication) International Feed Research Unit. Buchsburnd.  
688 Aberdeen: Rowett Research Institute. 1 – 21.
- 689 Chizzotti, M. L.; Valadares Filho, S. C.; Valadares, R. F. D.; Chizzotti, F. H. M.;  
690 Tedeschi, L. O. 2008. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot  
691 urine sampling in Holstein cattle. Liv. Sci., 113:218-225.
- 692 Costa CTF, Ferreira MA, Campos JMS, et al. (2016). Intake, total and partial  
693 digestibility of nutrients, and ruminal kinetics in crossbreed steers fed with  
694 multiple supplements containing spineless cactus enriched with urea. Liv. Sci,  
695 188, 55-60. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.04.008
- 696 Costa, R.G., Beltrão Filho, E.M., Medeiros, A.N., Givisiez, P.E.N., Queiroga, R.C.R.E.,  
697 Melo, A.A.S. (2009). Effects of increasing levels of cactus pear (*Opuntia ficus-*  
698 *indica* L. Miller) in the diet of dairy goats and its contribution as a source of  
699 water. Small Rum. Research, 82 (1), 62-65.  
700 doi:10.1016/j.smallrumres.2009.01.004

- 701 Dias, D.L.S., Silva, R.R., Silva, F.F., Carvalho, G.G.P., Brandão, R.K.C., Souza, S.O.,  
702 Guimarães, J. de O., Pereira, M.M.S., Costa, L.S. 2014. Correlação entre  
703 digestibilidade dos nutrientes e o comportamento ingestivo de novilhos em pastejo.  
704 *Archivos de Zootecnia*. 63 (244), 645-656.
- 705 Dias, M. B. C., Leão, K. M., Carmo, R. M., Silva, M. A. P., Nicolau, E. S., & Marques,  
706 T. C. 2017. Composição do leite e perfil metabólico do sangue de vacas holandesas  
707 em diferentes ordens de parto e estágios de lactação. *Acta Scientiarum Animal*  
708 *Sciences*. 39 (3), 315-321.
- 709 Edvan, R.L., Mota, R.R.M., Dias-Silva, T.P., Nascimento, R.R., Sousa, S.V., Silva,  
710 A.L., Araújo, M.J., Araújo, J.A. (2020) Resilience of cactus pear genotypes in a  
711 tropical semi-arid region subject to climatic cultivation restriction. *Scientific*  
712 *Reports (natureresearch)*. doi.org/10.1038/s41598-020-66972-0
- 713 Ferreira, M. A., Silva, F. M., Bispo, S. V. & Azevedo, M. 2009. Estratégias na  
714 suplementação de vacas leiteiras no semi-árido do Brasil. *Revista Brasileira de*  
715 *Zootecnia*, 38322-329.
- 716 Food and Agricultural Organization – FAO. Faostat, 2019. Disponível em:  
717 <[http://www.fao.org/waicent/portal/statistics\\_en.asp](http://www.fao.org/waicent/portal/statistics_en.asp)>. Acesso em: 31 de maio de  
718 2021.
- 719 Hall, M. B. 2000. Calculation of Non-structural Carbohydrate Content of Feeds That  
720 Contain Non-Protein Nitrogen. *Bulletin - University of Florida, Gainesvill*. 339.
- 721 IBGE, 2020. Censo Agropecuário 2019: Resultados preliminares. Instituto Brasileiro de  
722 Geografia e Estatística - IBGE, Rio de Janeiro.
- 723 Licitra, G., Hernandez, T.M., Van Soest, P.J. 1996. Standardization of procedures for  
724 nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*. 57,  
725 347–358.
- 726 Lopes, L. A., Carvalho, F. F. R., Cabral, A. M. D., Batista, Â. M. V., Camargo, K. S.,  
727 Silva, J. R. C., Silva, J. 2017. Replacement of tifton hay with alfalfa hay in diets  
728 containing spineless cactus (*Nopalea cochenillifera Salm-Dyck*) for dairy goats.  
729 *Small Rum. Research*. 1567- 11.
- 730 Lopes, L.A., Ferreira, M.A., Batista, A.M.V., Maciel, M.V., Barbosa, R.A., Munhame,  
731 J.A., Silva, T.G.P., Cardoso, D.B., Vêras, A.S.C., Carvalho, F.F.R. (2020). Intake,  
732 digestibility, and performance of lambs fed spineless cactus cv. Orelha de  
733 Elefante Mexicana. *Asian-Australas J Anim Sci*, 33, No. 8:1284-129. doi:  
734 10.5713/ajas.19.0328
- 735 Martin, P.; Bateson, P. 1986. *Measuring behavior: an introductory guide*. New York:  
736 Cambridge University Press. 200p.
- 737 Mertens, D.R. 2002. Análise de fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e  
738 formulação de rações. *Proceedings of 29th Annual Meeting of Brazilian Society of*  
739 *Animal Science*. 188-219.
- 740 Monteiro, C. C. F., Ferreira, M. A., Vêras, A. S. C., Guido, S. I., Almeida, M. P., Silva,  
741 R. C., Inácio, J. G. 2018. A new cactus variety for dairy cows in areas infested with  
742 *Dactylopius opuntiae*. *Animal Production Science*. 59 (3), 479-485.
- 743 Monteiro, C.C.F., Melo, A.A.S., Ferreira, M.A., Campos, J.M.S, Souza, J.S.R., Silva,  
744 E.T.S., Andrade, R.P., Silva, E.C. (2014) Replacement of wheat bran with  
745 spineless cactus (*Opuntia ficus indica* Mill cv Gigante) and urea in the diets of

