



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

EXPEDITO BARBOSA DE OLIVEIRA

USO DE PALMA FORRAGEIRA NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS LEITEIROS
NO NORDESTE BRASILEIRO

FORTALEZA

2026

EXPEDITO BARBOSA DE OLIVEIRA

USO DE PALMA FORRAGEIRA NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS LEITEIROS NO
NORDESTE BRASILEIRO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Zootecnia do Centro de
Ciências Agrárias da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de Bacharelado em Zootecnia.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Andrea Pereira Pinto.

FORTALEZA

2026

EXPEDITO BARBOSA DE OLIVEIRA

USO DE PALMA FORRAGEIRA NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS LEITEIROS NO
NORDESTE BRASILEIRO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Zootecnia do Centro de
Ciências Agrárias da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de Bacharelado em Zootecnia.

Aprovado em __/__/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Andrea Pereira Pinto (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Márcio José Alves Peixoto
Secretaria do Desenvolvimento Agrário (SDA)

Prof^ª. Dr^ª. Elzânia Sales Pereira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à Deus, por me conceder força, sabedoria e perseverança ao longo dessa caminhada acadêmica.

Aos meus familiares, pelo apoio, incentivo e compreensão nos momentos mais difíceis, sendo fundamentais para que eu chegasse até aqui.

Aos meus professores, em especial a minha orientadora, pela dedicação, paciência e pelos conhecimentos compartilhados durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas e amigos que estiveram presentes nessa trajetória, contribuindo direta ou indiretamente com apoio, motivação e troca de experiências.

À instituição de ensino, pela oportunidade de aprendizado e crescimento profissional.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, fizeram parte dessa conquista e contribuíram para a realização deste Trabalho de Conclusão de Curso.

RESUMO

Neste trabalho o objetivo foi mostrar a importância da palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) como uma alternativa viável para a alimentação de ruminantes no semiárido brasileiro. Essa região apresenta condições climáticas bastante limitantes, como baixa ocorrência de chuvas, altas taxas de evapotranspiração e longos períodos de seca, o que dificulta a produção de forragem ao longo do ano. Diante disso, a pecuária leiteira precisa de estratégias adaptadas a essa realidade, e a palma se destaca por apresentar boa produção de massa verde, alta eficiência no uso da água e boa aceitação pelos animais. Ao longo do trabalho são discutidos aspectos relacionados à importância dessa cultura no Nordeste, principalmente no que diz respeito à redução dos efeitos da sazonalidade na produção de alimento para os rebanhos. São abordadas características da planta, incluindo aspectos morfológicos, fisiológicos, bioquímicos e de manejo, com destaque para o metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), responsável pela elevada eficiência da palma forrageira no uso da água e pela adaptação às condições do semiárido brasileiro, além dos mecanismos bioquímicos relacionados à fixação de dióxido de carbono (CO₂), à formação do ácido málico e sua importância para a manutenção da atividade fotossintética em ambientes com restrição hídrica. São apresentadas práticas de cultivo, colheita e controle de pragas e doenças, que influenciam diretamente na produtividade. Com relação a composição químico-bromatológica, a palma possui alto teor de água e energia, mas apresenta baixos níveis de proteína e fibra efetiva, sendo necessário seu uso associado a outras fontes alimentares. Estudos indicam que ela pode substituir o milho em dietas de vacas leiteiras sem comprometer a produção, o que pode reduzir custos. Assim, conclui-se que a palma forrageira é uma importante aliada para a pecuária no semiárido, sendo fundamental ampliar os estudos para melhorar seu uso e manejo.

Palavras-chave: dieta; pecuária leiteira; semiárido.

ABSTRACT

The objective of this study is to demonstrate the importance of forage cacti (*Opuntia* and *Nopalea*) as a viable alternative for feeding ruminants in the Brazilian semi-arid region. This region has very limiting climatic conditions, such as low rainfall, high evapotranspiration rates, and long periods of drought, which hinder forage production throughout the year. Given this, the dairy industry needs strategies adapted to this reality, and the cactus stands out for its high green mass production, high water use efficiency, and good acceptance by the animals. Throughout this study, aspects related to the importance of this crop in the Northeast are discussed, particularly with regard to reducing the effects of seasonality on feed production for livestock. The plant's characteristics are addressed, including morphological, physiological, biochemical, and management aspects, with an emphasis on crassulacean acid metabolism (CAM), which contributes to high water use efficiency and adaptation to the conditions of the Brazilian semiarid region, alongside the biochemical mechanisms related to carbon dioxide (CO₂) fixation and malic acid formation, and their importance for maintaining photosynthetic activity in water-limited environments. Practices for cultivation, harvesting, and pest and disease control, which directly influence productivity, are presented. Regarding the chemical-bromatological composition, the palm has a highwater and energy content but low levels of protein and effective fiber, making its use in combination with other feed sources necessary. Studies indicate that it can replace corn in dairy cow diets without compromising production, which can reduce costs. Thus, it can be concluded that forage palm is an important ally for livestock farming in the semiarid region, and it is essential to expand research to improve its use and management.

Keywords: diet; dairy farming; semi-arid region.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	IMPORTANCIA DA PALMA FORRAGEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO.....	8
3	CARACTERÍSTICAS DA PALMA FORRAGEIRA.....	10
3.1	Morfologia	10
3.2	Metabolismo CAM	11
3.3	Fixação de CO₂.....	13
3.4	Ácido málico.....	14
3.5	Outros ácidos orgânicos	14
3.6	Plantio.....	16
3.7	Colheita.....	18
3.8	Pragas e doenças	18
4	UTILIZAÇÃO DA PALMA FORRAGEIRA NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS.....	20
4.1	Composição químico-bromatológica da palma forrageira	21
4.2	Utilização da palma forrageira em dietas para vacas leiteiras.....	22
5	VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DE PALMA FORRAGEIRA NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS DE LEITEIRAS.....	24
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
	REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

A região semiárida brasileira é caracterizada por baixos índices pluviométricos, alta evapotranspiração e longos períodos de estiagem, resultando em uma baixa produtividade de forragem, especialmente na época seca. Diante disso, os produtores de leite locais demandam tecnologias para conviver com tais condições edafoclimáticas, tornando-se essencial o estudo de plantas adaptadas e de técnicas de conservação e manejo que impulsionem a produtividade (Maranhão, 2021). Considerando que as regiões áridas e semiáridas do mundo representam 41% da superfície do planeta e são habitadas por 30% da população mundial, cerca de 2,5 bilhões de pessoas, surge como alternativa a palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) que tem sido amplamente cultivada nessas regiões em diversas partes do mundo (FAO, 2016).

No Brasil, a palma forrageira foi introduzida para produção de corante, porém, atualmente, é explorada essencialmente como forrageira, destacando-se como uma das principais alternativas para alimentação de ruminantes no semiárido, principalmente pela boa aceitabilidade pelos animais, elevada eficiência no uso de água e alta produtividade de matéria verde. Tradicionalmente no nordeste brasileiro a palma forrageira é utilizada no período seco na alimentação de bovinos, caprinos e ovinos, sendo estratégica em sistemas de produção de leite, contribuindo na estabilidade produtiva e na diminuição de custos de produção (Neves et al., 2010).

Inicialmente a palma era utilizada para produzir um corante através da cochonilha do carmim, mas com a introdução da palma para alimentação animal, a cochonilha antes usada como produto se tornou uma praga, sendo assim, buscou-se cultivares com maior resistência, com destaque para: palma miúda e palma orelha de elefante africana (*Opuntia undulata* Griffiths) (Vasconcelos et al., 2009), além de outros que vêm se destacando, de acordo com Santos et. al. (2013), como a orelha de elefante mexicana (*Opuntia* sp.), a IPA Sertânia e a Orelha de onça (*Napolea cochenilifera* Salm Dyck).

Entretanto, apesar das vantagens, a utilização da palma forrageira exige cuidados no balanceamento nutricional das dietas, pois possui baixo teor de proteína bruta e fibra efetiva, que são essenciais para uma boa produtividade, sendo assim, a palma depende da associação com outras fontes alimentares que complementem essas deficiências (Galvão Junior et al., 2014). Diante disto, nesta revisão de literatura o objetivo foi abordar os principais aspectos relacionados a palma forrageira e seu uso na alimentação de bovinos leiteiros.

