

Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos

Orlando Filipe Costa Marques^{1*}, Luan Souza de Paula Gomes², Mário Henrique França Mourthé³, Thiago Gomes dos Santos Braz³, Otaviano de Souza Pires Neto⁴

Resumo

Objetivou-se revisar as características agrônômicas e a utilização da palma forrageira na alimentação de bovinos. A palma é uma cactácea de origem mexicana que apresenta boas características de adaptação à região semiárida brasileira devido ao seu processo fotossintético peculiar que evita a perda excessiva de água pela transpiração durante o dia. A palma tolera grande variação de temperatura para seu cultivo, com limites mínimos e máximos, respectivamente, de 8 a 31°C. Esta cactácea apresenta algumas restrições quanto a precipitação para atingir bons níveis de produção tendo como limitantes volumes acima de 1.089 e abaixo de 368,4 mm/ano. A implantação da cultura deve ser feita no final do período seco do ano para evitar o apodrecimento das mudas pela alta umidade e contaminação microbológica. A palma possui em sua composição bromatológica, baixo teor de proteína e fibra insolúvel em detergente neutro, porém é rica em carboidrato não fibroso com valor superior as silagens de milho e sorgo. A palma pode ser fornecida aos bovinos desde fresca picada até sob pastejo. Entretanto, devido ao baixo teor de fibra, recomenda-se que seja associada a alimentos volumosos, principalmente para animais de alta produção. A palma forrageira é opção estratégica para a produção de alimentos para bovinos em áreas com escassez e irregularidade de chuvas, pois apresenta potencial para manter o desempenho animal no período seco do ano, desde que incluída de maneira correta em dietas de bovinos.

Palavras-chave: Adaptação à seca. Carboidrato não fibroso. Condições semiáridas. *Nopalea* sp. *Opuntia* sp. Ruminantes.

Spineless cactus: cultivation and use in cattle feed

Abstract

This study aimed to review the agronomic characteristics and the use of forage cactus in cattle feed. The palm is a cactaceous of Mexican origin that has good characteristics to adapt to the Brazilian semiarid region due to its peculiar photosynthetic process that prevents excessive water loss by transpiration during the day. Palm tolerate large temperature range for cultivation, with minimum and maximum limits, respectively, 8-31°C. This cactaceous has some restrictions on rainfall to achieve good levels of production with as limiting volumes above 1,089 and below 368.4 mm / year. The implementation of culture should be made at the end of the dry season to avoid rotting of seedlings by high humidity and

¹Mestrando do Programa de Produção Animal da Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, Brasil.

*Autor para correspondência: orlandozootec@gmail.com

²Mestrando do Programa de Produção Animal da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Montes Claros, MG, Brasil

³Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Montes Claros, MG, Brasil

⁴Faculdades Unidas do Norte de Minas Gerais (UFMG), Montes Claros, MG, Brasil

Recebido para publicação em 03 de novembro de 2016

Aceito para publicação em 23 de março de 2017

microbiological contamination. Palm has in your chemical composition, low in protein and soluble fiber, neutral detergent, but is rich in non fibrous carbohydrate with superior value silage corn and sorghum. The palm can be supplied from the chopped fresh cattle to grazing. However, because of the low fiber content, it is recommended to be associated with roughage, especially for high production animals. The spineless cactus is a strategic option for the production of feed for cattle in areas with shortages and irregular rainfall, it has the potential to keep the animal performance in the dry season, since included correctly in cattle diets.

Keywords: Adaptation to drought. Non-fibrous carbohydrate. Semi-arid conditions. Nopalea sp. Opuntia sp. Ruminants.

Introdução

As regiões de condições semiáridas são caracterizadas pela baixa precipitação, com chuvas irregulares e altas temperaturas, o que afeta diretamente a disponibilidade de alimentos para a produção animal. O cultivo de espécies forrageiras que melhor adaptam-se a estas condições é essencial para evitar perdas produtivas e financeiras em sistemas de produção de ruminantes e neste sentido, a palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) aparece como importante opção como fonte de alimentos.

A palma forrageira é de origem mexicana e, atualmente, encontra-se dispersa em todos os continentes, exceto nas regiões polares. No Brasil, é considerada uma das principais fontes de forragem para o gado leiteiro na região Nordeste durante o período seco do ano. Essa forrageira apresenta características de adaptação ao clima semiárido associada a boa produtividade e alta palatabilidade (ALMEIDA, 2012).

A palma forrageira tem grande capacidade de produção de fitomassa nas condições climáticas de regiões semiáridas, sendo rica em água, carboidratos não fibrosos (CNF), cinzas e com nutrientes digestíveis totais (NDT) em torno de 63% (da matéria seca), alta resistência à seca, eficiência de uso da água, porém apresenta baixo teor de fibra (FDN, fibra insolúvel em detergente neutro) e proteína (FERREIRA 2005; MELO *et al.*, 2003). Pode ser incluída na dieta de ruminantes na forma de farelo desidratado, pastejo ou picada e servida no cocho. Nas dietas a base de palma fresca deve-se levar em conta o baixo teor de matéria seca (MS), devendo-se fornecer outras fontes de fibra para evitar desordens metabólicas nos animais.

Nos últimos anos, diversas regiões do Brasil passaram por redução da quantidade e aumento da sazonalidade das chuvas o que,

consequentemente, interfere negativamente na produção de forragem para os bovinos. Como exemplo, nos anos agrícolas de 2014/2015 e 2015/2016 precipitação foi, respectivamente, de 622,5 e 708,1 mm em Montes Claros-MG, distribuídos em um curto espaço de tempo (INMET, 2016). Estes índices e a sazonalidade limitam o crescimento de algumas espécies forrageiras tradicionalmente, cultivadas tal como o milho e por isso há o interesse no cultivo de plantas forrageiras adaptadas. Nesse cenário, a palma forrageira pode ser alternativa para suprir a demanda de alimentos para os ruminantes, principalmente, no período seco do ano. Assim objetivou-se com o trabalho revisar as características agronômicas e a utilização da palma forrageira na alimentação de bovinos.

Origem

A palma forrageira é originária do México, mas atualmente é distribuída mundialmente (ANAYA-PÉREZ, 2002). Sabe-se que desde o ano de 1520, as Opuntias mexicanas foram levadas para a Europa, de onde se dispersaram a partir do Mediterrâneo para a África, Ásia e Oceania (HOFFMENN, 2001). A introdução da palma forrageira sem espinho no Brasil ainda não é bem definida, mas há relatos de sua entrada em Pernambuco, por volta de 1880, através de sementes importadas dos Estados Unidos (LOPES; SANTOS; VASCONCELOS, 2012).

Atualmente, o Brasil é o país com maior cultivo da palma forrageira do mundo, com área estimada em 600 mil ha, com predomínio da espécie *Opuntia ficus-indica* (SILVA, 2012).

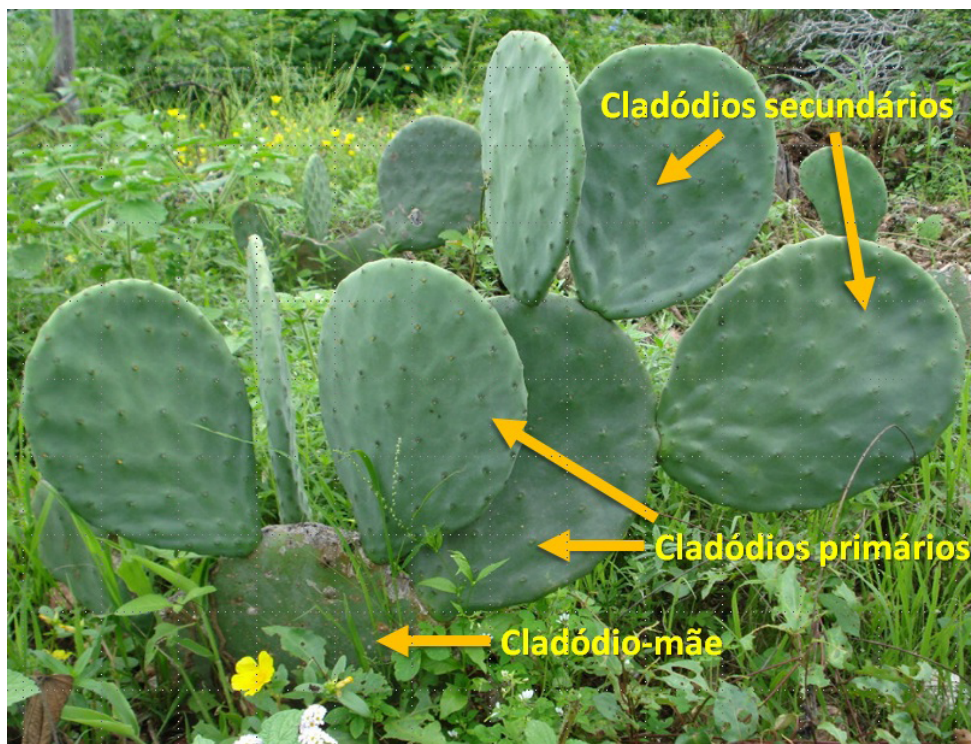
Classificação botânica e características morfológicas