- 746 Holstein Gyr heifers. *Tropical Animal Health and Production* 46, 1149–1154.  
747 doi:10.1007/s11250-014-0619-0
- 748 NRC, National Research Council. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants:  
749 sheep, goats, cervids, and new world cameldis. The National Academies Press,  
750 Washington, USA. 39-80.
- 751 Ramos, J. P. de F., Sousa, W. H., Oliveira, J. S., Pimenta Filho, E. C., Santos, E. M.,  
752 Leite, R. M., Cavalcante, I. T. R., Oresca, D. 2020. Forage sources in diets for  
753 dairy goats. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. 41, 1 – 12.
- 754 Rocha Filho, R. R., Santos, D.C., Vêras, A.S.C., Siqueira, M.C.B., Novaes, L.P., Mora-  
755 Luna, R., Monteiro, C.C.F., Ferreira, M.A. 2021. Can spineless forage cactus be  
756 the queen of forage crops in dryland areas? *J. Arid Environments*. doi:  
757 10.1016/j.jaridenv.2020.104426
- 758 Rocha Filho, R.R. (2012). Palma gigante e genótipos resistentes à cochonilha do  
759 carmim em dietas para ruminantes. PhD Thesis, Universidade Federal Rural de  
760 Pernambuco, Brazil.
- 761 Santos, D.C., Silva, M.C., Dubeux Júnior, J.C.B., Lira, M.A., Silva, R.M. 2013.  
762 Strategies for Using Semiarid Zones in Cactaceous: New Variety and Sustainable  
763 Use of Native Species. *Rev. Cient. Prod. Anim*, 15, 111-121. doi:  
764 <http://dx.doi.org/10.15528/2176-4158/rcpa.v15n2p111-121>
- 765 Signoretti, R.D., Fernando, J., Valadares, S.D.C., Pereira, J.C., Garcia, G., Araújo, L.  
766 De, Cecon, P.R., Queiroz, A.C. De, 1999. Eficiência de Utilização da Energia  
767 Metabolizável para Ganho de Peso e Exigências de Energia Metabolizável. *Rev.*  
768 *Bras. Zootec.* 28, 214–221.
- 769 Silva, J. G. M., Aguiar, E. M. de, Lima, G. F. da C., Rego, M. M. T., Silva, H. P. da,  
770 Goes Neto, P. E. de, Catunda, K. L. M. 2016. Desempenho de cabras leiteiras no  
771 semiárido brasileiro alimentadas com cactáceas nativas e introduzidas. *EMPARN -*  
772 *Natal, RN – Brasil*. 1 -24.
- 773 Silva, R. C., Ferreira, M. A., Oliveira, J. C. V., Santos, D. C., Gama, M. A. S., Chagas,  
774 J. C. C., Pereira, L. G. R. 2018. Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta*  
775 [Haw.] Haw.) spineless cactus as an option in crossbred dairy cattle diet. *South*  
776 *African J. Animal Science*. 48(3), 516-525.  
777 <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v48i3.12>.
- 778 Van Soest, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminants. 2.ed. Ithaca: Cornell  
779 University Press.
- 780 Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral  
781 detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition.  
782 *Journal of Dairy Science*. 74, 3583-3597.
- 783
- 784
- 785
- 786
- 787

788

**CAPÍTULO II**

---

789

**Palma forrageira na alimentação de cabras em lactação: Qualidade do**

790

**leite e do queijo coalho**

791

792

793

794

795

796

797

798

799

800

801



802 **PALMA FORRAGEIRA NA ALIMENTAÇÃO DE CABRAS EM LACTAÇÃO:**  
803 **QUALIDADE DO LEITE E DO QUEIJO COALHO**

804

805 **RESUMO**

806 Objetivou-se avaliar a qualidade do leite e queijo coalho de cabras Saanen alimentadas  
807 com palma *Opuntia* (*Opuntia stricta* Haw) em substituição à *Nopalea* (*Nopalea*  
808 *cochenillifera* Salm-Dyck). Foram utilizadas 10 cabras da raça Saanen com peso  
809 corporal 50±10 kg, divididas em primíparas e múltíparas, com produção de leite de 3,5  
810 kg/dia, distribuídas em um duplo quadrado latino 5 x 5. Os tratamentos foram: Controle  
811 (sem utilização de palma); 0; 11,5; 23,5; e 35% de palma *Opuntia* em substituição à  
812 *Nopalea* na matéria seca da dieta. As amostras de leite foram analisadas  
813 individualmente quanto à composição físico-química, e 10L de leite por cada tratamento  
814 foi pasteurizado para fabricação do queijo coalho, sendo avaliado rendimento,  
815 características físico-químicas e sensoriais. Ocorreu variação nos teores de sólidos totais  
816 do leite, as dietas com *Nopalea* apresentaram menor teor (9,91%) em relação à dieta  
817 controle (10,12%). Os teores de proteína, lactose e caseína sofreram efeito quadrático.  
818 Ocorreu variação na composição físico-química do queijo para os teores de gordura,  
819 proteína, pH e rendimento, as dietas com palma diminuíram os teores de gordura em  
820 relação a dieta controle, cujos valores médios foram 20,21% (*Opuntia*), 21,30%  
821 (*Nopalea*) e 22,70% (controle). No entanto, os teores de proteína foram maiores para as  
822 dietas com *Opuntia* (20,82%) em relação à dieta controle (16,92%). A dieta controle  
823 promoveu maior rendimento do queijo em relação às dietas com palma. O queijo coalho  
824 proveniente do tratamento com maiores níveis de *Opuntia* foram mais bem avaliados  
825 pelos provadores. No teste de intenção de compra não houve diferença para os queijos  
826 coalho de leite de cabras Saanen alimentadas com palma *Opuntia* e *Nopalea* ou feno de  
827 Tifton. A palma *Opuntia* em substituição a *Nopalea* ao nível de 35% não altera a  
828 qualidade do leite e do queijo coalho de cabras Saanen, bem, como não altera a  
829 aceitação em relação aos atributos sensoriais.

830 **Palavras-chave:** atributos sensoriais, *nopalea*, *opuntia*, leite de cabra, queijo coalho

831

832

833

834

835

836

837

838

839 **ABSTRAT**

840 The aim of this study was to evaluate the quality of milk and rennet cheese from Saanen  
841 goats fed with *Opuntia* spineless cactus (*Opuntia stricta* Haw) as a replacement for  
842 *Nopalea* spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck). Ten Saanen goats with a  
843 body weight of  $50 \pm 10$  kg were used, divided into primiparous and multiparous group,  
844 with milk production of 3.5 kg/day, distributed in a 5 x 5 Latin double square. The  
845 treatments were: Control (without spineless cactus); 0; 11.5; 23.5; and 35% of *Opuntia*  
846 replacing *Nopalea* based on dry matter. The milk samples were individually analyzed  
847 for physical-chemical composition, and 10L of milk per treatment was pasteurized for  
848 the rennet cheese production; and yield, physical-chemical and sensory characteristics  
849 were evaluated. There was variation in the content of total milk solids, the diets with  
850 *Nopalea* showed lower content (9.91%) in relation to the control diet (10.12%). Protein,  
851 lactose and casein contents suffered a quadratic effect. There was variation in the  
852 physical-chemical composition of the cheese for the levels of fat, protein, pH and yield,  
853 the diets with s. cactus decreased the levels of fat concerning to the control diet, whose  
854 average values were 20.21% (*Opuntia*); 21.30% (*Nopalea*) and 22.70% (control).  
855 However, protein levels were higher for *Opuntia* (20.82%) diets compared to the  
856 control diet (16.92%). Control diet promoted higher cheese yield compared to diets with  
857 s.cactus. Rennet cheese from the treatment with higher *Opuntia* levels was better  
858 evaluated by the tasters. There was no difference in the purchase intention test for  
859 Saanen goats' milk rennet cheeses fed with *Opuntia* and *Nopalea* s.cactus or Tifton hay.  
860 The *Opuntia* s.cactus replacing *Nopalea* at the 35% level does not change the quality of  
861 the milk and rennet cheese of Saanen goats, as well as it does not change the acceptance  
862 in relation to sensory attributes.

863

864 **Keywords:** *Nopalea*, *Opuntia*, goat milk, rennet cheese, sensory attributes

865

866

867

868

869

870

871

872

873

## 874 **Introdução**

875

876 A produção mundial de leite de cabra foi de aproximadamente 18 milhões de  
877 toneladas. No entanto, a participação do leite caprino corresponde a apenas 2% da  
878 produção mundial de leite (FAOSTAT, 2018). Esses índices denotam a necessidade de  
879 estratégias para desenvolvimento e fortalecimento da cadeia produtiva, tendo em vista  
880 aumentar sua participação no agronegócio, com a conquista de novos mercados no que  
881 tangente ao consumo de leite de cabra e derivados.