2 IMPORTANCIA DA PALMA FORRAGEIRA NO NORDESTE BRASILEIRO

Em diversas partes do mundo a palma forrageira é utilizada como forragem para bovinos (Albuquerque; Santos, 2005), ovinos (Tegegne; Kijora; Peters, 2007) e caprinos (Andrade-Montemayor et al., 2011), sendo fonte de forragem em ambientes com características áridas ou semiáridas, como no México, Marrocos, África do Sul, Texas, Túnisia e Brasil (Stintzing; Carle, 2005). No nordeste brasileiro, Duque (2004) afirmou que as cactáceas foram introduzidas, provavelmente, depois de 1900, e, em 2017 foram levantados dados sobre a palma nos estados nordestinos, constatando-se maior produção na Bahia, Paraíba e Pernambuco.

Vale ressaltar que as mudanças climáticas correntes indicam tendência de aumento na frequência de eventos extremos de seca em regiões semiáridas, e a produção de forragem nesses locais pode se tornar ainda mais desafiadora (Iñiguez, 2011; IPCC, 2012). O suprimento hídrico limitado influencia a taxa de crescimento e acúmulo de biomassa das plantas (Jha; Srivastava, 2018), tornando as cactáceas a principal fonte de forragem nessas regiões devido a sua alta capacidade de usar, de forma eficiente, a água disponível no solo.

Além disso, a palma forrageira apresenta elevado conteúdo de água (Santos; Ferreira; Batista, 2005), com cerca de 90% de umidade (900 g/kg de massa fresca), demonstrando que o consumo de palma forrageira pode reduzir a ingestão de água pelos animais (Costa et al., 2009). A espécie *O. ficus-indica* apresenta artículos suculentos ou raquetes, chamados, botanicamente, de cladódios (Albuquerque; Santos, 2005), que são ricos em mucilagem (Ayadi et al., 2009), um carboidrato complexo que pode participar de 35% do peso de cactáceas (Nobel; Cavelier; Andrade, 1992) e que aumenta a capacidade de retenção e armazenamento de água pela planta (Griffiths; Males, 2017).

Considerando um cultivo adensado de palma com produção de 400 t de massa verde por hectare e teor de água na palma de 90%, um hectare da cultura pode fornecer em torno de 360.000 litros de água ao rebanho (Cândido et al., 2013). Foi observado, por exemplo, que o aumento da escassez de água fez com que caprinos em pastejo, no semiárido da Etiópia, aumentassem o consumo de *O. ficus-indica* (Mengistu; Dahlborn; Olsson, 2007). No semiárido de Pernambuco, Cardoso et al. (2019) também observaram que o incremento do nível de inclusão da palma Miúda na dieta de cordeiros reduziu a ingestão de água pelos animais, de 2,5 para 0,9 litros/animal/dia. Dessa forma, considerando a redução da ingestão voluntária de água para um rebanho de 100 cabeças de ovinos em confinamento, a economia de água poderia girar em torno de 160 litros por dia.

No semiárido, portanto, a palma também representa uma importante fonte de água para os ruminantes e a variação do teor de umidade da planta influencia na ingestão de água pelos animais, sendo assim, a inclusão da palma forrageira na dieta animal pode reduzir consideravelmente a pressão sobre as pastagens nativas nos períodos de baixa oferta de forragem (Nefzaoui; Ben Salem, 2002).

O cultivo da palma forrageira otimiza o uso do espaço na Caatinga ao reduzir a área necessária por unidade animal. Esse fator é estratégico frente à redução do tamanho das propriedades no semiárido e às crescentes pressões sociais pela preservação do bioma. Nesse cenário, o melhoramento genético associado à otimização do manejo cultural promoveu um avanço expressivo na produtividade da cultura no Nordeste: saltou de 4 t de matéria seca (MS)/ha/ano, na década de 1960, para 32 t de MS/ha/ano após cinco décadas (Santos; Lira; Dias, 2005). Tais resultados evidenciam a relevância dessa cactácea, justificando a continuidade de investigações e melhoramentos genéticos.

3 CARACTERÍSTICAS DA PALMA FORRAGEIRA

A palma forrageira têm um importante papel na pecuária do semiárido nordestino por serem, das poucas culturas permanentes, capazes de manter seus tecidos verdes com biomassa com alto teor de umidade, durante seis ou mais meses com deficiência hídrica acentuada. Essas propriedades ímpares das palmas devem-se às suas características morfológicas, anatômicas e fisiológicas (Sampaio, 2005; Silva; Sampaio, 2015).

Sob o ponto de vista zootécnico, compreender os mecanismos bioquímicos responsáveis pela elevada eficiência no uso da água amplia o entendimento sobre o papel da palma forrageira nos sistemas modernos de produção animal. Sua utilização deixa de ser vista apenas como uma alternativa alimentar para períodos de seca e passa a representar uma tecnologia de produção capaz de aumentar a eficiência produtiva, reduzir custos de alimentação, otimizar o uso dos recursos hídricos e fortalecer a segurança alimentar dos rebanhos.

3.1 Morfologia

As palmas possuem uma característica peculiar em seus caules, que são divididos em seções em forma de discos ovalados como no gênero *Opuntia*, a oblongos como no gênero *Nopalea*, esses caules são chamados tecnicamente de cladódios e popularmente de raquetes. Os cladódios podem ter tamanhos variados, de acordo com a cultivar, podendo ser maiores, como as do gênero *Opuntia*, que variam o comprimento e a largura entre 20 a 40 cm ou menores, como as do gênero *Nopalea*, com comprimento entre 10 e 25 cm e largura com menos de dois terços do comprimento. No gênero *Opuntia* se destaca a palma gigante (*O. ficus-indica*) e no gênero *Nopalea* se destaca a palma miúda (*N. cochenillifera*) (Chiacchio; Mesquita; Santos, 2006).

À medida que a planta cresce vão brotando novos cladódios nas bordas de cima do cladódio anterior. Flores e frutos também são formados no mesmo local, dependendo da fase reprodutiva da planta. O cladódio basal, chamado de raquete mãe, dará origem as filhas, que darão origem as netas e depois bisnetas. Com o passar do tempo essa raquete mãe vai lignificando e perdendo o poder fotossintético, tendo a função de sustentação da planta, o que dará a planta uma aparência de galhada múltipla, subdividida por discos verdes e lisos (Albuquerque; Santos, 2005).

A ligação entre os cladódios da palma é relativamente fraca, tanto em relação à raquete de origem quanto às brotações posteriores. Essa característica facilita a quebra das

plantas e limita o pastejo direto, pois os animais — especialmente os bovinos — derrubam os cladódios facilmente. Por essa razão, recomenda-se o uso da palma como forrageira de corte, o que garante melhor aproveitamento da biomassa. No entanto, o fornecimento no cocho eleva os custos com transporte e mão de obra manual, embora já existam pesquisas voltadas para a mecanização do processo (Albuquerque; Santos, 2005).

A presença de espinhos e gloquídeos (pequenos espinhos microscopicamente serrados) na superfície dos cladódios é uma característica variável e alvo central de programas de melhoramento genético. Essas estruturas dificultam o manejo manual e geram resistência por parte da mão de obra na colheita. Por essa razão, pesquisas atuais buscam selecionar cultivares inermes ou com densidade reduzida de espinhos, visando facilitar o manuseio sem comprometer a resistência intrínseca da planta a pragas (Albuquerque; Santos, 2005).

Outra parte importante da morfologia das palmas são o sistema radicular, cuja maior parte é superficial, concentrado até 15 cm de profundidade do solo, porém as raízes pivotantes podem ultrapassar 30 cm de profundidade e, lateralmente, as raízes podem chegar a 10 metros de comprimento (Nobel, 2002; Snyman, 2006, 2007), essa distribuição superficial garante que mesmo uma quantidade mínima de chuva seja aproveitada pela planta.

3.2 Metabolismo CAM

A elevada capacidade de adaptação da palma forrageira às condições ambientais do semiárido brasileiro está diretamente relacionada às suas características bioquímicas e fisiológicas. Entre essas características destaca-se o metabolismo ácido das crassuláceas (*Crassulacean Acid Metabolism* – CAM), considerado um dos principais mecanismos responsáveis pela elevada eficiência da planta na utilização da água e sua notável adaptação às condições climáticas do semiárido brasileiro (Peixoto, 2009; Santos; Carvalho; Ferreira, 2022).

Diferente das espécies que apresentam metabolismo fotossintético C3 e C4, a palma desenvolveu adaptações que reduzem significativamente as perdas hídricas sem comprometer a atividade fotossintética, possibilitando elevada produção de biomassa mesmo em ambientes caracterizados por precipitações irregulares e longos períodos de estiagem (Peixoto, 2009; Santos; Carvalho; Ferreira, 2022).