Existem 2.000 espécies pertencentes as 178 gêneros de Palma forrageira, entretanto dois destes, Opuntia e Nopalea são os mais

utilizados como forrageiras. Desta forma, a classificação botânica seria: reino Vegetal, subreino *Embryophita*, divisão *Angiospermae*, ordem Opuntiales, classe *Dicotinodetae*, família Cactaceae, subfamília *Opuntioideae*, gênero *Opuntia*, subgênero *Playopuntia* e várias espécies importantes espécies de Palma forrageira mais cultivadas (BRAVO, 1978 citado por LOPES; SANTOS; VASCONCELOS, 2012).

A palma possui estrutura anatômica (FIGURA 1) peculiar com folhas em forma de espinhos endurecidos e pontiagudos (rudimentares), o caule é do tipo cladódio (comumente chamado de raquete) que se caracteriza pelo aspecto volumoso (“carnudos”), verdes e achatados, podendo ser classificados em primário ou secundário, de acordo com a sua disposição sobre o crescimento (VIDAL; VIDAL 2003).

Fotografia 1 – Características anatômicas das cactáceas



Fonte: Adaptada de Agência Sergipe de Notícias. Disponível em: <https://goo.gl/Vdsa0j>.

A espécie *Opuntia ficus-indica* (L.) P. Mill (Gigante) apresenta raquetes ovaladas de cor verde escura com 19 a 28 mm de espessura, 30 a 60 cm de comprimento, 20 a 40 cm de largura, recobertas por uma camada de cera (FOTOGRAFIA 1). Estas plantas têm porte arborescente com 3 a 5 m de altura, coroa larga com

60 a 150 cm de largura e glabra. As flores são amarelas ou laranja e o fruto é rico em polpa, suculento, adocicado, com 5 a 10 cm de comprimento e 4 a 8 cm de largura, de cor variando de amarelo, laranja e vermelho e apresenta casca fina (SCHEINVAR, 1999).

Fotografia 2 – Palma forrageira cultivar Gigante



Fonte: SENAR, 2015. Disponível em: <https://goo.gl/UK2Esj>.

A *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm Dyck (Miúda ou doce) (FOTOGRAFIA 2) apresenta raquetes em torno de 25 cm de comprimento com formato abovado (base mais fina que a ponta) e coloração verde intenso brilhante, o caule apre-

senta grande ramificação e de pequeno porte, as flores são vermelhas e durante o ciclo a corola permanece semiaberta, o fruto tem formato de baga e com cor roxa (SILVA; SANTOS *et al.*, 2006).

Fotografia 3 – Palma forrageira cultivar Miúda



Fonte: <https://goo.gl/t4HT4j>, 2015.

Essas plantas apresentam raízes bem desenvolvidas “volumosas”, com distribuição variando com o tipo de solo e manejo adotado, mas com predominância de raízes superficiais na horizontal que sobrevive a grandes períodos

de seca por apresentarem características xeromórficas (adaptadas a climas semiárido e árido). Em geral, atingem a máxima profundidade de 30 cm e dispersão de 4 a 8 cm em diferentes tipos de solo (SUDZUKI-HILLS, 2001).

Cultivares

Segundo Lopes, Santos, Vasconcelos (2012) a região Nordeste do Brasil encontra-se a área de maior cultivo de Palma forrageira do mundo, estimada em 600.000 ha com o predomínio das cultivares Gigante, Redonda, clone IPA-20 (*Opuntia ficus-indica* Mill.) e miúda (*Nopalea cochenilifera salm* Dick).

A cultivar Gigante é a mais cultivada e apresenta maior rusticidade, tolerância a secas intensas e a infestações da cochonilha de escamas (*Diaspis echinocacti* Bouché) (SANTOS *et al.*, 2006; SANTOS *et al.*, 2010). A cultivar miúda apresenta maior resistência à cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell) (VASCONCELOS *et al.*, 2009) e maior produção de matéria seca (MS) comparada as cultivares Gigante e Redonda, apesar da menor produção de matéria verde e resistência à déficits hídricos mais severos (CARVALHO FILHO *et al.*, 2002; SANTOS *et al.*, 2006). Já a cultivar Redonda (orelha de onça) também é sensível à cochonilha de escamas e o hábito de crescimento mais

horizontal comparado a Gigante e Miúda, que possuem crescimento vertical (CARVALHO FILHO *et al.*, 2002) o que dificulta o consórcio com outras culturas e, por isso tem sido preterida em relação ao plantio de outras s cultivares (ROCHA, 2012).

O Instituto Agrônômico de Pernambuco (IPA) desenvolve diferentes clones de palma forrageira e dentre eles, o clone IPA-20 destacou-se em relação aos demais quanto a produtividade sendo atribuído ao mesmo, produção de MS 50% maior que a Gigante (SANTOS *et al.*, 2006). A cultivar “Orelha de elefante” (*Opuntia tuna* (L.) Mill) (FOTOGRAFIA 3) tem origem no México e África e apresenta como vantagens a resistência à cochonilha do carmim e menor exigência em fertilidade de solo (VASCONCELOS *et al.*, 2009; CAVALCANTI *et al.*, 2008). De acordo com Neves *et al.* (2010), essa cultivar tem grande número de espinhos, característica indesejável para a alimentação dos animais, pois dificulta o manejo. Entretanto os espinhos ajudam na redução da temperatura do caule durante o dia e assim, aumenta a tolerância à seca.

Fotografia 4 – Palma forrageira cultivar Orelha de elefante



Fonte: Adaptada de: <https://goo.gl/fxBB9c>, 2012.

Adaptações às condições semiáridas

A palma forrageira é bem adaptada às condições semiáridas e pode suportar longos períodos de estiagem. Esta adaptação é atribuída a sua fisiologia, caracterizada pelo processo fotossintético denominado Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM, do inglês Crassulacean Acid Metabolism) (SNYMAN, 2006). As plantas que assimilam o CO₂ através do sistema CAM, desenvolveram o mecanismo de fechar os estômatos durante o dia, o que evita a perda excessiva de água pelo processo de transpiração e assim mantêm a hidratação dos tecidos (TAIZ; ZEIGER, 2004). Este mecanismo fotossintético diferenciado foi decisivo para a adaptação desta cactácea às condições semiáridas, caracterizada pela alta eficiência no uso da água, na faixa de 100 a 150 kg por kg de MS, o que a torna seis vezes mais eficiente que as leguminosas e quase três vezes mais eficientes que as gramíneas (FELKER *et al.*, 2005; SANTOS *et al.*, 2006). Já Sampaio (2005) relatou que a palma forrageira possui eficiência de uso da água de, aproximadamente, 50:1, ou seja, 50 kg de água para cada 1 kg de MS formada, enquanto as plantas C3 e C4 apresentam eficiências por volta de 1.000:1 e 500:1, respectivamente.

Outra importante característica dessa planta é a camada de cera que recobre os tecidos. Essa cera é um polímero complexo resultante da interação de ácidos graxos de cadeias longas, alcanos e alcoois alifáticos em presença de O₂ e está localizada externamente a cutícula. Juntamente com a cutina protegem as plantas contra o ataque de fungos, bactérias e insetos, como também auxilia contra a perda excessiva de água em ambientes quentes (APEZZATO DA GLÓRIA; GUERREIRO, 2006).