882 O leite de cabra e seus subprodutos são excelentes fontes de proteína (Campos et  
883 al., 2020), e seus benefícios para saúde humana são vários, dentre eles destacam-se a  
884 capacidade de anti-inflamatória, otimização da digestão, melhor biodisponibilidade dos  
885 nutrientes, aumento do metabolismo e evita o acúmulo de toxinas no corpo,  
886 beneficiando a saúde em geral (Turkmen, 2017). Porém, a dieta ingerida pelos animais  
887 pode modificar a quantidade e qualidade do leite produzido.

888 No semiárido brasileiro, o uso da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) na  
889 alimentação de ruminantes está consolidado como excelente fonte de energia e água.  
890 Isto porque os cladódios da palma apresentam como características nutricionais alto teor  
891 de água ( $890 \pm 36,7$  g/kg), carboidratos não fibrosos (500–610 g/kg) e nutrientes  
892 digestíveis totais ( $650 \pm 31$  g/kg; Rocha Filho et al., 2021). Entretanto, a composição  
893 química e, conseqüentemente, o valor nutritivo da palma pode ser afetado por fatores  
894 como a espécie e genótipo (Batista et al., 2009), o nível de inclusão na dieta, associação  
895 com outros ingredientes, presença de espinhos, entre outros, os quais resultarão em  
896 diferentes implicações nutricionais (Lopes et al., 2020), podendo afetar o desempenho  
897 produtivo e o produto final.

898 Recentemente, a propagação da praga cochonilha do carmim (*Dactylopius* sp.)  
899 tem dificultado a produção dos genótipos comumente cultivados na região (*Opuntia*  
900 *ficus-indica* Mill.), sendo responsável por incertezas quanto a alimentação dos rebanhos  
901 e grandes perdas econômicas para os produtores. O uso de produtos químicos para  
902 controlar essa praga não é a solução mais viável, pois compromete a sustentabilidade  
903 ambiental da produção (Monteiro et al., 2018). Assim, novos genótipos de palma  
904 forrageira resistentes à cochonilha têm sido selecionados e avaliados na dieta de  
905 ruminantes (Pinheiro et al., 2014; Monteiro et al., 2018; Silva et al., 2018).

906 Dentre os genótipos resistentes destacam-se Miúda [Gênero: *Nopalea* sp.,  
907 (espécie: *Nopalea cochenilifera* Salm-Dyck)] e Orelha de Elefante Mexicana [Gênero:

908 *Opuntia* sp., (espécie: *Opuntia strica* Haw.) [Haw]. A Palma Miúda é mais palatável  
909 quando comparada a outras variedades, porém apresenta uma menor resistência à seca  
910 (Silva & Santos, 2006). A Orelha de Elefante Mexicana – OEM em aspectos  
911 agronômicos é mais produtiva e menos exigente, todavia, a presença de espinhos pode  
912 comprometer sua palatabilidade e dificultar seu manejo. No entanto, ainda não existem  
913 estudos validando a utilização do genótipo OEM na alimentação de cabras leiteiras.

914 Hipotetizou-se que cabras leiteiras alimentadas com palma forrageira  
915 apresentariam melhor desempenho produtivo e qualidade do leite e do queijo coalho do  
916 que aquelas recebendo dietas a base de feno de tifton; e que a substituição da palma  
917 *Nopalea* pela palma *Opuntia* não alteraria a produção e qualidade do leite e do queijo  
918 coalho. Neste sentido, objetivou-se avaliar a produção e composição do leite e qualidade  
919 do queijo coalho de cabras Saanen alimentadas com palma *Opuntia* em substituição à  
920 *Nopalea*.

921

## 922 **Material e Métodos**

923

### 924 *Local do experimento e licença ética*

925 O experimento foi conduzido no setor de Caprinovinocultura do Departamento  
926 de Zootecnia (DZ), na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), na cidade  
927 de Recife, (classificação climática de Koppen As' e Ams'). A pesquisa foi aprovada  
928 pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal Rural de  
929 Pernambuco (CEUA/UFRPE), processo número 23082.0105/2018-2 e licença  
930 142/2018.

931

### 932 *Animais, dietas e delineamento experimental*

933 Foram utilizadas 10 cabras da raça Saanen em lactação com  $50 \pm 10,09$  kg de  
934 peso corporal, após a identificação e pesagem das fêmeas, foram tratadas contra ecto e  
935 endoparasitos e divididas em primíparas e múltíparas, sincronizadas com vistas a se  
936 obter todos os partos na mesma época e garantir a homogeneidade no período de  
937 lactação. As cabras foram alojadas em instalações higienizadas sob manejo uniforme em  
938 galpão coberto, mantidas individualmente, confinadas em baias de madeira, suspensas a  
939 60 cm do solo, com piso ripado medindo 1,10 x 1,20 m, providas de comedouro e  
940 bebedouro.

941 Os animais foram distribuídos em cinco dietas experimentais que consistiam em  
 942 diferentes níveis palma *Opuntia stricta* [Haw]. Haw. (*Opuntia*) em substituição a palma  
 943 *Nopalea cochenillifera* Salm- Dyck (*Nopalea*), de acordo com os seguintes tratamentos:  
 944 Tratamento controle (Base de feno de tifton e concentrado); 0; 11,5; 23,5 e 35% de  
 945 palma *Opuntia*, na base da matéria seca. As dietas foram formuladas de acordo com o  
 946 NRC (2007), com relação volumoso: concentrado de 500:500 g/kg, para satisfazer as  
 947 exigências nutricionais de cabras leiteiras produzindo 3,5 kg de leite/dia corrigido para  
 948 3,5% de gordura, com base na composição dos ingredientes. A ração foi fornecida *ad*  
 949 *libitum* na forma de mistura completa, ofertada duas vezes por dia, às 7h30m e 16h00,  
 950 permitindo-se sobras de 10% (base da MS).

951 O delineamento experimental utilizado foi quadrado latino duplo (5x5)  
 952 simultâneos, utilizando-se 10 animais (5 primíparas e 5 multíparas), em cinco períodos  
 953 experimentais e cinco tratamentos. Os animais foram avaliados por 95 dias divididos em  
 954 cinco períodos de 19 dias cada, sendo os 14 primeiros para adaptação experimental dos  
 955 animais, seguidos de cinco dias para coleta de dados e amostras. As Tabelas 1 e 2  
 956 apresentam a composição química dos ingredientes, participação dos ingredientes e  
 957 composição e química das dietas experimentais.