Nas plantas de metabolismo C3, a abertura dos estômatos ocorre predominantemente durante o período diurno, coincidindo com as maiores temperaturas e a maior demanda evaporativa da atmosfera. Como consequência, essas espécies apresentam elevadas perdas de água por transpiração, reduzindo sua eficiência em ambientes sujeitos ao

déficit hídrico. As plantas C4 apresentam desempenho intermediário, pois possuem mecanismos que reduzem parcialmente a fotorrespiração e aumentam a eficiência fotossintética. Entretanto, mesmo apresentando maior eficiência que as plantas C3, ainda consomem mais água quando comparadas às espécies CAM (Santos; Carvalho; Ferreira, 2022).

Portanto, o metabolismo CAM representa uma importante estratégia evolutiva desenvolvida por diversas espécies adaptadas a ambientes áridos e semiáridos. Sua principal característica consiste na separação temporal entre a captura do dióxido de carbono atmosférico e sua utilização na fotossíntese. Enquanto nas plantas C3 e C4 esses processos ocorrem predominantemente durante o período diurno, nas plantas CAM a absorção inicial do CO₂ ocorre durante a noite, quando as condições ambientais favorecem menor perda de água por transpiração (Peixoto, 2009).

Essa adaptação fisiológica permite que os estômatos permaneçam abertos durante a noite, período em que as temperaturas são mais baixas e a umidade relativa do ar tende a ser maior. Nessas condições ocorre a entrada de dióxido de carbono com reduzida perda de vapor d'água para a atmosfera. Durante o dia, quando a temperatura aumenta e a demanda evaporativa também se eleva, os estômatos permanecem fechados, reduzindo drasticamente a transpiração e preservando o conteúdo hídrico dos tecidos vegetais. Dessa forma, a planta mantém o processo fotossintético utilizando o carbono previamente armazenado durante o período noturno, característica considerada fundamental para sua sobrevivência em ambientes com restrição hídrica (Santos; Carvalho; Ferreira, 2022).

Além da economia de água, o metabolismo CAM proporciona maior estabilidade fisiológica em condições de estresse ambiental. Essa estratégia metabólica permite que a palma mantenha seu crescimento e produção de biomassa mesmo quando outras espécies forrageiras apresentam redução significativa da atividade fotossintética em decorrência da deficiência hídrica. Consequentemente, a cultura apresenta elevada persistência produtiva e constitui importante alternativa para garantir a oferta de volumoso durante os períodos críticos do ano (Peixoto, 2009).

Sob a ótica agronômica, o metabolismo CAM justifica a alta eficiência da palma forrageira em converter água em fitomassa. Essa adaptação fisiológica assegura uma expressiva produção de forragem com demanda hídrica reduzida, superando outras espécies utilizadas na nutrição de ruminantes. Consequentemente, a cultura consolidou-se como um pilar estratégico para a pecuária no Nordeste brasileiro, garantindo a segurança alimentar dos rebanhos e mitigando os impactos de secas prolongadas (Santos; Carvalho; Ferreira, 2022).

3.3 Fixação de CO₂

A elevada eficiência fisiológica da palma forrageira está diretamente relacionada ao mecanismo de fixação do dióxido de carbono (CO₂), com assimilação do carbono atmosférico predominantemente durante o período noturno. Com os estômatos abertos, o dióxido de carbono difunde-se para o interior das células do mesófilo, onde é inicialmente fixado pela enzima fosfoenolpiruvato carboxilase (PEP-carboxilase). Diferentemente da enzima Rubisco, predominante nas plantas C3, a PEP-carboxilase apresenta elevada afinidade pelo dióxido de carbono e não sofre influência significativa da fotorrespiração, permitindo maior eficiência na assimilação do carbono sob condições de elevada temperatura e baixa disponibilidade hídrica (Peixoto, 2009).

A ação da PEP-carboxilase promove a combinação do dióxido de carbono com o fosfoenolpiruvato, originando o oxaloacetato, composto de quatro carbonos que representa o primeiro produto estável da fixação do carbono nas plantas CAM. Em seguida, o oxaloacetato é reduzido enzimaticamente, formando o malato, composto que posteriormente será armazenado nos vacúolos celulares para utilização durante o período diurno. Essa sequência de reações bioquímicas caracteriza a primeira etapa do metabolismo CAM e garante o suprimento de carbono necessário à continuidade da atividade fotossintética (Santos; Carvalho; Ferreira, 2022).

O armazenamento temporário do carbono permite que a palma mantenha os estômatos fechados durante o dia sem interromper a fotossíntese. Esse mecanismo reduz consideravelmente a transpiração e melhora a eficiência no uso da água, tornando a espécie altamente adaptada às condições climáticas do semiárido brasileiro. Além disso, a separação temporal entre a fixação do carbono e sua utilização no ciclo fotossintético constitui uma importante estratégia para minimizar perdas energéticas decorrentes da fotorrespiração (Peixoto, 2009).

Do ponto de vista fisiológico, a fixação noturna do CO₂ representa uma adaptação que confere maior estabilidade metabólica à planta em ambientes sujeitos ao estresse hídrico. Dessa forma, mesmo durante períodos prolongados de estiagem, a palma mantém sua capacidade de crescimento e produção de biomassa, consolidando-se como uma das principais espécies utilizadas na alimentação de ruminantes nas regiões semiáridas.

3.4 Ácido málico

Entre os compostos envolvidos no metabolismo CAM, o ácido málico destaca-se como o principal responsável pelo armazenamento temporário do carbono assimilado durante o período noturno. Sua formação constitui uma etapa essencial para garantir a continuidade da fotossíntese durante o dia, quando os estômatos permanecem fechados como mecanismo de conservação de água (Peixoto, 2009).

Após a formação do oxaloacetato, ocorre sua redução enzimática, originando o malato, que, na forma protonada, corresponde ao ácido málico. Esse composto é transportado para os vacúolos celulares, onde permanece armazenado durante toda a noite. O acúmulo desse ácido promove aumento temporário da acidez dos tecidos vegetais, característica que originou a denominação metabolismo ácido das crassuláceas (Santos; Carvalho; Ferreira, 2022).

Com o início do período diurno, o ácido málico armazenado sofre descarboxilação, liberando novamente dióxido de carbono no interior das células. Esse CO₂ passa então a ser utilizado pela enzima Rubisco no ciclo de Calvin, permitindo a síntese de carboidratos indispensáveis ao crescimento e desenvolvimento da planta. Dessa forma, a fotossíntese continua ocorrendo normalmente mesmo com os estômatos fechados, reduzindo drasticamente as perdas de água por transpiração (Peixoto, 2009).

Além de funcionar como reserva temporária de carbono, o ácido málico participa da manutenção do equilíbrio metabólico celular, sincronizando a disponibilidade de carbono com a energia proveniente da radiação solar necessária às reações fotossintéticas. Essa integração aumenta a eficiência fisiológica da palma forrageira e contribui para sua elevada adaptação às condições de baixa disponibilidade hídrica (Santos; Carvalho; Ferreira, 2022).

Dessa forma, o ácido málico constitui um elo fundamental entre a bioquímica da palma forrageira e sua elevada eficiência no uso da água, demonstrando que a adaptação dessa espécie ao semiárido resulta da integração entre mecanismos fisiológicos, bioquímicos e metabólicos que atuam de forma coordenada para garantir a manutenção da atividade fotossintética em condições ambientais adversas.

3.5 Outros ácidos orgânicos

Embora o ácido málico seja o principal composto associado ao metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), outros ácidos orgânicos desempenham funções fundamentais na manutenção do metabolismo bioquímico da palma forrageira. Esses compostos participam de

diferentes rotas metabólicas relacionadas à produção de energia, ao transporte de carbono, à manutenção do equilíbrio osmótico e à adaptação da planta às condições ambientais adversas. A atuação integrada dessas moléculas contribui para a elevada eficiência fisiológica da espécie, permitindo seu desenvolvimento em regiões caracterizadas por altas temperaturas e baixa disponibilidade hídrica (Santos; Carvalho; Ferreira, 2022).

Entre os principais compostos destaca-se o ácido cítrico, um dos intermediários do ciclo dos ácidos tricarboxílicos, também denominado ciclo de Krebs. Esse ciclo constitui uma das principais vias responsáveis pela produção de energia nas células vegetais, fornecendo compostos essenciais para a respiração celular e para diversos processos biossintéticos relacionados ao crescimento e desenvolvimento da planta. Dessa forma, o ácido cítrico participa indiretamente da manutenção da atividade metabólica da palma forrageira, especialmente durante períodos de maior demanda energética (Santos; Carvalho; Ferreira, 2022).

