

# Aspectos gerais da palma forrageira e alternativas de manejo: uma associação do hidrogel agrícola e da adubação foliar



## Nutri·Time

Revista Eletrônica

Cactáceas, pecuária, polímero, semiárido, ruminantes.

Sueni Medeiros do Nascimento<sup>1\*</sup>

Emerson Moreira de Aguiar<sup>2</sup>

Guilherme Ferreira da Costa Lima<sup>3</sup>

Luciano Patto Novaes<sup>2</sup>

Pablo Ramon da Costa<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Zootecnista, mestra em produção animal, UFRN - campus Macaíba. \*E-mail: sueni\_tec@hotmail.com

<sup>2</sup>Docentes da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, RN 160 - Km 03 - Distrito de Jundiá - Macaíba/RN, CEP: 59280-000.

<sup>3</sup>Pesquisador da EMBRAPA/Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte

<sup>4</sup>Discente do curso de agronomia, bolsista do Laboratório de Nutrição Animal da UFRN.

## RESUMO

A palma forrageira possui múltiplos usos, porém na região semiárida do Brasil sua principal finalidade é servir de suporte forrageiro na alimentação de ruminantes. A maior área cultivada com a palma forrageira do mundo encontra-se nessa região. Neste contexto, surgem novos estudos que abrangem o manejo da cultura visando à ampliação da produtividade. Haja vista que no semiárido brasileiro a atividade pecuária apresenta uma fonte de renda importante para o agropecuarista. Atualmente, as técnicas de manejo utilizadas na cultura da cactácea envolvem o adensamento, a adubação, a irrigação e o controle fitossanitário. Entretanto, a disponibilidade de água nessa região é limitada e o uso do hidrogel agrícola torna-se uma alternativa. O uso complementar da adubação foliar é outra técnica alternativa de manejo que visa o aumento no rendimento produtivo. Objetivou-se com esta revisão de literatura destacar os aspectos gerais da palma forrageira e ressaltar as duas alternativas de manejo contemplando o uso da irrigação e da adubação. Assim, enfatizando o uso do hidrogel agrícola e a adubação foliar.

**Palavras-chave:** cactáceas, pecuária, polímero, semiárido, ruminantes.

Vol. 17, Nº 02, mar/abr de 2020

ISSN: 1983-9006

www.nutritime.com.br

A Nutritime Revista Eletrônica é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>. Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

## GENERAL ASPECTS OF CACTUS PEAR AND ALTERNATIVE MANAGEMENT: AN ASSOCIATION OF AGRICULTURAL HYDROGEL AND FOLIAR FERTILIZATION: LITERATURE REVIEW ABSTRACT

Cactus Pear has multiple uses, but in the semi-arid region of Brazil its main purpose is to provide forage support in ruminant feeding. The largest forage palm cultivated area in the world is in this region. In this context, there are new studies that cover the management of the crop aiming to increase productivity. Considering that in the Brazilian semi-arid, livestock activity presents an important source of income for the farmer. Currently, the management techniques used in cactaceae cultivation involve the densification, fertilization, irrigation and phytosanitary control. However, water availability in this region is limited and the use of agricultural hydrogel becomes an alternative. The complementary use of foliar fertilization is another alternative management technique that aims to increase yield. The aim of this literature review was to highlight the general aspects of forage palm and highlight the two management alternatives contemplating the use of irrigation and fertilization. Thus, emphasizing the use of agricultural hydrogel and foliar fertilization.

**Keyword:** cactus, livestock, polymer, semi-arid, ruminants.

## INTRODUÇÃO

A região semiárida do Brasil enfrenta as condições de escassez de água e altas temperaturas, a escolha da planta forrageira a ser cultivada como base para a alimentação do rebanho torna-se um aspecto muito relevante quando se visa alcançar a viabilidade econômica do sistema de produção.

Considerando que a atividade agropecuária apresenta uma grande importância econômica para os produtores rurais da região semiárida do Nordeste do Brasil é necessário cultivar plantas produtivas e adaptadas para estabelecer o suporte forrageiro do rebanho.

É importante ressaltar que, objetivando ampliar o rendimento produtivo da palma forrageira torna-se necessário a inserção do uso das técnicas de manejo como: a irrigação, a adubação, o adensamento, a escolha da variedade e a inspeção fitossanitária. Porém, observa-se que na região semiárida a água é um fator limitante por apresentar disponibilidade reduzida, assim dificultando o uso da irrigação.

Neste contexto, são necessárias ao manejo da cultura à inserção de técnicas que viabilizem e otimizem o aproveitamento de água da chuva ou que contribua com a redução do uso da irrigação na região.