958

959 Tabela 1. Composição química dos ingredientes das dietas experimentais.

Composição Química (g/kg)	Feno de Tifton	Palma <i>Nopalea</i>	Palma <i>Opuntia</i>	Milho Moído	Farelo de Soja
Matéria Seca <sup>1</sup>	900,1	111,9	138,0	873,0	871,3
Matéria Mineral <sup>2</sup>	60,8	101,7	82,2	17,0	64,9
Matéria Orgânica <sup>2</sup>	939,2	898,3	917,8	983,0	935,1
Proteína Bruta <sup>2</sup>	114,7	58,1	46,4	96,1	489,3
Extrato Etéreo <sup>2</sup>	16,0	19,0	20,3	40,2	17,9
Fibra em Detergente Neutro cp <sup>2;3</sup>	694,9	211,4	244,6	113,4	136,1
FDN indegestível <sup>2</sup>	342,1	118,3	164,5	37,2	31,0
Fibra em Detergente Ácido <sup>2</sup>	399,5	143,4	150,1	54,4	104,7
Carboidratos totais <sup>2</sup>	808,5	821,3	851,2	846,7	427,9
Carboidratos não fibrosos <sup>2</sup>	113,6	609,9	606,5	733,3	291,8
Lignina <sup>2</sup>	57,4	28,2	25,1	11,9	16,9

960 <sup>1</sup>base na matéria natural; <sup>2</sup>base na matéria seca; <sup>3</sup>corrigida para cinzas e proteínas

961 Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição nutricional das dietas  
 962 experimentais.

Ingredientes (g/Kg da MS)	Tratamentos				
	Níveis de palma <i>Opuntia</i> (%)				
	Controle	0	11,5	23,5	35
Feno de Tifton	500	150	150	150	150
Palma <i>Nopalea</i>	0	350	235	115	0
Palma <i>Opuntia</i>	0	0	115	235	350
Milho	308	318	317,5	316,5	315,5
Farelo de Soja	160	160	160	160	160
Ureia+Sulfato de amônio <sup>1</sup>	2	7	7,5	8,5	9,5
Calcário calcítico	15	0	0	0	0
Sal comum	5	5	5	5	5
Mistura Mineral	10	10	10	10	10
Composição Química da dieta (g/ Kg)					
Matéria Seca <sup>2</sup>	883,3	255,0	267,9	283,3	300,5
Matéria Mineral <sup>3</sup>	76,1	75,5	73,2	70,9	68,7
Matéria Orgânica <sup>3</sup>	923,9	924,5	926,8	929,1	931,4
Proteína Bruta <sup>3</sup>	170,9	166,0	166,0	167,3	168,7
Extrato Etéreo <sup>3</sup>	23,2	24,7	24,8	24,9	25,0
Fibra em Detergente Neutro cp <sup>3:4</sup>	404,1	236,1	239,8	243,7	247,4
FDN indegestível <sup>2</sup>	181,2	106,1	111,2	116,5	121,6
Fibra em Detergente Ácido <sup>2</sup>	232,8	144,0	144,8	145,6	146,4
Carboidratos totais <sup>3</sup>	729,8	733,8	736,0	736,9	737,7
Carboidratos não fibrosos <sup>3</sup>	325,7	497,8	496,1	493,2	490,3
Lignina <sup>3</sup>	35,1	25,0	24,6	24,2	23,9
NDT (%)	67,42	73,71	73,84	73,95	74,00

963 MS - Matéria seca; <sup>1</sup>Proporção de 9:1, base da matéria natural; <sup>2</sup>base da matéria natural; <sup>3</sup>base da matéria  
 964 seca; <sup>4</sup>corrigida para cinzas e proteínas.

965

966

#### 967 *Análises da composição do leite*

968

969 As cabras foram ordenhas manualmente, duas vezes ao dia (6h30m e 14h), após  
 970 higienização e desinfecção dos tetos com solução pré e pós *dipping* (iodo glicerinado a  
 971 2%). As amostras de leite foram coletadas no 15º ao 17º dia de cada período de ordenha,  
 972 e realizadas amostras compostas da produção de leite diária para cada cabra. Uma

973 alíquota de 50 mL foi armazenada em recipiente plástico contendo conservante  
974 (Bronopol®), mantida em temperatura entre 2 e 6°C, e enviada para o Laboratório do  
975 Programa de Gerenciamento de Rebanhos Leiteiros do Nordeste (PROGENE) -  
976 Universidade Federal Rural de Pernambuco, para as análises de gordura, proteína,  
977 lactose, ureia, caseína e sólidos totais, utilizando -se o equipamento Bentley® 2000  
978 (Bentley 2000, Bentley instrument, Inc. Minnesota, USA).A contagem de células  
979 somáticas (CCS) foi feita utilizando-se um contador eletrônico Somacount500.

980 O pH do leite foi aferido com potenciômetro digital, para a temperatura (T) e a  
981 densidade (D) foi utilizado o termolactodensímetro. A determinação da acidez Dornic  
982 (D°) foi realizada segundo metodologia descrita na Instrução Normativa n° 68 (Brasil,  
983 2006), consistindo na titulação de 10 mL de leite com solução alcalina (NaOH) a 0,1 N,  
984 utilizando como indicador colorimétrico a fenolftaleína a 1%.

985

#### 986 *Processamento do queijo coalho e Avaliação do rendimento*

987

988 Para elaboração do queijo coalho retirou-se amostras de 10L de leite de cada  
989 tratamento, referente às duas ordenhas diárias de cada animal. Para fabricação dos  
990 queijos procedeu-se as seguintes etapas: 1) Ordenha higiênica; 2) Pesagem, filtragem e  
991 pasteurização lenta do leite (65 ° C por 30 minutos); 3) Resfriamento a 39°C seguida da  
992 adição de cloreto de cálcio (0,001% p/v, 40mL/100L); e coalho (0,001% p/v,  
993 30mL/100L); 4) Coagulação do leite, 40 - 60 minutos; 5) Corte da coalhada em cubos  
994 1,5 a 2 cm; 6) Homogeneização para promover a drenagem do soro do leite; 7)  
995 Dessoragem; 8) Salga – adição de 1% de Cloreto de Sódio (NaCl) para cada 10 L de  
996 leite; 9) Transferência da coalhada para formas retangulares;10) Prensagem e viragem  
997 por 4 horas; 11) Os queijos foram retirados da forma, pesados, identificados e  
998 embalados e 12) Maturação em condições de refrigeração a 4°C ( $\pm 1$  °C), durante 7 dias.  
999 Todas as etapas de processamento foram realizadas conforme recomendação do  
1000 Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo de Coalho (BRASIL, 2001).  
1001 Após o período de maturação, foi realizada avaliação do rendimento; em seguida, foram  
1002 retiradas amostras representativas para as análises físico-químicas, microbiológica (para  
1003 controle higiênico-sanitário das amostras destinadas a análise sensorial).

1004 O rendimento dos queijos coalhos de cada tratamento foi calculado pela  
1005 equação:

1006

1007 
$$\text{Rendimento do queijo coalho (\%)} = (P_q/P_f) \times 100$$

1008

1009 Em que:  $P_q$  = Peso do queijo coalho e  $P_f$  =Peso Leite + Ingredientes (Yunes &  
1010 Benedet, 2000).

1011

#### 1012 *Análises físico-química do queijo coalho*

1013 O pH foi mensurado através do auxílio do pHmetro. As amostras de umidade e cinzas  
1014 foi feita através da metodologia descrita pela AOAC 925.23. Para gordura utilizou-se o  
1015 butirômetro de Gerber, pelo método IAL 465 IV. A proteína foi analisada pelo método de  
1016 Micro-Kjedahl, com o fator 6,38 multiplicando pela porcentagem de nitrogênio (AOAC,  
1017 991.20 e 991.23).