Outro composto relevante é o oxaloacetato, que atua como intermediário tanto no metabolismo CAM quanto em outras rotas bioquímicas do metabolismo vegetal. Além de representar o primeiro produto estável da fixação do dióxido de carbono durante o período noturno, o oxaloacetato participa de reações relacionadas ao metabolismo energético e à síntese de aminoácidos, estabelecendo uma importante conexão entre diferentes processos fisiológicos da planta (Peixoto, 2009).

O malato, além de atuar como forma de armazenamento temporário do carbono assimilado durante a noite, participa da manutenção do equilíbrio do pH celular, do transporte intracelular de carbono e da regulação do metabolismo durante as transições entre os períodos diurno e noturno. Essas funções demonstram que sua importância vai além da simples reserva de carbono, contribuindo para a estabilidade fisiológica e para a eficiência metabólica da palma forrageira (Santos; Carvalho; Ferreira, 2022).

Os ácidos orgânicos também exercem papel relevante na regulação osmótica. Em ambientes sujeitos ao déficit hídrico, a manutenção do potencial osmótico celular torna-se essencial para preservar o turgor das células e garantir a continuidade das atividades metabólicas. Esse mecanismo reduz os efeitos provocados pelo estresse hídrico, favorecendo a manutenção da integridade dos tecidos vegetais e aumentando a capacidade de sobrevivência da planta durante períodos prolongados de estiagem (Peixoto, 2009).

Além da participação na regulação osmótica, esses compostos contribuem para a redistribuição de carbono e energia entre os diferentes órgãos da planta, favorecendo o aproveitamento dos fotoassimilados produzidos durante a fotossíntese. Essa integração metabólica possibilita maior eficiência no crescimento vegetativo, na emissão de novos

cladódios e na manutenção da produtividade ao longo dos ciclos de cultivo, mesmo sob condições ambientais desfavoráveis (Santos; Carvalho; Ferreira, 2022).

De acordo com Santos, Carvalho e Ferreira (2022), estudos demonstram que os ácidos orgânicos também participam de mecanismos relacionados à resposta antioxidante, à tolerância ao estresse oxidativo e à manutenção da eficiência fotossintética em condições de elevada radiação solar e limitação hídrica. Esses avanços ampliam o conhecimento sobre a fisiologia da palma forrageira e reforçam seu potencial como cultura estratégica para sistemas agropecuários localizados em regiões semiáridas, onde a eficiência no uso dos recursos naturais é um fator determinante para a sustentabilidade da produção.

Dessa forma, a atuação conjunta do ácido málico, ácido cítrico, oxaloacetato e de outros ácidos orgânicos demonstra que a elevada adaptação da palma forrageira ao semiárido resulta da integração de diversos processos bioquímicos e fisiológicos. Esses mecanismos atuam de forma coordenada para otimizar o aproveitamento da água, manter a atividade fotossintética e assegurar elevados níveis de produtividade mesmo em ambientes submetidos à restrição hídrica.

3.6 Plantio

Embora a palma forrageira frutifique em solos de baixa fertilidade devido à sua rusticidade, o cultivo nessas condições reduz a produtividade e aumenta o risco de perda total da lavoura. Portanto, para maximizar o rendimento por área e garantir a longevidade do cultivo, é indispensável selecionar áreas adequadas. A cultura é intolerante a solos com drenagem deficiente ou com elevados teores de sais (Dubeux Junior; Ben Salem; Nefzaoui, 2017; Freire et al., 2018; Inglese; Liguori; Barrera, 2017). Adicionalmente, apresenta moderada tolerância ao sombreamento, com desempenho otimizado em regiões com temperaturas noturnas entre 15 e 20 °C e em solos de textura franca ou argilo-arenosa, os quais oferecem drenagem eficiente e maior fertilidade em comparação a solos estritamente arenosos (Santos et al., 2010).

Em Pernambuco, Moura et al. (2011) conduziram um zoneamento agroclimático da palma forrageira e constataram que, aproximadamente, 52% do território estadual apresentava condições favoráveis ao seu cultivo. Cerca de 4% da área foi classificada como inadequada, devido à baixa amplitude térmica, enquanto 44% apresentaram restrições relacionadas aos reduzidos índices de umidade do solo. No estado da Paraíba, Bezerra et al. (2014) indicaram a viabilidade do cultivo em praticamente todo o território, com exceção da faixa litorânea da

mesorregião do Litoral e da área circunvizinha ao município de Areia, onde o excesso de precipitação limitava o desenvolvimento da cultura.

No Nordeste brasileiro, recomenda-se que o plantio da palma seja realizado no terço final da estação seca, estratégia que contribui para diminuir a incidência de doenças (Dubeux Junior; Ben Salem; Nefzaoui, 2017), além de possibilitar melhor aproveitamento das primeiras chuvas. Essa prática também reduz a concorrência por mão de obra com as culturas anuais implantadas no período chuvoso, tradicionalmente cultivadas pelos produtores do Semiárido.

A implantação da cultura ocorre por meio de propagação vegetativa, utilizando-se cladódios inteiros, retirados da porção intermediária da planta, evitando-se os segmentos terminais recém-emitados. Após a seleção, recomenda-se manter as raquetes à sombra até a completa cicatrização do corte, procedimento que pode reduzir a incidência de patógenos, tanto na muda quanto na planta-mãe. O método de plantio mais empregado consiste em enterrar aproximadamente um terço da raquete por cova, posicionando-a de forma vertical ou levemente inclinada (Farias; Santos; Dubeux Júnior, 2005).

Para estabelecer um hectare com densidade de 40.000 plantas, considerando peso médio de 0,8 kg por raquete, são necessárias cerca de 32 toneladas de material propagativo (Santos et al., 2019). De acordo com Lima et al. (2018), a aquisição das raquetes representa o principal componente de custo na fase de implantação da lavoura.

Silva et al. (2016) observaram aumento na produtividade com a elevação da densidade de plantio, registrando produções de 61, 90, 117 e 139 t de MS/ha em dois anos, nas densidades de 20, 40, 80 e 160 mil plantas por hectare, respectivamente. Os autores relataram que tradicionalmente, os produtores utilizavam espaçamentos mais amplos, como 2×1 m ou 1×1 m; contudo, arranjos mais adensados, como $1 \times 0,25$ m, tinham se tornado mais frequentes. O sistema em fileiras duplas também podia ser adotado, favorecendo o consórcio com culturas anuais, a exemplo de feijão, sorgo, milheto e milho, além de leguminosas forrageiras.

Em determinadas áreas do Semiárido brasileiro, especialmente no Rio Grande do Norte e no Ceará, pode ser necessária a suplementação hídrica da palma, ainda que em baixos volumes, visto que nessas regiões a temperatura média noturna superior a 20°C pode limitar o crescimento da planta (Santos et al., 2010). Lima et al. (2016) relataram produtividades entre 20 e 35 t de MS/ha/ano para a cultivar gigante sob irrigação, mantendo-se os cladódios secundários após o corte, o que contribuiu para a rebrota e sustentabilidade produtiva da cultura.

3.7 Colheita

O parâmetro utilizado para definir o momento da colheita geralmente é o tempo após o plantio ou corte, usualmente em palmal de sequeiro se usa dois anos para as cultivares do gênero *Opuntia* e um ano para cultivares do gênero *Nopalea*, mas esse tempo pode mudar de acordo com o manejo utilizado no palmal (irrigação, adubação, etc.). A colheita tradicionalmente é manual com cortes feitos nas junções entre os cladódios, onde recomenda-se colher mantendo o cladódio basal (raquete mãe) e o cladódio secundário (raquete filha) para melhor recuperação da planta. Após a colheita, podem ser picadas manualmente, com facões, ou mecanicamente, com picadeiras, se forem destinadas a alimentação animal (Albuquerque; Santos, 2005).

Outro método de utilização do palmal é o pastejo direto pelos animais, buscando diminuir o custo com a colheita manual, porém, ainda necessita mais estudos para se observar a viabilidade dessa prática a longo prazo, pois a mesma se torna impraticável em palmal adensado, que são mais produtivos por área. Os custos com a colheita e transporte vem sendo a maior problemática para a produção de palma em larga escala, segundo Lima et al. (2018), esses custos podem variar conforme o espaçamento utilizado, as condições edafoclimáticas do local e o nível tecnológico utilizado.

Estudos mostraram que o corte deve ser feito na junção dos cladódios, área que apresenta maior presença de tecidos fibrosos e menor proporção de parênquima, favorecendo o processo de cicatrização e reduzindo a ocorrência de patógenos, o que vem sendo um ponto de discussão para o uso de mecanização no momento da colheita, pois o uso pode favorecer a ocorrência de doenças fúngicas que causam apodrecimento da palma e diminuição das plantas na área, afetando diretamente a produtividade (Lima et al., 2018).