A presente revisão destaca duas práticas alternativas para as técnicas de manejo da palma forrageira adensada que já são conhecidas, dentre elas: a adubação e a irrigação. As alternativas contemplam o uso de fertilizantes aplicados via foliar. Haja vista que, presume-se que essa metodologia de aplicação de fertilizantes, via foliar, promova vantagens na economia e na fixação dos nutrientes com agilidade na parte aérea da planta. Assim como, promova a melhoria no rendimento da forragem.

Quanto ao uso da irrigação, por ser a água um fator limitante deduz-se que ao usar o hidrogel agrícola haverá a redução no uso da água da irrigação da palma forrageira ou melhora o aproveitamento da água da chuva com o uso do produto. Sabendo-se que função do hidrogel é ocasionar uma absorção

de grande volume de água que varia de 10% até centenas de vezes o seu volume do peso quando seco, de maneira a liberar às plantas gradativamente.

Objetivou-se com esta revisão de literatura destacar os aspectos gerais da palma forrageira e ressaltar as duas alternativas de manejo para o uso da irrigação e da adubação. Assim, destacando o uso do hidrogel agrícola e da adubação foliar.

### **Caracterização do semiárido nordestino e aspectos gerais da palma forrageira**

O semiárido nordestino estende-se por 1,03 milhão de km<sup>2</sup> apresentando condições climáticas caracterizadas por períodos secos e precipitações pluviométricas inferiores a 800 mm ao ano (BRASIL, 2018). A insolação média é de aproximadamente 2.800 horas ao ano, as temperaturas médias anuais variam de 23°C a 27 °C, evaporação de 2.000 mm ao ano<sup>-1</sup> e 50% de umidade relativa do ar, com ocorrência de grande irregularidade na distribuição das chuvas (MOURA *et al.*, 2007).

A vegetação predominante na região semiárida do Brasil é a Caatinga e, cobre a maior parte da área com clima semiárido do país e, é um bioma exclusivamente brasileiro (ALMEIDA & SANTOS, 2018).

A região é marcada pela imprevisibilidade da estação chuvosa, tanto de forma temporal como espacial. No entanto, a quantidade e a intensidade da precipitação variam ano a ano, sendo os principais gargalos impostos ao sertanejo, tornando-se difícil a tomada de decisão sobre o uso da caatinga e o início das atividades agrícolas. Dado o exposto, explorar as potencialidades do semiárido brasileiro de forma sustentável e economicamente viável exige a compreensão da dinâmica da natureza, e esta tem de ser conhecida e respeitada (ANDRADE *et al.*, 2010).

As atividades agropecuárias desenvolvidas no semiárido nordestino possuem grande importância econômica. A produção animal por um longo período de tempo teve como sustentáculo da alimentação do rebanho a vegetação caatinga. Entretanto, nas últimas décadas tem-se observado um esforço para

se produzir o suporte forrageiro requerido pelo rebanho por meio de plantas forrageiras cultivadas (MOREIRA *et al.*, 2007).

A palma forrageira tem-se destacado nessa região, pois a sua principal função é servir de suporte forrageiro estratégico para a alimentação dos animais ruminantes. No Brasil encontra-se a maior área cultivada com palma forrageira do mundo (SANTOS, *et al.*, 2011).

A cactácea é cultivada em diversos continentes do mundo e utilizada para diferentes fins, entre os quais se destacam: I. Planta hospedeira do inseto *Dactylopius coccus Costa*, produtor do corante carmim; II. Frutífera e hortaliça; III. Culinária, produção de bebidas; IV. Planta forrageira, V. Proteção do solo e produção de biogás, cosméticos, entre outros (BARBERA, 2001; LEITE, 2006; SANTOS *et al.*, 2013).

Essa forrageira tem se destacado na produção de forragem em sistemas de produção pecuária do semiárido brasileiro, devido a sua adaptabilidade à elevada restrição hídrica, por apresentar características morfofisiológicas que a tornam apropriada para essa região, constituindo-se numa das mais importantes bases da alimentação para os ruminantes (GALVÃO JR. *et al.*, 2014).

O potencial produtivo da planta varia de acordo com o melhoramento genético e a condição de manejo praticada, se em condições de sequeiro ou irrigada. Produtividades variam de 200 a 400 toneladas de matéria verde por hectare ao ano, ou 20 a 40 toneladas de matéria seca por hectare, oferecendo uma grande contribuição ao desenvolvimento da atividade pecuária no Nordeste (SANTOS *et al.*, 2010).

A produção de palma forrageira no Brasil é de 3.581.469,148 toneladas em 126.925 estabelecimentos. Os estados com maiores produções em ordem decrescente são, Bahia, Paraíba, Pernambuco, Sergipe, Alagoas, Rio Grande do Norte e Ceará (IBGE, 2017).

O Estado do Rio Grande do Norte produziu 83.433,385 toneladas em 3.351 estabelecimentos, sendo os quatro municípios de destaque em volume,

Jaçaná, Serra de São Bento, Japi e Santa Cruz. Em relação ao número de estabelecimentos que cultivam a palma por municípios no Estado do Rio Grande do Norte, destacam-se: Bento Fernandes (239), Sítio Novo (167), João Câmara (160) e Tangará (142) (IBGE, 2017).