1018

#### 1019 *Avaliação microbiológica*

1020 As análises microbiológicas dos queijos foram feitas respeitando as exigências  
1021 da Resolução N°196/96 do Conselho Nacional de Saúde, para controle higiênico-  
1022 sanitário das amostras destinadas a análise sensorial, foram avaliadas as bactérias  
1023 previstas na Legislação segundo a RDC n° 12 de 02/01/01 da ANVISA, que estabelece  
1024 os Coliformes totais e termo tolerantes a 45°C (*Escherichia coli*) (número mais  
1025 provável/g), *Staphylococcus aureus* (UFC/g) e verificados a presença ou ausência de  
1026 *Salmonella* sp. *E. listeria* LS. As análises foram feitas através dos kits rápidos, placas de  
1027 compactdry Cap - Lab, realizadas em três etapas, sendo a primeira a inoculação, seguido  
1028 da incubação e posteriormente a contagem.

1029

#### 1030 *Análise sensorial*

1031 Para a análise sensorial utilizou-se amostras de cubos com 30 g do queijo coalho  
1032 de cada tratamento a 7°C, distribuídas em copos descartáveis codificados com números  
1033 aleatórios de três dígitos colocadas em bandejas brancas acompanhadas de água a  
1034 temperatura ambiente e bolacha sem sal para remover o sabor residual entre as  
1035 amostras. As amostras foram servidas para 100 provadores não treinados, em cabines  
1036 individuais com iluminação branca, utilizando-se fichas com escala hedônica de nove  
1037 pontos, considerando os atributos aspecto, cor, odor, textura, sabor e impressão global.  
1038 Os pontos da escala consistiram em: 1 - desgostei; 2 - desgostei muito; 3 - desgostei  
1039 moderadamente; 4 - desgostei levemente; 5 - nem gostei nem desgostei; 6 - gostei  
1040 levemente; 7 - gostei moderadamente; 8 -Gostei muito e 9 - Adorei.



1041 O teste de intenção de compra foi avaliado usando uma escala estruturada de 5  
 1042 pontos que variou de 1 (jamais compraria) a 5 (compraria). Os avaliadores foram  
 1043 recrutados entre estudantes, funcionários e professores da Universidade Federal e  
 1044 Federal Rural de Pernambuco (Brasil, Recife), recrutados segundo o interesse e o hábito  
 1045 do consumo de queijo coalho de leite de cabra.

1046

#### 1047 *Análise estatística*

1048 O delineamento experimental utilizado foi quadrado latino duplo (5×5)  
 1049 simultâneos, sendo cinco animais, cinco períodos e cinco tratamentos (um controle e 4  
 1050 níveis de substituição da palma *Nopalea* pela palma *Opuntia*). Para todos os  
 1051 procedimentos adotou-se o PROC MIXED do Programa SAS (2009) (version 9.4, SAS  
 1052 Institute Inc., Cary, NC, USA), de acordo com o modelo:

1053

$$1054 Y_{ijkl} = \mu + T_i + Q_j + P_k + (A/Q)_{lj} + T \times Q_{ij} + \varepsilon_{ijkl}$$

1055

1056 Em que:  $Y_{ijkl}$  = variável dependente da observação  $ijkl$ ;  $\mu$  = média geral;  $T_i$  =  
 1057 efeito fixo do tratamento  $i$ ;  $Q_j$  = efeito fixo do quadrado  $j$ ;  $P_k$  = efeito aleatório do  
 1058 período  $k$ ;  $(A/Q)_{lj}$  = efeito aleatório do animal  $l$  dentro do quadrado  $j$ ;  $T \times Q_{ij}$  = efeito  
 1059 fixo da interação entre o tratamento  $i$  e o quadrado  $j$ ;  $\varepsilon_{ijkl}$  = erro aleatório residual com a  
 1060 média 0 e variância  $\sigma^2$ .

1061 Os dados foram submetidos a análises de variância e regressão, adotando 5%  
 1062 como nível de significância. Para os efeitos dos tratamentos foram realizados contrastes  
 1063 ortogonais: C1 – testar a diferença entre o tratamento controle versus a dieta com 35%  
 1064 de *Nopalea*; C2 – Testar a diferença entre o Controle versus a dieta com 35% de  
 1065 *Opuntia* e C3 – Testar a diferença entre a dieta 35% de *Nopalea* versus dieta com 35%  
 1066 de *Opuntia*. Para a análise de regressão utilizou-se os dados das dietas com palma. Para  
 1067 a análise sensorial do queijo coalho foi realizado o teste de tukey ( $p < 0,05$ ).

1068

#### 1069 **Resultados**

1070 Não foi observado variação das dietas experimentais na composição química do  
 1071 leite para os teores de gorduras, proteína, lactose, sólidos não gordurosos e caseína.  
 1072 Todavia, os sólidos totais apresentaram menores teores para a dieta com palma *Nopalea*  
 1073 (9,91 g/100) em relação a deita controle (10,11 g/100) e o nitrogênio ureico do leite

1074 apresentou maior valor de excreção quando as cabras receberam a dieta controle (28,09  
1075 g/100) (Tabela 3).

1076 Ocorreu efeito linear decrescente nos teores de gordura e sólidos totais, com a  
1077 substituição da *Nopalea* por *Opuntia* comparada com a dieta Controle ( $p>0,05$ ) cujos  
1078 valores variaram de 2,80 a 2,41 e 10,12 a 9,60 g/100, respectivamente. Os teores de  
1079 proteína, lactose e caseína sofreram efeito quadrático.

1080 A composição física apresentou variação para temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) e acidez Dornic  
1081 ( $^{\circ}\text{D}$ ), a dieta com 35% de *Opuntia* apresentou maior temperatura (30,75  $^{\circ}\text{C}$ ) e a dieta  
1082 com *Nopalea* foi maior para acidez Dornic (16,00  $^{\circ}\text{D}$ ). A substituição da *Nopalea* por  
1083 *Opuntia* apresentou efeito quadrático em relação ao pH (Tabela 3).

1084 Em relação à composição físico-química do queijo (Tabela 4) ocorreu variação  
1085 nos teores de gordura, proteína, pH e no rendimento ( $p<0,05$ ). Os resultados da  
1086 avaliação do contraste, controle versus a dieta com 35% de palma *Nopalea* e Controle  
1087 versus a dieta com 35% de palma *Opuntia* foram significativos ( $P<0,05$ ), sendo o teor  
1088 de gordura dos queijos provenientes das dietas com palma menor (20,21%) do que o da  
1089 dieta controle (22,70%) e o teor de proteína foram maiores nos tratamentos com dieta  
1090 contendo palma *Nopalea* (20,28 %) e *Opuntia* (20,82).

1091 Os valores de pH foram menores para a dieta com 35% de *Nopalea* (6,75) e  
1092 *Opuntia* (6,70) em relação a dieta controle (6,83). As dietas com palma promoveram um  
1093 menor rendimento do queijo coalho em comparação à dieta controle. Ocorreu efeito  
1094 quadrático para o teor de gordura e efeito linear decrescente para o pH e rendimento dos  
1095 queijos (Tabela 4).