3.8 Pragas e doenças

A palma forrageira está sujeita à ocorrência de diversos fatores que podem comprometer seu desenvolvimento e produtividade. Entre esses fatores, destacam-se pragas e doenças, que afetam o crescimento vegetativo, a qualidade dos cladódios utilizados para alimentação animal e a propagação, dessa forma, são necessários cuidados para que se obtenha a produtividade por área desejada.

Diversos grupos de insetos estão associados à cultura da palma forrageira, incluindo representantes das ordens *Coleoptera* (besouros), *Hymenoptera* (formigas), *Orthoptera*

(gafanhotos), *Lepidoptera* (lagartas) e *Thysanoptera* (tripes). Entre os lepidópteros, destacam-se relatos de ocorrência das lagartas *Spodoptera cosmioides* (Walker) e *Spodoptera eridania* (Cramer) (*Lepidoptera: Noctuidae*), com registros de ataque nos estados de Sergipe, Alagoas e Bahia (Lira, 2017). Contudo, os maiores prejuízos econômicos no Nordeste brasileiro têm sido atribuídos à cochonilha-do-carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell) (*Hemiptera: Dactylopiidae*) e à cochonilha-de-escamas (*Diaspis echinocacti* Bouché) (*Hemiptera: Diaspididae*), popularmente conhecida como piolho ou mofo da palma (Warumby et al., 2005), as quais comprometem significativamente o desenvolvimento das plantas.

A cultura também é afetada por diversas doenças, entre elas, sobressaem-se as de origem fúngica, causando diversos problemas como diferentes tipos de podridões, gomose (podridão negra), murcha de fusário, antracnose e manchas causadas por *Alternaria* e *Cercospora* (*Cercospora* spp.). Também são registradas doenças bacterianas, destacando-se a podridão mole e a galha em coroa, bem como aquelas associadas a fitoplasmas (micoplasmas), responsáveis pelo engrossamento dos cladódios e pela proliferação de flores. Há ainda relatos da ocorrência de vírus e nematoides na cultura (Barbosa et al., 2012), entretanto, os estudos relacionados a esses agentes ainda são limitados quando comparados aos demais patógenos.

No Nordeste brasileiro, as doenças fúngicas assumem maior relevância, afetando cladódios, sistema radicular e frutos, antes e pós-colheita (Barbosa et al., 2012; Ferraz; Arruda; Mello, 2017). Embora, de modo geral, a incidência seja considerada baixa (Ferraz; Arruda; Mello, 2017), os impactos podem ser expressivos, uma vez que muitas dessas enfermidades inviabilizam o uso dos cladódios, seja para alimentação animal ou para propagação vegetativa. Considerando que a multiplicação da palma ocorre, predominantemente, por meio de cladódios, essa via torna-se também o principal mecanismo de disseminação de fitopatógenos (Souza et al., 2010), reforçando a necessidade de medidas preventivas no manejo da cultura.

Diante desse cenário, diferentes estratégias de controle e manejo têm sido recomendadas com o objetivo de reduzir a incidência de pragas e doenças e impedir a introdução de patógenos em áreas ainda livres. Entre as principais práticas destacam-se o uso de cladódios sadios na implantação da lavoura, o plantio ao final do período seco, condição menos favorável ao apodrecimento dos cladódios, a moderação na aplicação de esterco (Ferraz; Arruda; Mello, 2017), a eliminação e destruição de cladódios infectados e o manejo adequado da irrigação (Barbosa et al., 2012). Paralelamente, frente ao aumento dos registros de surtos fitossanitários, pesquisas têm sido intensificadas, envolvendo a seleção de genótipos resistentes (Oliveira, 2016; Santiago, 2017).

4 UTILIZAÇÃO DA PALMA FORRAGEIRA NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS

No semiárido brasileiro, a população é predominantemente rural e a ocupação principal de sua força de trabalho é a agropecuária, sendo a pecuária leiteira uma das principais opções devido a rotatividade financeira da produção, porém a alimentação dos rebanhos fundamenta-se predominantemente na utilização da vegetação nativa, aspecto que imprime características estacionais à produção (Buainain et al., 2014).

Segundo Dubeux Junior et al. (2006), a produção de forragens nativas é concentrada no período chuvoso, que pode variar ano a ano, sendo necessário, no período seco, uma suplementação volumosa, onde normalmente se destaca a silagem de forrageiras de corte, cultivadas no período chuvoso, como sorgo e milho, forragens secas de plantas nativas ou de produções de grãos como milho e o uso da palma forrageira associada com a pastagem nativa ou forragens que apresentem fibra efetiva, além disso, pode ser utilizado suplementos concentrados para equilibrar as dietas, sendo este o maior custo na produção, dessa forma, busca-se alternativas para sua substituição.

Estudos demonstram que plantas com metabolismo CAM possuem eficiência no uso da água substancialmente superior àquela de espécies C3 e C4. Essa característica fisiológica justifica tanto sua ampla distribuição geográfica em regiões áridas e semiáridas quanto sua notável adaptação a cenários de severo estresse hídrico (Peixoto, 2009; Santos; Carvalho; Ferreira, 2022).

Essa elevada eficiência hídrica possui reflexos diretos sobre os sistemas de produção pecuária do Nordeste brasileiro. Durante os períodos de estiagem, quando a disponibilidade de forragem diminui e diversas espécies apresentam queda acentuada na produtividade, a palma mantém sua capacidade de crescimento e produção de biomassa. Essa característica assegura maior oferta de alimento aos rebanhos, reduz a dependência de alimentos externos e contribui para diminuir os custos de produção, tornando os sistemas pecuários mais estáveis e resilientes.

Outro aspecto relevante refere-se ao elevado teor de água presente nos cladódios da palma forrageira. Além de fornecer energia aos animais por meio de carboidratos altamente digestíveis, a cultura auxilia na hidratação dos rebanhos, reduzindo, parcialmente, a necessidade de consumo direto de água. Esse benefício apresenta grande importância para propriedades localizadas em regiões onde a disponibilidade hídrica constitui um dos principais fatores limitantes da produção animal (Santos; Carvalho; Ferreira, 2022).

Além da eficiência hídrica, o metabolismo CAM apresenta importância crescente diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas. O aumento das temperaturas médias, associado à irregularidade do regime de chuvas, reforça a necessidade de utilização de culturas capazes de manter elevados níveis de produtividade mesmo sob condições ambientais desfavoráveis. Nesse contexto, a palma forrageira destaca-se como uma espécie altamente resiliente, desempenhando papel estratégico para a sustentabilidade da pecuária em regiões semiáridas (Peixoto, 2009).

4.1 Composição químico-bromatológica da palma forrageira

A composição química-bromatológica da palma forrageira é variável de acordo com a espécie, idade e época do ano, independente do gênero (*Nopalea* ou *Opuntia*). De acordo com Frota et al. (2015), apresentam baixos teores de matéria seca (MS; 6,1 a 17,1%), proteína bruta (PB; 2,9 a 6,0%) e fibra em detergente neutro (FDN; 20,1 a 32,8%) e elevado teor de carboidratos não fibrosos (CNF; 42,3 a 65,0%; Tabela 1).

Tabela 1 – Composição química bromatológica da palma forrageira

Gênero	MS%	% na Matéria seca			
		PB	FDN	CHT	CNF
<i>Opuntia</i> (Redonda)	6,1	5,2	27,0	73,8	46,8
<i>Opuntia</i> (Gigante)	9,4	3,8	29,1	81,8	52,4
<i>Opuntia</i> (Gigante)	9,1	4,9	31,9	84,1	50,0
<i>Nopalea</i> (Miúda)	7,8	4,3	32,8	75,1	42,3
<i>Nopalea</i> (Miúda)	17,1	2,9	20,1	85,2	65,0
<i>Opuntia</i> (IPA-20)	13,8	6,0	28,4	75,1	-

MS = Matéria seca; PB = Proteína bruta; FDN = Fibra em detergente neutro; CHT = Carboidratos totais; CNF = Carboidratos não fibrosos. Fonte: Adaptado de Frota et al. (2015).

Devido aos baixos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e proteína bruta (PB), a palma forrageira não deve ser utilizada como ingrediente único na dieta de vacas em lactação. O seu fornecimento exclusivo pode desencadear distúrbios metabólicos — como diarreia e timpanismo —, reduzir o desempenho produtivo e decrescer drasticamente o teor de gordura do leite. Portanto, recomenda-se associá-la a volumosos com boa disponibilidade de FDN

efetiva, além de fontes proteicas ou de nitrogênio não proteico (NNP), a exemplo do farelo de soja, torta de algodão e ureia (Frota et al., 2015).