As cactáceas constituem o exemplo mais perfeito de eficiência de adaptação e aproveitamento da água e energia em ambientes secos, reconhecido por servirem como reservatórios de água para o metabolismo durante os períodos de déficit hídrico (HILLS, 1982).

Características agrônomicas

Estudos realizados no México demonstraram que as condições climáticas podem interferir diretamente no desenvolvimento e produção da palma forrageira, uma vez que existe correlação entre temperatura, absorção de nutrientes e produção de massa (ORONA-CAS-TILLO *et al.*, 2004).

Souza *et al.* (2008) analisaram os indicadores climáticos (temperatura do ar, amplitude térmica, precipitação e índice hídrico) para o zoneamento agrícola da palma forrageira em diferentes regiões, tais como, África do Sul, México e Brasil (RN, AL, PE, SE e BA). Os autores constataram que 86% das localidades analisadas apresentaram-se na faixa ideal para desenvolvimento desta cultura, o que demonstrou a grande adaptação da mesma a diferentes condições edafoclimáticas com maior potencial de produção onde as temperaturas médias variaram entre 16,1°C a 25,4°C, com limites máximos entre 28,5°C e 31,5°C e mínimos entre 8,6°C a 20,4°C. Felker (1995) relataram que nas regiões de origem da palma forrageira as temperaturas variam entre 40,0°C e -10°C.

A temperatura mais amena no período noturno auxilia no metabolismo CAM das plantas, favorecendo a absorção de CO₂ e para as cactáceas a variação de temperatura ideal é de 11°C a 15°C (NOBEL; HARTSOCK, 1984; NOBEL, 1994). Segundo esses autores, o mecanismo de absorção de CO₂ também pode ser afetado pelas altas temperaturas noturnas, uma vez que essas plantas não realizam a abertura dos estômatos e a atividade das enzimas responsáveis pela fotossíntese é inibida e, conseqüentemente, apresenta restrição do cultivo da palma em algumas regiões. Em contrapartida, Souza *et al.*, (2008) afirmaram que a variação de temperatura ideal no México, África do Sul e Brasil foi de 10,0°C a 17,2°C. Estudo realizado em casa de vegetação, verificou-se que houve a captação máxima de CO₂ pela palma forrageira nas temperaturas de 25°C durante o dia e 15°C a noite (NOBEL e HARTSOCK, 1984).

Guerra *et al.* (2005) avaliaram 22 genótipos de palma forrageira em diferentes municípios no Rio Grande do Norte e concluíram que a maior produtividade foi em regiões com temperatura noturna entre 19°C a 21,5°C e precipitação média de 700mm. Já nos municípios das regiões onde a temperatura noturna e precipitação, respectivamente, foram maiores e menores que os valores citados, houve redução da produtividade. Vale ressaltar que apesar da precipitação média nas regiões onde a palma apresentou maior produtividade ser semelhante a exigência de outras culturas, tal como o milho, a mesma tem distribuição irregular ao longo do ano, o que poderia afetar o desenvolvimento do milharal.

A faixa de precipitação ideal para o cultivo da palma forrageira está entre 368,4 e 812,4mm/ano (SOUZA *et al.*, 2008). Já para Santos *et al.* (2006), a precipitação anual en-

tre 400 a 800mm proporciona desenvolvimento ideal da cultura. Dados indicadores climáticos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Indicadores climáticos para o cultivo da palma forrageira

Dados Climáticos	Níveis de aptidão		
	Ideal	Restrita	Inapto
Temperatura média do ar (°C)	16,1 a 25,4	Tm < 16,1 e > 25,4	-
Temperatura máxima do ar (°C)	28,5 a 31,5	Tx < 28,5 e > 31,5	-
Temperatura mínima do ar (°C)	8,6 a 20,4	Tn < 8,6 e > 31,5	-
Amplitude térmica (°C)	10,0 a 17,2	At < 10,0 e > 17,2	-
Precipitação (mm)	368,4 a 812,4	Pe < 368,4 e 812,4 < Pe ≤ 1089,9	Pe > 1.089,90
Umidade do solo (%)	63,1 a -37,3	Us < -63,1 e -37,3 < Us ≤ 7,7	Us > 7,70

Temperatura Média (Tm), Temperatura Máxima (Tx), Temperatura Mínima (Tn), Amplitude Térmica (At), Precipitação (Pe), Umidade do Solo (Us)

Fonte: Adaptada de Souza *et al.* (2008).

Em regiões com alta precipitação e com grande umidade do solo em determinadas épocas do ano, pode fazer com que a palma absorva quantidades de água além de sua capacidade de perda (transpiração), o que deixa a planta mais susceptível a doenças, principalmente, as causadas por fungos, além da possibilidade de ocorrer tombamentos e apodrecimento dos cladódios (BEZERRA *et al.*, 2014).

A palma forrageira apresenta grande diversidade quanto a aptidão em uma mesma região, devido a grande variação da precipitação ao longo dos anos, podendo fazer com que em determinada localidade apresente condições desde ideal a inapta, enquanto o mesmo não ocorre para a temperatura, pois em regiões tropicais a sua variação é muito pequena (BEZERRA *et al.*, 2014).

De acordo com Rodríguez (1975), a luminosidade recebida pela palma pode ser fator limitante a produtividade da cultura. A luminosidade na palma é captada pelas raquetes e a situação ideal seria onde houvesse a maior captação da luz pela planta em relação a recebida pelo solo, desde que não ocorra o sobremento das raquetes superiores sobre as inferiores. A densidade de plantio é fator importante para o crescimento da palma forrageira, entretanto deve ser ressaltado que não existe uma reco-

mendação ótima de espaçamento, pois devem ser considerados vários aspectos, tal como a menor absorção de luz após o plantio devido ao pequeno tamanho planta até a ocorrência de sombreamento mútuo entre as mesmas de acordo com o crescimento (PEIXOTO, 2009). Ao avaliar o crescimento e a produção da palma forrageira consorciada com cajá (*Spondias spp*), Peixoto (2009) verificou que as plantas sombreadas tiveram o crescimento dos cladódios 20,66% menor comparado as não sombreadas, respectivamente, produção de MS de 9,0 e 5,38 t/ha. Este achado pode ser explicado pelo efeito da luminosidade no aumento da fotossíntese que resultou em maior produção de carboidratos e, conseqüentemente, maior desenvolvimento e tamanho dos cladódios.

Solo e adubação

De acordo com Oliveira *et al.* (2010), há registros da palma forrageira nos mais diversos tipos de solo, desde os luvisolos e vertissolos no México a cambissolos e regossolos na Itália e sob diferentes pH (subalcalino ao subácido). Segundo os autores, a palma não se adapta bem a solos com lençol freático raso, mal drenados e que apresentem camadas superficiais impermeáveis. A palma forrageira exige solos com boas características físicas e químicas e os solos argilo-arenosos são os mais indicados,

desde que apresentem boa drenagem (FARIAS *et al.*, 1984; SANTOS *et al.*, 2006).

Para Santos *et al.* (2006), a palma pode ser adubada de forma mineral seguindo as recomendações sobre a análise de solo ou de forma orgânica aplicando-se esterco de caprinos ou bovinos no momento do plantio. A quantidade de esterco a ser aplicada varia de acordo com a fertilidade do solo e densidade do plantio, com variação entre 10 a 30 toneladas/ha e a cada dois anos realizar nova aplicação no início do período chuvoso. Deve-se atentar para o limite de adubação orgânica no plantio para que o excesso não provoque o apodrecimento das raquetes.

Dubeux Júnior *et al.* (2010) não verificaram efeito da adubação fosfatada e potássica (0, 200, 400 e 800 kg/ha de P_2O_5 e K_2O) e interação entre os nutrientes no número de cladódios da palma forrageira, clone IPA-201, tal fato pode ser explicado pelo curto período do experimento de apenas 180 dias e o alto teor de P no solo de 60 mg dm^{-3} . Apenas a adubação potássica aumentou a produção de MV, entretanto não houve diferença na produção de MS, pois este mineral provoca na planta maior controle sobre a abertura dos estômatos com maior turgidez das células nos cladódios.