1096 Os valores registrados nas análises microbiológicas dos queijos coalhos  
1097 apresentavam-se de acordo com as normas vigentes com relação às análises para  
1098 *Coliformes* a 35  $^{\circ}\text{C}$  e 45  $^{\circ}\text{C}/25\text{g}$  ( $2 \times 10^{-1}$ ), *Staphylococcus* coagulase positiva (log  
1099 UFC/g) ( $5 \times 10^{-1}$ ), *Salmonella* spp./25g (Ausente) e *Listeria monocytogenes*/25g (Ausente)  
1100 para queijos de media umidade (maior que 46% e menor que 55%) baseados na  
1101 Resolução RDC N $^{\circ}$  12, de 02 de janeiro de 2001, que dispõe sobre o regulamento  
1102 técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, apresentando-se aptos para a  
1103 utilização na análise sensorial, não representando riscos à saúde dos provadores.

1104 Tabela 3. Composição físico química do leite de cabras Saanen alimentadas com palma *Opuntia* em substituição a *Nopalea*

Variáveis (g/100)	Tratamentos							P- valor				
	Níveis de <i>Opuntia</i> (%)							Contraste				
	Controle	0	11,5	23,5	35	EPM	ANOVA	C1	C2	C3	L	Q
Gordura	2,80	2,74	2,53	2,63	2,41	0,154	0,145	-	-	-	0,042	0,944
Proteína	2,55	2,49	2,57	2,58	2,47	0,077	0,349	-	-	-	0,755	0,028
Lactose	3,92	3,85	3,94	3,93	3,88	0,045	0,284	-	-	-	0,527	0,027
Sólidos Totais	10,12	9,91	9,86	9,83	9,60	0,203	0,045	0,219	0,007	0,077	0,042	0,376
SNG <sup>1</sup>	7,32	7,18	7,35	7,21	7,19	0,096	0,341	-	-	-	0,754	0,216
Caseína	1,94	1,85	1,94	1,97	1,85	0,083	0,167	-	-	-	0,857	0,015
Nitrogênio ureico (mg/dL)	28,09	22,19	22,29	20,45	20,57	1,192	0,0007	0,010	0,002	0,423	0,168	0,994
Composição Física e Contagem de Células Somáticas												
Temperatura (°C)	30,34	30,67	30,70	30,67	30,75	0,31	0,027	0,067	0,026	0,613	0,594	0,793
pH	6,59	6,62	6,59	6,59	6,61	0,07	0,250	-	-	-	0,564	0,041
Densidade (g/mL)	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	0,001	0,224	-	-	-	0,334	0,364
Acidez Dornic	15,44	16,00	16,03	15,97	15,96	0,51	0,040	0,028	0,828	0,979	0,786	0,892
CCS (x1000 cél/mL)	1543,60	1243,57	895,03	1222,63	916,88	445,9	0,602	-	-	-	0,643	0,945

1105 CCS – Contagem de Célula somática; SNG – sólidos não gordurosos; EPM - Erro padrão da média; C1 – Tratamento controle versus a dieta com 35% de palma  
1106 *Nopalea*; C2 – Controle versus a dieta com 35% de palma *Opuntia* e C3 – Tratamento com 35% de palma *Nopalea* versus dieta com 35% de palma *Opuntia*; L -  
1107 efeito linear; Q - efeito quadrático.

1108 Tabela 4. Composição físico-química e rendimento do queijo coalho de leite de cabras Saanen alimentadas com palma *Opuntia* em substituição a  
 1109 *Nopalea*

Variáveis (%)	Tratamentos							P- valor				
	Níveis de <i>Opuntia</i> (%)						Contraste					
	Controle	0	11,5	23,5	35	EPM	ANOVA	C1	C2	C3	L	Q
Gordura	22,70	21,30	22,95	21,82	20,21	0,560	0,0196	0,084	0,006	0,1680	0,076	0,009
Proteína	16,92	20,28	21,78	18,24	20,82	0,359	<.0001	<0,0001	<0,0001	0,2923	0,297	0,198
Minerais	2,77	2,73	3,11	3,10	3,09	0,17	0,3241	-	-	-	0,238	0,311
Umidade	56,60	54,29	56,91	55,58	53,72	1,063	0,1868	-	-	-	0,505	0,051
Sólidos Totais	43,40	45,71	43,09	44,42	46,28	1,063	0,1868	-	-	-	0,505	0,051
pH	6,83	6,75	6,76	6,65	6,70	0,019	0,0003	0,0096	0,0005	0,1333	0,031	0,263
Rendimento	12,32	9,98	9,86	10,97	10,74	0,247	0,0347	<0,0001	0,0007	0,0518	0,017	0,838

1110 EPM - Erro padrão da média; C1 – Tratamento controle versus a dieta com 35% de palma *Nopalea*; C2 – Controle versus a dieta com 35% de palma *Opuntia* e C3  
 1111 – Tratamento com 35% de palma *Nopalea* versus dieta com 35% de palma *Opuntia*; L - efeito linear; Q - efeito quadrático.  
 1112

1113 Tabela 5. Avaliação sensorial do queijo coalho de leite de cabras Saanen alimentadas  
1114 com palma *Opuntia* em substituição a *Nopalea*.

<i>Níveis de Opuntia(%MS)</i>							
<i>Variáveis</i>	Controle	0	11,5	23,5	35	EPM	P - Valor
Aparência	6,54 <sup>b</sup>	6,44 <sup>b</sup>	6,38 <sup>b</sup>	6,81 <sup>a</sup>	7,38 <sup>a</sup>	0,19	<,0001
Cor	6,90	6,88	6,61	6,89	7,26	0,17	0,0196
Odor <sup>1</sup>	6,38	6,41	6,40	6,38	6,89	0,18	0,0513
Sabor <sup>1</sup>	6,16 <sup>b</sup>	6,54 <sup>b</sup>	6,42 <sup>b</sup>	6,77 <sup>a</sup>	7,30 <sup>a</sup>	0,24	0,0007
Textura	5,99 <sup>b</sup>	6,19 <sup>b</sup>	6,06 <sup>b</sup>	6,54 <sup>a</sup>	7,04 <sup>a</sup>	0,21	<,0001
Avaliação Global	6,11 <sup>b</sup>	6,39 <sup>b</sup>	6,29 <sup>b</sup>	6,78 <sup>a</sup>	7,13 <sup>a</sup>	0,21	0,0005
Intenção de Compra	3,36	3,48	3,36	3,62	4,87	1,17	0,0618

1115 <sup>1</sup>Característico caprino; EPM =Erro padrão da média, valores seguidos por letras diferentes na linha  
1116 diferem (P<0,05) entre si pelo teste de Tukey.  
1117

1118 Com relação avaliação sensorial (Tabela 6) pode-se verificar que houve  
1119 diferença (p<0,05) entre os tratamentos para os atributos aparência, sabor, textura e  
1120 avaliação global. Os queijos dos tratamentos das dietas com 23,5 e 35% de *Opuntia* em  
1121 substituição a *Nopalea* foram os mais aceitos com relação aos atributos sensoriais  
1122 aparência, sabor, textura e avaliação global com escore de (6,81 e 7,38; 6,77 e 7,30;  
1123 6,54 e 7,04; e 6,78 e 7,13, respectivamente, de acordo com a escala hedônica.