A característica mais importante da palma forrageira é o alto teor de CNF que apresenta maior degradação ruminal, fornecendo picos de energia ao animal logo após o consumo o que auxilia no aumento da produção de leite em animais em lactação (Marques et al., 2017). Devido ao elevado teor de umidade na palma, Lima et al. (2003) verificaram que vacas mestiças produzindo cerca de 15 kg de leite por dia e, recebendo dietas com 50% de palma forrageira, praticamente não bebiam água, o que pode ser importante, principalmente em ambientes semiáridos onde pode existir escassez de água.

4.2 Utilização da palma forrageira em dietas para vacas leiteiras

Devido à sua alta aceitabilidade, a palma forrageira pode ser consumida voluntariamente em grandes quantidades pelos ruminantes (Tegegne; Kijora; Peeters, 2005). Contudo, o vegetal apresenta baixo teor de fibra. De acordo com Mertens (1997), o teor ideal de fibra em detergente neutro fisicamente efetiva (FDNfe) em dietas de ruminantes varia de 19 a 23%. Essa fração é indispensável para vacas leiteiras, pois atua na manutenção da gordura do leite, estimula a ruminação e favorece a secreção salivar, auxiliando na estabilização do pH ruminal e no funcionamento fisiológico do órgão. Alinhado a isso, o NRC (2001) recomenda que as rações de vacas lactantes contenham, no mínimo, 250 g/kg de FDN na matéria seca (MS) total, sendo ideal que 190 g/kg dessa fração sejam provenientes de volumosos de alta efetividade.

Devido ao baixo teor de PB da palma forrageira, Batista et al. (2009) recomendaram o uso de alguma fonte nitrogenada associada a palma, sendo uma boa opção a ureia com sulfato de amônio, na proporção de 9:1, pois a fonte de nitrogênio não proteico, associado aos carboidratos não fibrosos, fornecidos pela palma, auxiliam no aproveitamento desses alimentos por ruminantes.

Cavalcanti et al. (2008) ao trabalharem com vacas Holandesas em lactação, substituindo o feno de capim-tifton 85 por palma forrageira enriquecida com ureia (0; 12,5; 25; 37,5; 50% na MS) observaram um aumento da produção de leite, passando de 15,82 kg/dia na dieta sem palma para 20,50 kg/dia com 50% de palma e ureia. Da mesma forma, a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura subiu de 16,04 para 20,96 kg/dia, e a eficiência alimentar (PLCG/consumo de MS) de 1,01 para 1,31, à medida que aumentou o nível de palma na dieta.

Os resultados citados foram proporcionais ao aumento da ingestão de nutrientes digestíveis totais (NDT), que passou de 8,82 para 10,16 kg/dia com o incremento de palma e ureia, mostrando que a inclusão desse volumoso elevou o consumo de energia disponível para produção. Vale ressaltar que o teor de gordura do leite manteve-se estável (em torno de 3,6–3,7%), indicando que o aumento de palma na dieta favoreceu a produção de leite sem prejudicar a composição em gordura (Cavalcanti et al., 2008).

Oliveira (2014) conduzindo um estudo em Pernambuco, observou que a substituição total do fubá de milho por palma, com adição de ureia para corrigir os níveis de PB, em dietas de vacas com produção média diária de até 18 kg de leite, reduziu linearmente ($P < 0,05$) a produção de leite (Tabela 2), provavelmente, de acordo com Melo et al. (2003), devido ao teor de ureia ter sido superior a 2% do total da matéria seca da ração.

Tabela 2 – Composição de dieta, com níveis de inclusão de palma em substituição ao fubá de milho, e produção de vacas leiteiras

Item	Nível de substituição (%)				
	0	25	50	75	100
Cana de açúcar	44,9	44,8	44,6	44,5	44,4
Palma	0,0	7,5	15,0	22,5	30,0
Fubá de milho	30,0	22,5	15,0	7,5	0,0
Farelo de soja	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7
Farelo de trigo	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0
Sal mineral	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Uréia ¹	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2
Produção de leite kg/dia ²	18,33	17,36	18,22	17,32	16,25

¹Mistura Ureia + Sulfato de amônia na relação 9:1; ²PL = 18,53960-0,01881X ($R^2 = 76,37$). Fonte: Adaptado de Oliveira (2014).

Em revisão de literatura, Oliveira (2014) relatou que eventuais reduções na produção de leite podiam ser compensadas economicamente pela diminuição dos custos com alimentação. Essa vantagem financeira decorria da menor inclusão de concentrado na dieta, viabilizada pela substituição parcial ou total do componente energético pela palma forrageira. Diante disso, o autor concluiu que o uso da palma permitia substituir em até 100% o fubá de milho na dieta dos animais.

5 VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DE PALMA FORRAGEIRA NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS DE LEITEIRAS

Segundo Peres et al. (2004), os custos de produção, a receita obtida e a rentabilidade do capital investido são fatores importantes para o sucesso de qualquer sistema de produção e, através dessa análise, pode-se avaliar se a atividade é viável ou não. A alimentação tem sido a maior responsável por grande parte desses custos (60 a 70%) da atividade pecuária com ruminantes, sejam esses animais confinados ou criados extensivamente (Martins et al., 2000), principalmente quando se utilizam fontes alimentares de alto custo.

O concentrado representa 42,07% do custo para o pecuarista de leite, portando, a palma pode ser uma saída para a redução da dependência econômica dos produtores em relação a aquisição dos concentrados comerciais, particularmente como substituto do milho, não apenas nos períodos de seca, mas na composição das dietas durante o ano todo (Dantas; Lima; Mota, 2017).

Além da possibilidade da substituição de outros alimentos pela palma, é importante verificar a viabilidade econômica dessa substituição com vista não apenas nas vantagens da composição química, da adaptabilidade, de desempenho e de manejo do produtor, mas também, nas implicações econômicas trazidas por cada alternativa testada (Dantas; Lima; Mota, 2017).

Aguiar et al. (2015), estudando a inclusão crescente de palma forrageira na dieta (0, 200, 400 e 600 g/kg de MS) de novilhas mestiças 3/4 holandesa-zebu no estado da Bahia, observaram que o melhor resultado foi de 400 g/kg de MS onde obteve-se o melhor custo/benefício devido a relação entre ganho de peso e o menor custo da dieta total.

Ao avaliar diferentes estratégias de suplementação para vacas mestiças em lactação em Pernambuco, Melo (2009) comparou dietas compostas por silagem de milho ou palma forrageira, combinadas com concentrado ou farelo de soja. Entre as rações com concentrado, o custo daquela contendo palma foi R\$ 0,17 inferior à base de silagem de milho. Entre as dietas com farelo de soja, a associação com palma reduziu o custo em R\$ 0,39 em comparação à silagem de milho. Os custos com suplementação nos tratamentos com palma representaram 43,70% do custo por quilo (kg) de leite produzido, ao passo que os tratamentos de silagem de milho com concentrado e com farelo de soja responderam por 46,41% e 44,47% desse valor, respectivamente.

Melo (2009) observou que em relação à produção diária de leite, não houve diferença estatística entre as dietas com concentrado, cujas médias foram de 17,46 kg/dia para a associação com silagem de milho e 17,89 kg/dia para a palma forrageira. Da mesma forma,

os tratamentos contendo farelo de soja foram semelhantes entre si, registrando 16,24 kg/dia (silagem de milho) e 15,01 kg/dia (palma). Contudo, observou-se variação significativa ao comparar os grupos com concentrado e o grupo composto por palma e farelo de soja, evidenciando que o uso de concentrado propiciou os melhores desempenhos produtivos.

Em outro estudo conduzido em Pernambuco, Oliveira et al. (2007) avaliaram vacas Holandesas puras alimentadas com níveis crescentes de palma forrageira em substituição ao milho e ao feno de tifton, utilizando o farelo de soja para o ajuste proteico. Os autores constataram que o comprometimento da receita com alimentação na dieta sem palma (0,0%) correspondeu a 86,0% do faturamento com o leite, ao passo que, no tratamento com 51,0% de inclusão do vegetal, esse impacto reduziu para 58,0% (Tabela 3). Diante do elevado preço do milho e das dificuldades de seu cultivo no Nordeste, os pesquisadores afirmam que a palma forrageira constitui uma alternativa energética regional viável, capaz de reduzir os custos de produção sem alterar o rendimento leiteiro e o teor de gordura.