Teles *et al.*, (2002) avaliaram os efeitos da adubação e de nematicida no crescimento e na produção da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) cv. Gigante, aos 9 meses, implantadas em vasos e aplicando (100 kg/ha de P_2O_5), potássio (200 kg/ha de K_2O), nitrogênio (200 kg/ha N), cálcio (250 kg/ha Ca), magnésio (80 kg/ha Mg) e enxofre (20 kg/ha S) com a combinação entre os nutrientes, com e sem nematicida e micronutrientes, observaram o aumento do número total de cladódios sendo 2,25 cladódios/plantas na testemunha e 4 cladódios/planta no tratamento com solução completa de minerais mais microminerais e nematicida, também foi observado o aumento da produção de MS, onde que a produção da testemunha foi de 30,62 g/vaso e no tratamento com solução completa de minerais mais microminerais e nematicida foi de 58,52 g/vaso. Diversos fatores podem interferir na resposta a adubação devido as diferentes circunstâncias experimentais, desde aos inerentes a planta até as condições edafoclimáticas e, portanto os resultados observados nos estudos não podem ser generalizados a todas as situações.

Menezes *et al.* (2005), ao avaliarem a produtividade da palma forrageira em 50 propriedades rurais do semiárido do Nordeste do Brasil concluíram que a dose de 11 mg dm^{-3} de P no solo é o nível crítico para resposta máxima da planta a adubação fosfatada. Resultado semelhante foi observado por Dubeaux *et al.* (2006) que encontraram resposta positiva na produtividade da palma forrageira cv. Gigante apenas em solos onde o nível de fósforo disponível foi inferior a 10 mg dm^{-3} e tal fato indicaria os possíveis níveis máximos de adubação com fósforo para esta espécie.

Para Santos (1995), o nível de adubação pode interferir na relação Ca/P da palma podendo ocorrer desequilíbrios quando submetidos a relação entre 15:1 a 30:1, considerando que o valor ideal é de 2:1.

Quanto à adubação nitrogenada, sabe-se que o nitrogênio está diretamente ligado a diferentes moléculas orgânicas das plantas e é um dos principais reguladores da fotossíntese. Os solos da região semiárida são caracterizados pela baixa disponibilidade de nitrogênio devido o baixo teor de MO no solo (CUNHA *et al.*, 2012). Estes autores avaliaram morfometria e acúmulo de biomassa da palma forrageira cv. Miúda sob diferentes doses de nitrogênio (100, 200 e 300 kg/ha) na forma de ureia, aplicada em três parcelas iguais a cada 30 dias, na densidade de 40.000 plantas/ha. Não foi observado diferenças da adubação com N para as características morfológicas, porém houve aumento do número de cladódios (27,75; 30,19; 31,00 e 36,08), respectivamente, com as doses crescentes de N (0; 100; 200; 300). Estes resultados podem ser explicados pela participação do N na estimulação da divisão celular e, assim no surgimento de novos cladódios, apesar da semelhança observada no volume, espessura, largura e peso dos mesmos. O aumento do número dos cladódios pode ter feito com que aumentasse a competição por nutrientes e não foi encontrado aumento na produção de MV, sendo 175,4; 169,8; 179,3 e 197,1 t/ha, respectivamente, para as dose de 0; 100; 200 e 300kg/ha de N. Por fim, os autores relataram que a palma pode não conseguir aproveitar todo o N aplicado no seu cultivo caso não haja umidade para que este elemento não seja perdido por volatilização.

Plantio

Normalmente, o plantio da palma acontece no último terço do período da seca, pois

durante o período chuvoso pode ocorrer a “diminuição da pega” devido ao apodrecimento dos cladódios causados pela contaminação com fungos e bactérias devido ao alto teor de água nas raquetes e no solo (SANTOS *et al.*, 2002).

Para Farias; Dubeux Junior e Santos *et al.* (2005), os cladódios de dois a três anos são os mais indicados para propagação por emitirem brotações em maior número, tamanho e vigor. O espaçamento a ser empregado no plan-

tio da palma forrageira está diretamente relacionado a interceptação de luz, objetivo do plantio (produção de mudas ou implantação da forragem), precipitação, consócio com outras culturas, fertilidade do solo e densidade desejada. A produtividade da cultura pode ser diretamente interferida pelas técnicas de plantio, adubação e colheita (ALVES *et al.*, 2007; FARIAS; DUBEUX JUNIOR e SANTOS *et al.* 2005). A Fotografia 3 demonstra o plantio no espaçamento entre plantas de 10 cm.

Fotografia 5 – Plantio adensado com espaçamento de 10 cm entre plantas



Fonte: Disponível em: <https://goo.gl/F5HIW1>.

O espaçamento com menor adensamento faz com que haja maior exposição das plantas ao sol, diminui a incidência de pragas e doenças além de facilitar os tratos culturais com tração animal quando cultivada por agricultores familiares (RAMOS *et al.*, 2011). Segundo Teles *et al.* (2004) pode-se conseguir maiores produtividades em plantios com maior densidade, porém exige-se maior necessidade de nutrientes do solo.

De acordo com Cavalcanti *et al.*, (2014), em plantios de palma forrageira com adensa-

mento superior a 40.000 plantas/ha ocorre redução no teor de lignina devido ao menor tamanho dos cladódios e aumento da disponibilidade de nutrientes entre os mesmos.

De acordo com Dubeux Junior *et al.* (2006) e Ramos *et al.* (2011), a palma forrageira responde ao adensamento do plantio com a maior produção de MS e aproveitamento das águas da chuva. A Tabela 2 apresenta os resultados da produtividade da palma em relação aos diferentes espaçamento e densidade de plantio.

Tabela 2 - Produtividade da palma forrageira em diferentes densidades de plantio.

Cultivar	Espaçamento (m)	Densidade (Plantas/ha)	Matéria Verde (kg/ha)	Matéria Seca (kg/ha)
Miúda	2	10.000	118.000	8.500
		80.000	639.000	44.700
Gigante	2	10.000	100.000	5.800
		80.000	400.000	20.200
Redonda	2	10.000	113.000	5.800
		80.000	518.000	26.500

Fonte: Adaptada de Silva *et al.* (2014).

Observa-se na Tabela 2, que todas as cultivares apresentaram maior produtividade de MV e MS com o aumento da densidade da cultura, o que segundo os autores pode ser explicado pela maior produção de cladódios (até 400%) de acordo com o adensamento crescente. Entretanto, a cultivar miúda apresentou produtividade de MS de, aproximadamente, 37% maior comparada as cultivares Gigante e Redonda nas três densidades avaliadas. O adensamento provocou redução na produção de MV e MS por planta e demonstrou que o aumento na produtividade está diretamente ligado ao maior número de plantas/ha. Além disso, há diferenças no padrão de crescimento entre as cultivares, em que as espécies Gigante e Miúda apresentam

crescimento vertical e a Redonda, crescimento na horizontal (SILVA *et al.*, 2014).

Áreas de extremo déficit hídrico e com altas temperaturas que dificultam o desenvolvimento da cultura da palma, pode ser utilizado o sistema de irrigação por gotejamento com a aplicação de pequena quantidade de água em grande intervalo entre irrigações e tem-se alcançado altos níveis de produtividade. Rego *et al.* (2015) avaliaram a morfologia e rendimento de biomassa da palma miúda irrigada com lâmina de água de 2,5 mm a cada sete dias, sob três doses de adubação orgânica e diferentes intensidades (altura) de corte aos 12 meses de idade (TABELA 3).

Tabela 3 – Produção de MS (t/ha) da palma miúda irrigada sob diferentes alturas de rebaixamento e doses de adubação orgânica aos 12 meses de idade

Altura de corte	Níveis de esterco Mg ha ⁻¹ ano ⁻¹		
	20	40	60
Cladódio mãe	10,94	15,42	10,78
Cladódio primário	15,83	16,70	15,18
Cladódio secundário	25,99	29,75	25,91

Fonte: Adaptada de Rego *et al.* (2015).