1124

## 1125 **Discussão**

1126 As dietas com palma *Opuntia* e *Nopalea* proporcionaram uma diminuição nos  
1127 níveis de gordura e sólidos totais do leite em função da substituição da palma *Nopalea*  
1128 pela *Opuntia* (Tabela 3), pode ter ocorrido devido ao aumento da produção de leite  
1129 Kg/dia (Capítulo I), considerando que a produção de leite é inversamente proporcional à  
1130 quantidade dos componentes do leite principalmente gordura; assim, quanto maior a  
1131 produção menor os constituintes do leite. Resultado semelhante em relação à  
1132 diminuição no teor de gordura do leite foi encontrado por (Mahouachi; Atti; Hajji,  
1133 2012) quando utilizaram palma na dieta de cabras leiteiras.

1134 O fator nutricional que pode ser considerado para essa diminuição nos níveis de  
1135 gordura e sólidos totais é a variação na composição das dietas em relação aos teores de  
1136 FDN e CNF (Tabela 2). A gordura do leite é o constituinte de maior variabilidade sofre

1137 variação em relação ao teor de FDN da dieta; desse modo, o teor de FDN adequado  
1138 mantém o equilíbrio das funções ruminais, principalmente a relação acetato:propionato,  
1139 ácidos graxos voláteis responsáveis pelos níveis de gordura no leite.

1140 Os níveis de nitrogênio ureico do leite diminuíram com a utilização da *Nopalea*  
1141 e *Opuntia*, que resultou em aproveitamento dos aminoácidos para síntese de proteína e  
1142 caseína do leite (Tabela 3). Pode se considerar que as dietas contendo palma estavam  
1143 com os níveis de proteína e energia adequados (Tabela 2), considerando que a  
1144 diminuição da excreção de nitrogênio ureico (mg/dL) no leite, pode ser resultado da  
1145 eficiência de utilização do nitrogênio da dieta devido a disponibilidade de uma fonte  
1146 energética e proteica em equilíbrio. As concentrações de ureia plasmática e no leite são  
1147 utilizadas como ferramentas para avaliação das dietas sendo bons indicadores de  
1148 metabolismo e ingestão de proteína para fêmeas em lactação (Schuba et al., 2017).

1149 A acidez Dornic do leite de cabra pode variar de 13 a 18° D (Brasil, 2000). As  
1150 dietas com palma aumentaram a acidez do leite, todavia, encontra-se dentro do padrão  
1151 considerado pela IN 37 para leite de cabra (Tabela 3). O pH apresentou diferença entre  
1152 os tratamentos (Tabela 3), vários são os fatores que podem levar a modificação do pH  
1153 no leite entre eles os teores de ácido lático representado pela acidez Dornic. A redução  
1154 do pH é proporcional ao aumento da acidez (Walstra, 2001).

1155 Em relação à composição físico-química e rendimento do queijo, as alterações  
1156 estão ligadas diretamente a composição do leite, principalmente pelo efeito linear  
1157 decrescente dos teores de gordura e sólidos totais e pelo efeito quadrático do teor de  
1158 caseína (Tabela 4), conseqüentemente, diminuiu os teores de gordura e o rendimento do  
1159 queijo coalho referente aos tratamentos com dietas contendo palma. Pazzola et al.  
1160 (2019) afirmam que a composição do leite tem influência direta na qualidade do queijo  
1161 e quando avaliaram o efeito da composição do leite caprino na qualidade do queijo  
1162 observaram que o aumento do teor de gordura e proteína no leite melhorou o  
1163 rendimento do queijo.

1164 A relação do teor de caseína:proteína do leite proveniente das dietas com palma  
1165 *Opuntia* e *Nopalea* favoreceu a quantidade dos teores de proteína do queijo coalho. Mas  
1166 influenciou a coagulação enzimática utilizada no presente estudo, diminuindo a  
1167 quantidade da massa coagulada devido a ação específica da enzima quimosina na  
1168 caseína do leite, conseqüentemente, diminuiu o percentual do rendimento dos queijos  
1169 coalhos.

1170 O queijo coalho de leite de cabras alimentadas com palma forrageira apresentou  
1171 menores teores de gordura e maiores teores de proteína, características favoráveis para  
1172 saúde do consumidor. Atualmente, há um crescente procura por alimentos nutracêutico,  
1173 neste sentido, o leite de cabra apresenta menores glóbulos de gordura que proporcionam  
1174 uma melhor digestibilidade no organismo humano, além de possuir uma menor  
1175 concentração de caseína, fato que minimiza problemas alérgicos em humanos  
1176 (Madureira et al., 2017).

1177 Os escores obtidos na avaliação dos atributos sensoriais do queijo coalho de  
1178 cabras alimentadas com palma *Opuntia*, de acordo com a classificação da escala  
1179 hedônica, representaram uma boa aceitação pelos provadores, principalmente referente  
1180 à aparência, sabor, textura e avaliação global (Tabela 5). É importante destacar que não  
1181 houve diferença entre os tratamentos de acordo com o resultado do teste de intenção de  
1182 compra, destacando que houve a aceitação para os queijos coalho de leite de cabras  
1183 Saanen alimentadas com palma *Opuntia* e a *Nopalea*.

1184

## 1185 **Conclusão**

1186

1187 A palma *Opuntia* em substituição a *Nopalea* no nível de 35% utilizada na dieta  
1188 de cabras Saanen em lactação não alterou a qualidade do leite e do queijo coalho, assim  
1189 como, sua aceitação em relação aos atributos sensoriais.

1190

1191

1192

1193

1194

1195

1196

1197

1198

1199

1200

1201

1202

1203

1204 **Referência Bibliográfica**

1205

1206 AOAC - Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis.  
1207 Washington, 14a ed.; 2000.

1208 Batista, A.M.V., Ribeiro Neto, A.C., Lucena, R.B., Santos, D.C., Dubeux, J.B.,  
1209 Mustafa, A.F. (2009). Chemical composition and ruminal degradability of  
1210 spineless cactus grown in Northeastern Brazil. *Rangel Ecol Manag*, 62, 297-301.  
1211 doi.org/10.2111/07-099R1.1

1212 Brasil. 2000. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de  
1213 Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº37 de 31 de  
1214 outubro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de  
1215 Leite de Cabra. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília – Brasil.

1216 Brasil. 2006. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa  
1217 número 68, de 12 de dezembro de 2006. Estabelece métodos analíticos físico-  
1218 químicos oficiais para leite e produtos lácteos. Diário Oficial da República  
1219 Federativa do Brasil, Brasília. 1 – 141.

1220 BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução  
1221 RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões  
1222 microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil,  
1223 Brasília, DF, 10 jan. 2001.