Tabela 3 – Produção de leite, consumo de matéria seca (MS), custo da matéria seca, preço do leite, receita do leite, custos da dieta e comprometimento da receita com a alimentação (CRA)

	Nível de inclusão de palma (% MS)				
	0,0	12,0	25,0	38,0	51,0
Produção de leite (kg/dia)	20,34	20,20	21,78	20,58	20,35
Consumo de MS (kg/dia)	20,93	21,87	20,17	18,60	16,48
Custo total MS (R\$)	8,79	8,75	7,66	6,88	5,93
Preço do leite (R\$)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Receita do leite (R\$)	10,17	10,10	10,89	10,29	10,17
Dieta (R\$) (kg MS)	0,42	0,40	0,38	0,37	0,36
CRA (%)	86,0	87,0	70,0	67,0	58,0

Fonte: Adaptado de Oliveira et al. (2007).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cultivo da palma forrageira no semiárido brasileiro é estratégico para a sustentabilidade da produção animal, especialmente durante períodos de estiagem prolongada, quando atua simultaneamente como fonte de energia e água para as espécies pecuárias. A compreensão de seus mecanismos bioquímicos e morfológicos permite explicar de forma integrada sua notável adaptação a esse ecossistema. O metabolismo ácido das crassuláceas (CAM) — caracterizado pela fixação noturna de dióxido de carbono via enzima PEP-carboxilase e pelo acúmulo de ácido málico e outros ácidos orgânicos — constitui um conjunto de processos fisiológicos interdependentes. Esse aparato garante a manutenção da atividade fotossintética sob severa restrição hídrica, justificando a elevada capacidade produtiva da cultura em ambientes restritivos a outras espécies.

Do ponto de vista produtivo e nutricional, embora o rendimento em matéria verde responda diretamente ao manejo do plantio, à fertilidade do solo e ao regime hídrico, a palma destaca-se pela alta concentração de carboidratos não fibrosos e elevada digestibilidade. Todavia, devido aos seus baixos teores de proteína bruta e fibra efetiva, seu fornecimento deve ser obrigatoriamente associado a fontes de fibra de qualidade e compostos nitrogenados para assegurar o adequado funcionamento ruminal. Quando utilizada de forma estratégica na dieta, a cultura viabiliza a redução do uso de concentrados, permitindo a substituição integral do fubá de milho para categorias animais específicas. Essa prática possibilita a redistribuição de insumos para lotes mais exigentes e diminui os custos de produção do litro de leite, maximizando a rentabilidade da atividade.

Para além dos aspectos zootécnicos e econômicos, a palma forrageira assume relevância ambiental por sua alta eficiência no uso da água sob baixos índices pluviométricos. Seu cultivo promove a segurança alimentar dos rebanhos, mitiga a pressão sobre pastagens degradadas e reduz a dependência de insumos externos, fortalecendo a resiliência dos sistemas agropecuários frente às mudanças climáticas. Em suma, a integração de seus atributos morfo-fisiológicos consolida a espécie como um dos principais pilares para a pecuária leiteira regional. Contudo, avanços tecnológicos focados na mecanização da colheita e do trato cultural ainda são imperativos para que os produtores passem a manejar os palmais como um cultivo comercial de larga escala.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. do S. M. A. et al. Forage cactus in diets of confined dairy cattle: performance and economic viability. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 1013–1030, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n2p1013>, acesso em: 08 jun. 2026.
- ALBUQUERQUE, S. G. de; SANTOS, D. C. dos. Palma-forrageira. In: KILL, L. H. P.; MENEZES, E. A. (Eds.). **Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o Semiárido brasileiro**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p.91-127.
- ANDRADE-MONTEMAYOR, H. M.; CORDOVA-TORRES, A. V.; GARCÍA-GASCA, T.; KAWAS, J. R.. Alternative foods for small ruminants in semiarid zones, the case of Mesquite (*Prosopis laevigata* spp.) and Nopal (*Opuntia* spp.). **Small Ruminant Research**, v.98, p.83-92, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.03.023>
- AYADI, M. A.; ABDELMAKSoud, W.; ENNOURI, M.; ATTIA, H.. Cladodes from *Opuntia ficus-indica* as a source of dietary fiber: effect on dough characteristics and cake making. **Industrial Crops and Products**, v.30, p.40-47, 2009.
- BARBOSA, R.S. et al. Doenças da palma. In: LOPES, E.B. (Ed.). **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no Semiárido nordestino**. João Pessoa: EMEPA, 2012. p.81-98.
- BATISTA, A.M.V. et al. Chemical composition and ruminal degradability of spineless cactus grown in Northeastern Brazil. **Rangeland Ecology & Management**, v.62, n. 3, p.297-301, 2009.
- BEZERRA, B.G. et al. Zoneamento agroclimático da palma forrageira (*Opuntia* sp.) para o estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.7, p.755-761, 2014.
- BUAINAIN, A. M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M. da; NAVARRO, Z. **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. 1 ed. Brasília: Embrapa, 2014.
- CÂNDIDO, M. J. D.; GOMES, G. M. F.; LOPES, M. N.; XIMENES, L. J. F.. Cultivo de palma forrageira para mitigar a escassez de forragem em regiões semiáridas. Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste – ETENE; Banco do Nordeste do Brasil S.A. **Informe Rural**, v.7, n.3, 2013, 7p.
- CARDOSO, D. B. et al. Levels of inclusion of spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) in the diet of lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v.247, p.23-31, 2019.
- CAVALCANTI, C. V. de A. et al. Palma forrageira enriquecida com ureia em substituição ao feno de capim-tifton 85 em rações para vacas da raça Holandesa em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 4, p. 689–693, 2008.

CHIACCCHIO, F. P. B.; MESQUITA, A. S.; SANTOS, J. R. dos. Palma forrageira: uma oportunidade econômica ainda desperdiçada para o semiárido baiano. **Bahia Agrícola**, v. 7, n. 3, p. 39-49, 2006.

COSTA, R. G. et al. Effects of increasing levels of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) in the diet of dairy goats and its contribution as a source of water. **Small Ruminant Research**, v.82, n.1, p.62-65, 2009.

DANTAS, S. F. de A.; LIMA, G. F. da C.; MOTA, E. P. da. Viabilidade econômica da produção de palma forrageira irrigada e adensada no semiárido Potiguar. **Revista iPecege**, v. 3, n. 1, p. 59–74, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.22167/r.ipecege.2017.1.59>, acesso em: 08 jun. 2026.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. et al. Productivity of *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller under different N and P fertilization and plant population in north-east Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 67, n. 3, p. 357-372. 2006.

DUBEUX JUNIOR., J.C.B.; BEN SALEM, H; NEFZAOU, A. Forage production and supply for animal nutrition. In: INGLESE, P. et al. (Eds.). Crop ecology, cultivation and uses of cactus pear. INTERNATIONAL CONGRESS ON CACTUS PEAR AND COCHINEAL: CAM CROPS FOR A HOTTER AND DRIER WORLD, 9., 2017, Coquimbo. **Proceedings** [...]. 2017. p.73–92.

DUQUE, G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas**. 4ª Ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004. 330 p.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Trees, forests and land use in drylands: the first global assessment – preliminary findings**. Rome: FAO, 2016. 184 p. ISBN 978-92-5-109326-9.

FARIAS, I.; SANTOS, D.C.; DUBEUX JUNIOR., J.C.B. Estabelecimento e manejo da palma forrageira. In: MENEZES, R.S.C; SIMÕES, D.A.; SAMPAIO, E.V.S.B. (Eds.). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. 1 ed. Recife: Editora Universitária - UFPE, p. 81-103, 2005.

FERRAZ, A. P. F.; ARRUDA, D. M. P. de; MELLO, A. C. L. de. Pragas e doenças. In: LIRA, M. A. (Ed.). **Palma forrageira: cultivo e usos**. Cadernos do Semiárido: Riquezas & Oportunidades, 2 ed. Recife: Editora do IPA, v.7, n.7, 2017.

FREIRE, J. de L. et al. Growth of cactus pear cv. Miúda under different salinity levels and irrigation frequencies. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 4, p. 3893-3900, 2018.

FROTA, M. N. L. da; CARNEIRO, M. S. de S.; CARVALHO, G. M. C.; ARAÚJO NETO, R. B. **Palma forrageira na alimentação animal**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2015. 47 p. Documentos 233.

GALVÃO JÚNIOR, J. G. B.; SILVA, J. B. A. da; MORAIS, J. H. G.; LIMA, R. N. de. Palma forrageira na alimentação de ruminantes. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 8, n. 2, p. 78-85, 2014.