Os autores observaram que houve resposta positiva da produção de MS até a inclusão de 40 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco bovino, com notória redução quando adubação foi de 60 Mg ha⁻¹ ano⁻¹. De acordo com o aumento da altura de corte, que no caso das cactáceas, faz por meio da preservação dos cladódios mãe, primário ou secundário, houve aumento da produção de MS independente da dose de adubação, pois

ao preservarem os cladódios secundários (mais altos), provavelmente aumentou-se a área de captação de luz e, conseqüentemente, a taxa fotossintética.

De fato, outros trabalhos observaram maior produção de MS com a preservação dos cladódios secundários. Farias *et al.* (2000) observaram que a produtividade da palma foi maior

quando não foram retirados os artículos (cladódios) secundários e, isto deveu-se a maior eficiência fotossintética proporcionada pela maior área dos cladódios mantidos pós colheita. Alves *et al.* (2007) observaram maior produção de MS em plantio com 10.000 plantas/ha preservando os artículos secundários (7,84 t/ha/ano) quando comparado com a área que preservou os artículos primário (5,55 t/ha/ano).

O cultivo da palma forrageira em larga escala tem como principal entrave a baixa disponibilidade de material para propagação, principalmente, aqueles que são resistentes a cochonilha do carmim, o que resulta em aumento dos custos de aquisição com as mudas (GAVA; LOPES, 2012). Para aumentar a disponibilidade de mudas, pode-se utilizar a fragmentação de raquetes e formação de banco de mudas como alternativa para rápida multiplicação e de baixo custo, com resultados de até 85% de eficiência na produção das mesmas. Além disso, pode ser alternativa viável para pequenos produtores devido a necessidade de pouca mão de obra.

Para aumentar a velocidade de propagação dos materiais e diminuir custos de implantação pode ser feito o fracionamento das raquetes ao meio, porém esta técnica diminui o tamanho dos novos cladódios (SOLANO; ORIHUA, 2008).

Segundo Lopes; Brito; Batista, (2009), a disposição dos cladódios no solo, seja inclinado ou na vertical, não tem efeito sobre a produtividade e o motivo seria que, independente do sentido de plantio das raquetes, a palma emite novas raquetes no sentido de captarem maior quantidade de luz. A literatura reporta a ausência de influência do posicionamento das raquetes no plantio sobre a produtividade (MAFRA *et al.*, 1974; ALBUQUERQUE, 2000; FARIAS; DUBUEUX JUNIOR e SANTOS *et al.*, 2005 e LOPES; BRITO; BATISTA, 2009), desde que seja considerado as curvas de nível de acordo com a declividade do solo e em relação a direção do vento para evitar quebra das raquetes. Entretanto, Rodríguez (1975) relataram que o plantio da palma com raquetes voltadas para a posição norte-sul e faces voltadas para leste-oeste fez com que houvesse maior radiação sobre a planta e aumento da produção de MS.

As mudas devem ser colhidas e colocadas na sombra por período de 15 a 20 dias para cicatrização dos cortes, diminuir a quantidade de água e, assim reduzir casos de doenças. As raquetes devem ser enterradas a profundidade de dois terços do seu tamanho (SANTOS *et al.*, 2002).

Tratos culturais

De acordo com Santos *et al.* (2006), a palma responde igualmente as demais culturas quanto aos tratos culturais. Deve ressaltar que o controle de invasoras através da capina pode causar danos ao sistema radicular da cultura, uma vez que este se encontra superficialmente em sua maior parte, em até 30 cm de profundidade (FELKEL e RUSSELL, 1988).

Em plantios de maior densidade, o controle das plantas daninhas pode ser feito de forma eficiente, sem prejuízos à cultura, de acordo com as recomendações dos fabricantes podendo ser aplicado Tebuthiuron, Ametryne com Simazine ou Diuron com Trifluralina, juntos ou em separado, respectivamente (FARIAS *et al.*, 1998), sem prejuízo ao palmal. Entretanto, deve-se ponderar o tipo de invasora para melhor controle de plantas daninhas.

Pragas e doenças

As cochonilhas do gênero *Dactylopius* (cochonilha do carmim) apresentam-se como uma das principais pragas da palma forrageira e em áreas onde o cultivo não é conduzido de forma adequada elas podem disseminar-se por todo palmal (WARUMBY *et al.*, 2005).

As cochonilhas podem causar a queda dos cladódios e o amarelecimento das plantas (FOTOGRAFIA 4) e isso deve-se, inicialmente, pela espoliação ao sugarem as raquetes e também pela inoculação de toxinas (CAVALCANTI *et al.*, 2001; SANTOS *et al.*, 2006). Indiretamente, o orifício aberto pela picada do inseto nos cladódios torna-se porta de entrada para micro-organismos que causam o apodrecimento e queda dos cladódios e, posteriormente, o enfraquecimento e morte das plantas. Para Vasconcelos *et al.* (2009), em pequenas propriedades o controle químico torna-se inviável, pois tem alto custo e pode causar danos ambientais.

Fotografia 6 – Palmal infestado por cochonilha do carmim



Fonte: <https://goo.gl/HYafpf>, 2010.

Atualmente, novas áreas de cultivo da palma têm sido implantadas com cultivares resistentes as cochonilhas do carmim. De acordo com Vasconcelos *et al.* (2009) a utilização de clones resistentes é forma de controle eficiente, pois não apresenta custo adicional com a utilização de defensivos agrícolas e controla a população dos insetos em quantidades aceitáveis. As cultivares orelha de Elefante, Algerian e Miúda são considerados altamente resistentes à cochonilha do carmim, entretanto as variedades Redonda e Gigante são consideradas as mais sensíveis ao ataque destas pragas, o que representa grande perigo, uma vez que essas cultivares são as mais cultivadas por terem maior produtividade e resistência a seca.

Além das cochonilhas, a palma pode sofrer ataques de outros insetos que podem causar danos a produção, tal como as larvas do besouro *Ligyris* spp. conhecido popularmente como “pão-de-galinha” que pode atacar o palmar quando é utilizado o esterco fresco na adu-

bação. Além deste, também podem causar danos alguns tipos de lagartas, besouros, formigas cortadeiras, gafanhotos e pequenos roedores (SANTOS *et al.*, 2006).

As doenças que acometem a palma forrageira não provocam graves perdas, têm baixa incidência e sintomas diferentes e as principais são as podridões das raquetes da base e raízes, provocadas pelo fungo *Erwinia* subsp. *carotovora* (Jones) e a podridão das raquetes primárias e secundárias, provocadas pelos fungos *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) *Sclerotium rolfsii* Sacc., *Scytalidium lignicola* Pes., *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., *Macrophoma* sp., *Pollaccia* sp. e *Rhizoctonia solani* Kühn (SANTOS *et al.*, 2006).

Colheita

A palma forrageira pode ser colhida quando necessária, a partir de um ano de idade sem perda de qualidade o que confere maior

produtividade e estabilidade aos sistemas de produção animal na região semiárida até os quatro anos de idade. Estas características fazem com que a palma tenha aumentado a área de cultivo (FARIAS *et al.*, 1984; FARIAS; DUBREUX JUNIOR e SANTOS *et al.*, 2005).

De acordo Silva e Santos *et al.* (2006), o

início da colheita depende do desenvolvimento da cultura que pode ser afetado pelas condições de clima e do solo e, comumente, é feita com 1,5 a 2 anos após o plantio (FOTOGRAFIA 5). Segundo estes autores, após a primeira colheita as demais podem ser anuais e a colheita manual é a maneira mais racional, mesmo com maior custo.

Fotografia 7 – Plantio de palma com dois anos (ponto de colheita)



Fonte: Disponível em: <https://goo.gl/khZoer>, 2013.

Segundo Santos *et al.* (1998), a palma pode ser colhida em grandes quantidades a fim de reduzir custos de mão de obra e transporte, pois ao estudarem períodos de armazenamento de 0; 8 e 16 dias do material colhido não observaram diferenças nos teores de MS, PB e FDN e na produção do leite das vacas.