1224 Campos, A.C., Silva, A.L., Silva, A.M.A., Araujo Filho, J.M., Costa, T., Pereira Filho,  
1225 J.M., Oliveira, J.P.F., Bezerra, L.R., 2020. Dietary replacement of soybean meal  
1226 with lipid matrix-encapsulated urea does not modify milk production and  
1227 composition in dairy goats, *Anim. Feed Sci. Technol.*  
1228 doi:https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114763

1229

1230 FAOSTAT. Statistical data bases, 2018. <http://www.faostat.fao.org>. Acesso em: 19 de  
1231 fevereiro de 2019.

1232 Instituto Adolfo Lutz (São Paulo - Brasil). Métodos físico-químicos para análise de  
1233 alimentos: normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 4a ed. [1a ed. digital]. São  
1234 Paulo (SP): Instituto Adolfo Lutz; 2008.

1235 Lopes, L.A., Ferreira, M.A., Batista, A.M.V., Maciel, M.V., Barbosa, R.A., Munhame,  
1236 J.A., Silva, T.G.P., Cardoso, D.B., Vêras, A.S.C., Carvalho, F.F.R. (2020). Intake,  
1237 digestibility, and performance of lambs fed spineless cactus cv. Orelha de  
1238 Elefante Mexicana. *Asian-Australas J Anim Sci*, 33, No. 8:1284-129. doi:  
1239 10.5713/ajas.19.0328

1240 Madureira, K. M.; Gomes, V.; Araújo, W. P. Características físico-químicas e celulares  
1241 do leite de cabras Saanen, Alpina e Toggenburg. *Revista brasileira de Ciências e  
1242 Veterinária*, v. 24, n. 1, p. 39-43, 2017.

1243 Monteiro, C. C. F., Ferreira, M. A., Vêras, A. S. C., Guido, S. I., Almeida, M. P., Silva,  
1244 R. C., Inácio, J. G. 2018. A new cactus variety for dairy cows in areas infested with  
1245 *Dactylopius opuntiae*. *Animal Production Science*. 59 (3), 479-485.

1246 Mahouachi, M.; Atti, N.; Hajji, H. Use of spineless cactus (*Opuntia ficus indica* f.  
1247 *inermis*) for dairy goats and growing kids: Impacts on milk production, kid's  
1248 growth, and meat quality. *The Scientific World Journal*, 2012.



- 1249 NRC, National Research Council. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants:  
1250 sheep, goats, cervids, and new world cameldis. The National Academies Press,  
1251 Washington, USA. 39-80.
- 1252 Pazzola, M., G. Stocco, M. L. Dettori, G. Bittante, and G. M. Vacca. 2019. Effect of  
1253 goat milk composition on cheesemaking traits and daily cheese production. *Journal*  
1254 *Dairy Science*. 102:1–9. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15397>.
- 1255 Pinheiro, K.M., Silva, T.G.F., Carvalho, H.F.S., Santos, J.E.O., Morais, J.E.F., Zolnier,  
1256 S., Santos, D.C. (2014) Correlações do índice de área de cladódio com  
1257 características morfogênicas e produtivas de palma forrageira. *Pesquisa*  
1258 *Agropecuária Brasileira* **49**, 939–947. doi:10.1590/S0100-204X2014001200004
- 1259 Rocha Filho, R. R., Santos, D.C., Vêras, A.S.C., Siqueira, M.C.B., Novaes, L.P., Mora-  
1260 Luna, R., Monteiro, C.C.F., Ferreira, M.A. 2021. Can spineless forage cactus be  
1261 the queen of forage crops in dryland areas? *J. Arid Environments*. doi:  
1262 10.1016/j.jaridenv.2020.104426
- 1263 SAS Institute Inc. **Statistical Analysis System user's guide**. Version 9.1, Ed. Cary:  
1264 SAS Institute USA, 2003.
- 1265 Schuba, J., Südekum, K. H., Pfeffer, E., & Jayanegara, A. 2017. Excretion of faecal, 858  
1266 urinary urea and urinary non-urea nitrogen by four ruminant species as  
1267 influenced by dietary 859 nitrogen intake: A meta-analysis. *Livestock Science*. 198,  
1268 82-88.
- 1269 Silva, C. C. F. & Santos, L. C. 2006. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill)  
1270 como alternativa na alimentação de ruminantes. *Revista Eletrônica de Veterinária*  
1271 *REDVET*. 7(10), 1-13.
- 1272 Silva, R. C., Ferreira, M. A., Oliveira, J. C. V., Santos, D. C., Gama, M. A. S., Chagas,  
1273 J. C. C., Pereira, L. G. R. (2018). Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta*  
1274 Haw.] Haw.) spineless cactus as an option in crossbred dairy cattle diet. *South*  
1275 *African J. Animal Science*. 48(3), 516-525.  
1276 <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v48i3.12>.
- 1277 Sklan, D.; Ashkenazi, R.; Braun, A.; Devorin, A.; Tabori, K. 1992. Fatty acids, calcium  
1278 soaps of fatty acids and cottonseeds fed to high yielding cows. *Journal of Dairy*  
1279 *Science*. 75, 2463-2472.
- 1280 Turkmen, N., 2017. The nutritional value and health benefits of goat milk components.  
1281 *Nutrients in Dairy and their Implications on Health and Disease*, 441–449.
- 1282 Vasconcelos, A. G. V., Lira, M de A., Cavalcanti, V. L. B., Santos, M. V. F dos.,  
1283 Willadino, L. 2009. Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha  
1284 do carmim (*Dactylopius sp.*). *Revista Brasileira de Zootecnia*. 38 (5), 827- 831.
- 1285 Walstra, P.; Geurts, T. J.; Noomen, A.; Jellema; Van Boekel, M. A. J. S. *Ciencia de la*  
1286 *leche y tecnología de los productos lácteos*. Zaragoza: Acribia, 2001. 730p.
- 1287 Yunes, V. M., Benedet, H. D. Desenvolvimento experimental de queijo fresco de leite  
1288 da espécie bubalina. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.20, n.3,  
1289 p.285-290, 2000.
- 1290  
1291  
1292  
1293

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

1294

1295

1296 Os resultados obtidos nessa pesquisa mostram o potencial da palma Orelha de  
1297 Elefante Mexicana para a caprinocultura leiteira na região do semiárido. Em algumas  
1298 condições mostra-se superior a palma Miúda, levando em consideração os aspectos  
1299 agronômicos, resistência aos períodos de estiagem, como fonte energética e fonte de  
1300 água, e proporciona um melhor desempenho para cabras leiteiras produzindo em média  
1301 3,5 kg de leite/dia, sem comprometer a composição físico química do leite. Ressalta-se  
1302 que é necessário a adição de uma fonte fibra fisicamente efetiva, de no mínimo 15% na  
1303 base da matéria seca e com isso otimizar o consumo nas dietas a base de palma  
1304 forrageira. A palma orelha de elefante mexicana possibilita consumo de nutrientes e  
1305 digestibilidade satisfatórios, além de favorecer o consumo de água, mostrando-se eficaz  
1306 na alimentação de cabras em lactação, aumentando a eficiência alimentar, sem  
1307 comprometer os parâmetros metabólicos. Os caprinos tem a capacidade de se adaptar às  
1308 diferentes condições de alimentação, modificando seus parâmetros comportamentais  
1309 para alcançar e manter certo nível de consumo compatível com as exigências  
1310 nutricionais.