GRIFFITHS, H.; MALES, J. Succulent plants. **Current Biology**, v.27, n.17, p.R853-R909, 2017.

INGLESE, P.; LIGUORI, G.; BARRERA, E de la. Ecophysiology and reproductive biology of cultivated cacti. In: INGLESE, P.; MONDRAGÓN, C.; NEFZAOU, A.; SAENZ, C. (Eds.). **Crop ecology, cultivation and uses of cactus pear**. Food and Agriculture Organization and International Center for Agricultural Research in the Dry Areas Rome, 2017. p.29-41.

ĨÑIGUEZ, L. The challenges of research and development of small ruminant production in dry areas. **Small Ruminant Research**, v.98, p.12-20, 2011.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation**. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 2012. 582p. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SREX_Full_Report-1.pdf. Acesso em: 11 nov. 2025.

JHA, S.; SRIVASTAVA, R. Impact of drought on vegetation carbon storage in arid and semiarid regions. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 11, p. 22-29, 2018.

LIMA, R. M. B. et al. Substituição do milho por palma forrageira: comportamento ingestivo de vacas mestiças em lactação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.25, n.2, p.347-353, 2003.

LIMA, G.F. da C. et al. Morphological characteristics and forage productivity of irrigated cactus pear under different cutting intensities. **Revista Caatinga**, v. 29, n.2, p. 481-488, 2016.

LIMA, L. R. et al. Productive-economic benefit of forage cactus-sorghum intercropping systems irrigated with saline water. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 1, p. 191–201, 2018.

LIRA, M. de A. **Palma forrageira: cultivo e usos**. 2.ed. Recife: Editora do IPA. Cadernos do Semiárido: riquezas & oportunidades, v. 7, n. 7, 2017.

MARANHÃO, S. R. **Modelagem de sistemas aplicada à produção de forragem e ao uso da água, nas condições atuais e sob mudanças climáticas, no Semiárido Brasileiro**. 2021. 116 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

MARQUES, O. F. C. et al. Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 9, n.1, p. 75-93, 2017.

MARTINS, A. S. et al. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte proteica em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 269-277, 2000.

MELO, A. A. S. de et al. Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira em dietas para vacas em lactação. Digestibilidade. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. V.25, n. 2, p. 339 – 345, 2003.

MELO, W. S. de. **Vacas leiteiras mestiças a pasto alimentadas com diferentes suplementos no período de transição seca-águas**. 2009. 69f. Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal do Ceará, Recife, 2009.

MENGISTU, U.; DAHLBORN, K.; OLSSON, K. Mechanisms of water economy in lactating Ethiopian Somali goats during repeated cycles of intermittent watering. **Animal**, v.1, n.7, p.1009-1017, 2007.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 7, p. 1463–1481, 1997.

MOURA, M. S. B. de; SOUZA, L. S. B. de; SILVA, T. G. F. da; SÁ, I. I. S. **Zoneamento agroclimático da palma forrageira para o Estado de Pernambuco**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. 26p. Documentos 242.

NEFZAOU, A.; BEN SALEM, H. Cacti: efficient tool for rangeland rehabilitation, drought mitigation and to combat desertification. **Acta Horticulturae**, v.581, p.295-315, 2002.

NEVES, A. L. A. et al. Plantio e uso da palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros no semiárido brasileiro. **Comunicado Técnico**, 62. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2010. 8p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/885598/1/COT62Andre.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2023.

NOBEL, P. S.; CAVELIER, J.; ANDRADE, J. L. Mucilage in cacti: its apoplastic capacitance, associated solutes, and influence on tissue water relations. **Journal of Experimental Botany**, v.43, n.250, p.641-648, 1992.

NOBEL, P.S. **Cacti: biology and uses**. Berkeley: University of California Press, 2002. 280 p.

NRC. National Research Council. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington: National Academy Press, 2001. 381p.

OLIVEIRA, V. S. de et al. Substituição total do milho e parcial do feno do capim-tifton por palma forrageira em dietas para vacas em lactação: produção, composição do leite e custos com alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 928-935, 2007.

OLIVEIRA, F. D. B. P. de. **Desempenho de vacas leiteiras alimentadas com palma forrageira em substituição ao fubá de milho**. 2014. 49 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Unidade Acadêmica de Garanhuns, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, 2014.

OLIVEIRA, L. F. M. **Etiologia da mancha marrom de palma (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck), resistência de genótipos e efeito da temperatura e umidade sobre a doença.** 2016. 72 f. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2016.

PEIXOTO, M. J. A. **Crescimento vegetativo, produção e composição químico-bromatológica da palma forrageira consorciada com cajá (*Spondias spp.*).** 2009. 77 f. Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

PERES, A. A. de C. et al. Análise econômica de sistemas de produção a pasto para bovinos no município de Campos dos Goytacazes-RJ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1557-1563, 2004.

SAMPAIO, E.V.S.B. Fisiologia da palma. *In*: MENEZES, R.S.C.; SIMÕES, D.A.; SAMPAIO, E.V.S.B. (Ed.). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso.** Recife: Editora Universitária. 2005. p.43-55.

SANTIAGO, M.F. Leveduras e seleção de genótipos como estratégias para o manejo da palma forrageira. 2017. 84 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017.

SANTOS, D. C.; LIRA, M. A.; DIAS, F. M. Melhoramento genético da palma forrageira. *In*: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Eds.). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso.** Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. p. 27-42.

SANTOS, M. V. F.; FERREIRA, M. A.; BATISTA, A. M. V. Valor nutritivo e utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. *In*: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Eds.). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso.** Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. p.143-162.

SANTOS, M.V.F. dos; et al. Palma Forrageira. *In*: FONSECA, D. M. da; MARTUSCELLO, J. A. (Eds.). **Plantas forrageiras.** Viçosa: Ed. UFV, 2010. cap. 14. p.361-407.

SANTOS, D. C.; SILVA, M. C.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; LIRA, M. A.; SILVA, R. M. Estratégias para uso de cactáceas em zonas semiáridas: novas cultivares e uso sustentável das espécies nativas. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 15, n. 2, p. 111–121, 2013.

SANTOS, M.V.F. et al. Chemical composition and spine occurrence in cactus pear genotypes. **Acta Horticulturae**, n. 1247_29, p. 213-220, 2019.

SANTOS, M. V. F. dos; CARVALHO, F. F. R. de; FERREIRA, M. de A. **Palma Forrageira: potencial e perspectivas.** 2. ed. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema Gráfica, 2022.

SILVA, N.G. de M. et al. Effects of planting density and organic fertilization doses on productive efficiency of cactus pear. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 4, p. 976–983, 2016.

SILVA, R.R. da; SAMPAIO, E.V. de S.B. Palmas forrageiras *Opuntia ficus-indica* e *Nopalea cochenillifera*: sistemas de produção e usos. **Revista GEAMA**, v.1, n.2, p.151-161, 2015.

SNYMAN, H. A. Root distribution with changes in distance and depth of two-year-old cactus pears *Opuntia ficus-indica* and *O. robusta* plants. **South African Journal of Botany**, v. 72, p. 434–441, 2006.

SNYMAN, H.A. Root studies on cactus pears *Opuntia ficus-indica* and *O. robusta* along a soil-water gradient. **Haseltonia**, v. 13, p. 64-75, 2007.

SOUZA, A.E.F. de et al. Ocorrência e identificação dos agentes etiológicos de doenças em palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) no semiárido paraibano. **Revista Biotemas**, v.23, n.3, p.11-20, 2010.

STINTZING, F. C.; CARLE, R. Cactus stems (*Opuntia* spp.): a review on their chemistry, technology, and uses. **Molecular Nutrition and Food Research**, v. 49, p. 175-194, 2005.

TEGEGNE, F.; KIJORA, C.; PETERS, K. J. Study on the effects of incorporating various levels of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) on dry matter intake, water consumption and performance of sheep. In: CONFERENCE ON INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH FOR DEVELOPMENT, 2005. Tropentag. Stuttgart-Hohenheim, Germany, 2005. p.1-5.

TEGEGNE, F.; KIJORA, C.; PETERS, K. Study on the optimal level of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) supplementation to sheep and its contribution as source of water. **Small Ruminant Research**, v. 72, p.157-164, 2007.

VASCONCELOS, A.G.V. de.; LIRA, M. de A.; CAVALCANTI, V.L.B.; SANTOS, M.V.F. dos; WILLADINO, L.. Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha-do-carmim (*Dactylopius* sp). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 5, p. 827-831, 2009.

WARUMBY, J. F. et al. Pragas da palma. In: MENEZES, R.S.C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Eds.). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. p. 65-80.