Custos de implantação

Os custos com a implantação da palma forrageira podem ser diluídos ao longo dos anos pelo fato da cultura ser perene, já que comumente um palmal pode durar mais de 19 anos, desde que manejado adequadamente. Maximizar a utilização das raquetes durante o plantio ajuda a minimizar o custo de implantação e em situações de baixa disponibilidade é recomendada a produção de mudas em pequenos canteiros para expansão futura a médio e longo prazo (GUIMARÃES *et al.*, 2014). O custo com aquisição de mudas pode representar, aproximadamente, 53% do custo total de implantação, o que demonstra que a estratégia de produzir as próprias mudas pode reduzir o custo de implantação do palmal (REIS FILHO, 2013).

Entretanto, o alto custo de implantação da palma pode ser compensado pela alta produtividade, principalmente, no sistema adensado, além de permitir aos produtores rurais ter grande quantidade de alimento disponível, mesmo em períodos críticos de seca.

Valor nutricional e utilização da palma forrageira na alimentação de bovinos

A palma forrageira apresenta características peculiares quanto a sua composição química comparada a outros volumosos comumente utilizados na alimentação de bovinos (TABELA 4). A palma forrageira apresenta baixo teor de MS, em torno de 10%, com variação observada de 6,07 a 16,57%, o que limita a sua inclusão em dietas de bovinos pela pequena densidade de nutrientes. Além disso, também apresenta baixo teor de PB, comumente, entre 4 a 5% da MS, o que exige a maior inclusão de ingredientes protéicos nas formulações para os bovinos.

Tabela 4 – Composição química de três cultivares de palma forrageira (Gigante, Redonda e Miúda) e das silagens de milho e sorgo

Autores	Forragem	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	CNF (%)
Ramos <i>et al.</i> (2011)	Gigante	9,15	4,5	27,53	52,04
Araújo <i>et al.</i> (2004)	Gigante	7,62	4,53	27,69	55,63
Frei Paulo (2011)	Redonda	6,07	5,21	27,05	46,79
Santos <i>et al.</i> (1989)	Redonda	16,56	2,55	-	-
Frei Paulo (2011)	Miúda	7,76	9,64	32,81	42,27
Araújo (2002)	Miúda	13,08	3,34	16,60	71,17
Valadares Filho <i>et al.</i> (2006)	Várias	10,20	4,95	32,06	57,29
Valadares Filho <i>et al.</i> (2006)	S. Sorgo	30,82	6,69	61,44	25,04
Valadares Filho <i>et al.</i> , 2006	S. Milho	30,92	7,96	55,41	34,39

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; FDN= fibra insolúvel em detergente neutro; CNF = carboidrato não fibroso; S. Milho = silagem de milho; S. Sorgo = silagem de sorgo

Fonte: Elaborada pelos autores, (2017).

Comparado aos dois tipos de silagens, as três cultivares da palma forrageira apresentaram menores teores de MS, PB e FDN e maior teor de CNF. Entretanto, observou-se variação dos nutrientes entre os cultivares o que, provavelmente, aconteceu devido as diversas condições ambientais e de manejo a que foram submetidas. Ressalta-se o teor de CNF da palma forrageira variou de 42,27% a 71,17 %, com média de 57% da MS, valores que podem atingir o dobro do que, comumente, é observado para silagens de milho e sorgo. Além disso, apresenta teores de FDN que podem ser 50% inferiores aos observados para as silagens (TABELA 4). Esta composição dos carboidratos pode ser considerada uma grande vantagem nutricional da palma forrageira, pois representa maior porção dos carboidratos mais degradáveis no rúmen e, conseqüentemente, melhor aproveitado pelos bovinos. Entretanto, trata-se de um alimento desbalanceado quanto aos nutrientes e por isso deve ser incluído de forma criteriosa para que tenha melhor aproveitamento do mesmo pelos animais, principalmente, aqueles de maior exigência nutricional.

A palma forrageira pode ser utilizada de diferentes maneiras, desde picada fresca e fornecida como alimento único ou como componente de dieta completa (mais recomendada) até em sistema de pastejo direto na alimentação de bovinos.

Aguiar *et al.* (2015) avaliaram a utilização da palma forrageira em dietas de novilhas leiteiras confinadas e verificaram a redução da ingestão de MS (3,09; 3,20; 2,89 e 2,51% do peso corporal) respectivamente, com a inclusão crescente de palma na dieta (0; 200; 400; 600 g kg⁻¹ de MS). Este efeito pode ser explicado pela diminuição do teor MS da dieta total, conforme o aumento progressivo dos níveis de inclusão de palma. Não houve diferença na altura da cernelha, perímetro torácico e conversão alimentar para os diferentes níveis de palma na dieta, porém houve redução do peso corporal final (260,83; 264,00; 256,33 e 222,33 g kg⁻¹) de acordo com o aumento da palma na dieta, respectivamente, 0; 200, 400 e 600 g kg⁻¹.

De acordo com Silva *et al.* (2007), as vacas em lactação podem ser alimentadas com dieta a base de palma, associada a silagem de sorgo, feno de capim elefante, tifton e bagaço de cana, sem que haja interferência na digestibilidade e ingestão de MS ou na produção de leite. Segundo os autores, há complementariedade entre a palma e as fontes de volumosos, desde que empregados em formulações balanceadas com limites adequados de FDN, CNF e correção dos teores de PB para atender os requisitos nutricionais dos diferentes estágios de lactação e produção de leite.

O alto teor de CNF (55%) e o baixo teor de FDN (28,47%) proporciona boa condição para a utilização junto com alimentos fibrosos (FERREIRA, 2005; SOSA, 2004). De acordo com Andrade *et al.* (2002), a inclusão da palma em grandes quantidades nas dietas pode aumentar excessivamente os teores de CNF com consequente redução da digestibilidade dos nutrientes. Provavelmente, este efeito acontece pelo abaixamento do pH do rúmen a ponto de prejudicar a degradação da porção fibrosa da dieta. Estes autores relataram que vacas da raça Holandês alimentadas com palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), apresentaram digestibilidade média para FDN, FDA, CNF e carboidratos total, respectivamente, de 65,67; 67,21; 93,10 e 80,14% para a inclusão de palma na dieta de 8,88; 13,17; 17,18 e 20,25% da MS total.

Para a formulação de dietas completas de vacas lactantes é recomendado o mínimo de 25% do FDN (o qual 17% deste devem ter origem em volumosos) e com máximo 40% de CNF para que não haja efeitos sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes o que ressalta a importância de conhecer a composição química da palma forrageira para sua inclusão em dietas (NRC, 2001; ANDRADE *et al.*, 2002).

Para Santos *et al.* (2006), a palma é alimento de alto valor energético com digestibilidade maior que a silagem de milho, porém não deve ser fornecida sozinha e recomendou a inclusão máxima em até 40 a 50% da MS na dieta de bovinos.

Araújo *et al.* (2004) ao avaliarem duas cultivares de palma forrageira (Gigante e Miúda) com níveis de inclusão de 36 e 50% da MS no concentrado com e sem a inclusão de milho para vacas mestiças em lactação observaram produção e teor gordura do leite semelhantes. Segundo os autores, as cultivares miúda e gigante não influenciaram o consumo de MS.

De acordo com Wanderley (2002) é importante que dietas com palma forrageira tenham a correta associação com alimentos ricos em fibra. Segundo os autores, a palma forrageira substituiu a silagem de sorgo em 12, 24 e 36% da MS em dietas completa para vacas da raça Holandês após o pico de lactação com média de produção diária de 27 kg sem que houvesse variações significativas na produção de leite corrigido e não corrigido para 3% de gordura, além

de não ter sido evidenciado distúrbios digestivos.

Mattos *et al.* (2000) não observaram diferença na produção de leite corrigido a 4% para gordura de vacas mestiças com média de produção de 13 kg/leite/dia em dietas com palma forrageira associada a silagem de sorgo (38% de palma), bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado (45,7% de palma), bagaço de cana in natura (55,4% de palma), sacharina (40,4% de palma) mais suplementação com concentrado para todas as dietas.

Ferreira *et al.* (2009a) avaliaram diferentes concentrações de ureia (1,38; 0,38; 0,88; 0,90 e 1,11%) respectivamente em dietas completas de vacas da raça Holandês a base de palma forrageira para os níveis (50,05; 49,81; 46,66; 48,38 e 49,72% da MS) e diferentes volumosos, respectivamente, bagaço de cana, feno de capim-tifton, feno de capim elefante, silagem de sorgo e silagem de sorgo mais bagaço de cana. Os autores não observaram diferença na produção de leite que apresentou média de 17,5 kg/dia. Segundo os autores, não houve diferença na síntese de proteína microbiana no rúmen e nos níveis de N-uréico do plasma sanguíneo e do leite, provavelmente, pela melhor utilização da amônia no rúmen causada pelo alto teor de CNF da palma o que contribuiu para o sincronismo do nitrogênio e energia nas diferentes dietas.

Ferreira *et al.* (2009b) relataram que a palma forrageira tem cada vez mais despertado o interesse de produtores das regiões semiáridas pela sua inclusão na dieta de diferentes categorias de bovinos em diferentes formas e assim ter menor dependência de insumos de maior custo, principalmente, o milho. Os autores relataram que em dietas com inclusão entre 64 a 70% de palma para novilhas da raça Holandês e 5/8 Holandês x Gir, o ganho médio diário variou de 0,43 a 1,20 kg/dia o que demonstrou o potencial de utilização desta forrageira para alto desempenho de bovinos.

Além do fornecimento da palma aos animais de forma picada ou em dietas completas a mesma pode ser fornecida por meio do pastejo direto. O pastejo direto tem como vantagens a redução de gastos com mão de obra para a colheita. Entretanto, essa técnica requer manejo adequado do pastejo, pois os animais podem causar danos às plantas e reduzir a vida útil do palmar. Além disso, em áreas adensadas essa

técnica tem maior dificuldade de implantação (FARIAS; DUBEUX JUNIOR e SANTOS *et al.*, 2005). Não foram obtidos resultados com bovinos em pastejo da palma.

Conclusão

A palma forrageira é importante alternativa para o cultivo e alimentação animal em condições semiáridas, devido a sua alta adapta-

ção à seca, boa produtividade de matéria seca e ao bom valor nutricional. O plantio deve ser feito com cultivares resistentes as cochonilhas do carmim. O seu nível de inclusão na dieta deve ser de acordo com os níveis de CNF da dieta para atender as necessidades dos animais. A palma apresenta potencial para utilização em bovinos de alta produção desde que incluída de maneira adequada em dietas balanceadas.

Referências

- AGÊNCIA SERGIPE DE NOTÍCIAS. Governo incentiva produção de palma na caatinga. 2008. Disponível em: <<https://goo.gl/aLtlISO>> Acesso em: 17 abr. 2017.
- AGUIAR, M. S. M. A. *et al.* Palma forrageira em dietas de novilhas leiteiras confinadas: desempenho e viabilidade econômica. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 1013-1030, 2015.
- ALBUQUERQUE, S. G. **Cultivo da palma forrageira no Sertão do São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. (Comunicado Técnico, 91).
- ALMEIDA, R. F. Palma forrageira na alimentação de ovinos e caprinos no semi-árido brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 08-14, 2012.
- ALVES, R. N. *et al.* Produção de forragem pela palma após 19 anos sob diferentes intensidades de corte e espaçamentos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n.4, p. 38-44, 2007.
- ANDRADE, D. K. B. *et al.* Digestibilidade e absorção aparentes em vacas da raça Holandesa alimentadas com palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 2088-2097, 2002.
- ANAYA-PÉREZ, M. A. **History of the use of Opuntia as forage in Mexico**. Itália: FAO, 2001.
- APEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; GUERREIRO, S. M. C. **Anatomia vegetal**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. 438 p.
- ARAÚJO, P. R. B. *et al.* Substituição do milho pela palma forrageira em dietas para vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p.1850-1857, 2004. (Suplemento, 1).
- 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.
- CARVALHO FILHO, O. M. *et al.* Produção de Leite no Semi-Árido do Brasil. Juiz de Fora: Embrapa, 2002. Disponível em: <<https://goo.gl/oGnxRI>>. Acesso em: 12 abr. 2017.
- CAVALCANTI, M. C. A. *et al.* Consumo e comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma gigante (*Opuntia ficus indica* Mill) e palma orelha de elefante (*Opuntia sp.*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 173- 179, 2008.
- CAVALCANTI, L. A. D. *et al.* Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, v. 44, n. 4, p. 424-433, 2014.
- CAVALCANTI, V. A. L. B. *et al.* **Controle das cochonilhas da palma forrageira**. **Boletim IPA Responde**, n. 39, p.1-2, 2001.
- CARIRI ELETRÔNICO. **Produtores rurais de Serra Branca aprendem cultivar palma forrageira e práticas de convivência com estiagem**. 2013. Disponível em: <<https://goo.gl/z0jTgu>>. Acesso em: 14 jun. 2016.
- CUNHA, D. N. F. V. *et al.* Morfometria e acúmulo de biomassa em palma forrageira sob doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, p. 1156-1165, 2012.
- DEFESA AGROPECUÁRIA. **Adeal ensina produtores a protegerem palméis da cochonilha do carmim**. 2010. Disponível em: <<https://goo.gl/e4rBbG>>. Acesso em: 24 nov. 2016.
- DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. *et al.* Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira – Clone IPA-20. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n. 1, p.129-135, 2010.
- 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 Brasil. **Journal of Arid Environments**, v. 67, n. 3, p. 357-372, 2006.
- EMBRAPA. **Combate à fome no semiárido piauiense**. 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/8CeX7E>>. Acesso em: 03 jul. 2016.
- 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. A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Editora Universitária da UFPE, p. 81-104. 2005.

- FARIAS, I. *et al.* Controle de plantas daninhas na cultura da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) In: Congresso Nordestino de Produção Animal, 1., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SNPA, p.89. 1998.
- FARIAS, I. *et al.* **Cultivo da palma forrageira em Pernambuco.** Recife: IPA-PE, 1984. (Instruções Técnicas, 21).
- FARIAS, I. *et al.* Manejo de colheita e espaçamento da palma forrageira, em consórcio com sorgo granífero no Agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.35. p.341-347, 2000.
- FELKER, P. Forage and fodder production and utilization. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTA-BARRIOS, E. (Ed.). **Agro-ecolo**
- gy, cultivation and uses of cactus pear.** Roma: FAO, 1995. p. 144-154. (Plant Production and Protection, 132).
- FELKER, P. *et al.* Comparison of *Opuntia ficus-indica* varieties of Mexican and Argentine origin for fruit yield and quality in Argentina. **Journal of Arid Environments**, v. 60, n. 3, p.405-422, 2005.
- FELKER, P.; RUSSELL, C. E. Effects of herbicides and cultivation on the growth of *Opuntia* in plantations. **Journal of Horticultural Science**, v. 63, n. 1, p.149-155, 1988.
- FERREIRA, M. A. **Palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros.** Recife: UFRPE, 2005.
- FERREIRA, M. D. A. *et al.* Síntese de proteína microbiana e concentrações de ureia em vacas alimentadas com dietas à base de palma forrageira e diferentes volumosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 159-165, 2009a.
- FERREIRA, M. D. A. *et al.* Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 322-329, 2009b. (Suplemento especial).
- GAVA, C. A. T.; LOPES, E. B. Produção de Mudanças de Palma Forrageira Utilizando Fragmentos de Cladódios. Brasília, DF: EMBRAPA Semiárido, 2012. Disponível em: < <https://goo.gl/yO5qm6> >. Acesso em: 01 mar. 2017.
- GUERRA, M. G. *et al.* Produção de novos genótipos de palma forrageira no Estado do Rio Grande do Norte. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42, 2005, Goiânia-GO. **Anais...** Goiânia-GO, 2005.
- GUIMARÃES, A. S. *et al.* **Implantação de lavouras de palma forrageira.** 2014. (Circular Técnica, 198). Disponível em: < <https://goo.gl/rwK23G> >. Acesso em: 01 mar. 2017.
- HILLS, F. S. Resistência à seca e eficiência no uso da água. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBIA, **Anais...** EMPARN, p. 55-89, 1982.
- HOFFMANN, W. Taxonomia das *Opuntias* utilizadas. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTA-BARRIOS, E. (Org.) **Agroecologia, Cultivo e Usos da Palma Forrageira.** Roma: **FAO, Produção e Proteção Vegetal**, 1995. p.20-27. Tradução (SEBRAE/PB, 2001).
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. Agrometeorologia. 2016. Disponível em: <www.inmet.gov.br>. Acesso em: 03 jul. 2016.
- LOPES, E. B.; BRITO, C. H.; BATISTA, I. J. L. Efeito de formas de plantio na produção de cladódios em palma doce. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 6, n. 1, p. 303-308, 2009
- LOPES, E. B.; SANTOS, D. C.; VASCONCELOS, M. F. Cultivo da Palma forrageira. In: LOPES, E.D. (Org.) **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido nordestino**, João Pessoa: EMEPA, 2012. p. 21-60.
- MAFRA, R. C. *et al.* Posição e número de artigos no plantio da palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill.). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 21. **Anais...** SBZ. p.330, 1974.
- MATTOS, L. M. E. *et al.* Associação da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) com diferentes fontes de fibra na alimentação de vacas 5/8 Holandês-Zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 2128-2134, 2000.
- MELO, A. A. S. *et al.* Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em dietas para vacas em lactação. I. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n. 3, p.727-736, 2003.
- MENEZES, R. S. C. *et al.* Produtividade de palma em propriedades rurais. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E V. S. B. (Org.). **A palma no nordeste do brasil, conhecimento atual e novas perspectivas de uso.** Recife: UFPE, 2005. p.129-140.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of the dairy cattle.** 7. ed. Washington, D.C: National Academies Press, 2001.
- NEVES, A. L. A. *et al.* **Plantio e uso da palma forrageira na alimentação de bovinos no semiárido brasileiro.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2010. (Comunicado Técnico, 62).
- NOBEL, P. S. **Remarkable agaves and cacti.** New York: Oxford University Press, 1994.
- NOBEL, P. S.; HARTSOCK, T. L. Physiological responses of *Opuntia ficus-indica* to growth temperature. **Physiologia Plantarum**, v.60, n.1, p.98-105, 1984.
- OLIVEIRA, F. T. *et al.* Palma forrageira: adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiáridos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 4, p. 27-37, 2010.
- ORONA-CASTILLO, I. *et al.* Extracción nutricional de nopal- verdura bajo condiciones de riego por goteo. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, v. 6, 2004.

- PEIXOTO, M. J. A. **Crescimento vegetativo, produção e composição químicobromatológica da palma forrageira consorciada com cajá (*spondias spp*)**. 2009. 71f. Tese ((Doutorado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.
- RAMOS, J. P. F. *et al.* Crescimento vegetativo de *Opuntia ficus-indica* em diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Caatinga**, v. 24, p. 41-48, 2011.
- REGO, M. M. T. *et al.* Morfologia e Rendimento de Biomassa da Palma Miúda Irrigada sob Doses de Adubação Orgânica e Intensidades de Corte. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 16, n. 2, p. 118-130, 2015.
- REIS FILHO, R. J. C. Estudo de Viabilidade Técnico-econômica da produção de forragens em áreas irrigáveis. **LEITE & NEGÓCIOS CONSULTORIA**, 2013. Disponível em: < <http://www.leiteenegocios.com.br/ln/> >. Acesso em: 19 maio 2016.
- ROCHA, J. E. S. **Palma Forrageira no Nordeste do Brasil**: estado da arte. Embrapa Ovinos e Caprinos. 2012. (Documentos, 61). Disponível em: < [Palma Forrageira no Nordeste do Brasil: estado da arte](#) >. Acesso em: 12 abr. 2017.
- RODRÍGUEZ, S. B.; PERÉZ, F. B.; MONTENEGRO, D. D. **Eficiencia fotosintética delnopal (*Opuntia spp.*) en relación con la orientación de sus cladodios**. 1975. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Chapingo, Colegio de PostGraduados, México, 1975.
- SAMPAIO, E. V. S. B. Fisiologia da palma. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. **A palma no nordeste do Brasil**: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. 2 ed. Editora Universitária da UFPE. Recife. v. 2, p.43-63. 2005.
- SANTOS, D. C. *et al.* Adensamento e frequência de cortes em cultivares de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, **Anais...** Botucatu: SBZ, p.512-514, 1998.
- SANTOS, D. C. Utilização da palma e outras alternativas alimentares na produção de leite no semi-árido. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PECUÁRIA DE LEITE, **Anais...** Salvador: SEAGRI, 1995. p. 75-82, 1995.
- SANTOS, D. C. *et al.* de. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco**: cultivo e utilização. Recife: IPA, 2002. (Documentos, 30).
- SANTOS, D. C. *et al.* Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco. Recife: IPA, 2006. (Documentos, 30).
- SANTOS, M. V. F. *et al.* **Palma forrageira**. Viçosa: UFV, 2010.
- SANTOS, D. C. *et al.* Níveis de nitrogênio e fósforo em palma forrageira (*Opuntia ficus – indica* Mill) clone IPA -20 sob dois espaçamentos. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 6., Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa, 2006.
- SCHEINVAR, L. Taxonomía de las Opuntias utilizadas. **Agroecología, cultivo, y usos del nopal". Estudio FAO Producción y Protección Vegetal**, n. 132, 1999.
- SENAR RN. Pesquisa sobre uso da palma está à espera de aprovação. Natal, 2015. Disponível em: < <https://goo.gl/UK2Esj> >. Acesso em: 03 jul. 2016.
- SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C. Palma forrageira(*Opuntia ficus-indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 7, n. 10, p. 1-13, 2006.
- SILVA, L. M. *et al.* Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciência Rural**, v. 44, n. 11, p. 2064-2071, 2014.
- SILVA, J. A. **palma forrageira cultivada sob diferentes espaçamentos e adubações química**. 2012. 78f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, . Vitória da Conquista, 2012.
- SILVA, R. R. *et al.* Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) associada a diferentes volumosos em dietas para vacas da raça Holandesa em lactação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 29, n. 3, p. 317-324, 2007.
- SNYMAN, H. A. A greenhouse study on root dynamics of cactus pears, *Opuntia ficus-indica* and *Opuntia robusta*. **Journal of Arid Environments**, v. 65, n. 4, p. 529-542, 2006.
- SOLANO, J.; ORIHUELA, A. Supervivencia y producción de nopal para verdura (*Opuntia ficus-indica*) utilizando fracciones mínimas. **Journal of Professional Association for Cactus Development**, v. 1, p.198-208, 2008.
- SOSA, M. Y. **Efeitos de diferentes formas de fornecimento de dieta à base de palma forrageira sobre o comportamento ingestivo de vacas holandesas no terço médio da lactação**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2004.
- SOUZA, L. S. B. *et al.* Indicadores climáticos para o zoneamento agrícola da palma forrageira (*Opuntia* sp.). In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 3, 2008, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, p.23-28, 2008.
- SUDZUKI-HILLS, F. Anatomia e fisiologia. In: **AGROECOLOGIA, CULTIVO E USOS DA PALMA FORRAGEIRA**. João Pessoa: SEBRAE, p. 28-34, 2001.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3.ed. Porto Alegre: **ARTMED**, 2004.
- TELES, M. M. *et al.* Efeito da adubação e do uso de nematicida na composicao química da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Vicos, v. 33, n. 6, p. 1992- 1998, 2004. (Suplemento, 2).
- TELES, M. M. *et al.* Efeitos da adubação e de nematicida no crescimento e na produção da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) cv. Gigante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n. 1, p.52-60, 2002.

VALADARES FILHO, S. C. *et al.* **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa: UFV, 2006.

VASCONCELOS, A. G. V. *et al.* 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.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. **Botânica-organografia; quadros sinóticos ilustrados de fanerógamos**. Viçosa : UFV, 2003.

WANDERLEY, W. L. Palma Forrageira (*Opuntia-ficus-indica* Mill) em Substituição à Silagem de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na Ração de Vacas Holandesas em Lactação. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 31, n. 1, p. 273-281, 2002.

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**. Recife: UFPE Editora Universitária, 2005.