Existem 2.000 espécies de palma forrageira pertencentes a 178 gêneros, entretanto dois destes, *Opuntia* e *Nopalea* são os mais utilizados como forragem e as espécies de palma Gigante - *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill e a palma Miúda - *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm Dyck são as mais cultivadas (MARQUES *et al.*, 2017).

Atualmente as variedades da palma Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* Haw), Miúda (*Nopalea cochenillifera*) e Ipa-Sertânia (*Nopalea sp*) vem ganhando destaque no cultivo, entre os agropecuaristas, pois apresentam tolerância à praga da Cochonilha-do-carmim (*Dactylopius opuntiae Cockerell*) que dizimou grandes áreas de cultivos da palma Gigante (*Opuntia ficus-indica*) (VASCONCELOS *et al.*, 2009; LOPES *et al.*, 2010).

#### Aspectos morfofisiológicos da palma forrageira

A cactácea apresenta propriedades fisiológicas que permitem suportar grandes períodos de escassez de chuva e possui metabolismo fotossintético, designado como Metabolismo Ácido das Crassuláceas – CAM. Há na sua constituição algumas estruturas morfoanatômicas que apresentam adaptações ao ambiente com baixa disponibilidade hídrica, tais como; a presença de tricomas e estômatos profundos, no interior de criptas formadas por camadas de cutinas sobre a epiderme (SANTOS *et al.*, 2006 e SANTOS *et al.*, 2010).

A palma *Opuntia ficus-indica* apresenta cerca de 15 a 35 estômatos por mm<sup>2</sup> que são estruturas celulares que possuem a função de realizar trocas gasosas entre a planta e o meio ambiente. Os estômatos na palma forrageira apresentam-se uniformemente de ambos os lados da superfície do cladódio (SUDZUKI-HILLS, 2001).

A abertura dos estômatos ocorre durante a noite para a absorção do CO<sub>2</sub>, e essa característica contribui com a redução da perda de água para o

ambiente. O CO<sub>2</sub> absorvido durante a noite é armazenado temporariamente na forma de ácido málico no vacúolo celular para, posteriormente, ser utilizado nas reações fotossintéticas do dia seguinte (SANTOS *et al.*, 2011).

Diante disso, há uma grande economia de água, pois no metabolismo fotossintético das leguminosas (C3) necessita-se de 700 a 800 kg de água para produzir 1 kg de matéria seca, as gramíneas (C4) necessitam de 250 a 359 kg de água por kg de matéria seca produzida. As cactáceas se apresentam muito eficientes, pois para produzir 1 kg de matéria seca necessitam de 100 a 150 kg de água (LARCHER, 1986).

Essa eficiência expressa à capacidade de produção de biomassa por uma determinada cultura, sob determinado consumo de água ou volume aplicado, sendo esse indicador influenciado pela fase de crescimento e disponibilidade hídrica (COSTA *et al.*, 2012; PEREIRA *et al.*, 2012; RIZZA *et al.*, 2012).

O sistema radicular da palma forrageira é responsável pela absorção de água e nutrientes. Segundo Vega *et al.* (2005) esse sistema é composto por raízes carnosas e superficiais com uma distribuição horizontal que irá depender do solo e do manejo da cultura. De acordo com Sudzuki-Hills (2001) existem quatro tipos de raízes na palma forrageira: as estruturais, as absorventes, em esporão e as desenvolvidas de aréolas. Todavia, em todos os tipos de solos, as raízes absorventes atingem uma profundidade máxima de 30 cm e uma dispersão de 4 a 8 cm.

Há uma interligação nos sistemas radiculares dos vegetais que são altamente conectados nos horizontes do solo A e B, indicando que a competição pela água e nutrientes do solo é intensa (OLIVEIRA *et al.*, 2010). As funções primárias são de fixação, absorção, condução de água e nutrientes do solo, assim como, armazenamento, síntese de reguladores de crescimento, propagação e dispersão, então tida como funções secundárias (OLIVEIRA *et al.*, 2010, VEGA *et al.*, 2005).

Faz-se necessário destacar a função do sistema radicular da planta e, principalmente, as características

das raízes da cultura da palma que apresenta uma rede de raízes na camada superficial. Essas últimas possuem o papel de absorver água de chuvas leves e até do orvalho, e essas condições apresentam-se como uma vantagem para as regiões semiáridas (MARQUES *et al.*, 2017).

A cultura apresenta baixa exigência hídrica, porém em algumas localidades, a partir das condições naturais do semiárido há perda excessiva de água, baixa umidade, alta evapotranspiração, déficit hídrico e elevadas temperaturas durante a noite. Assim, contribuem para acarretar a murcha severa ou até a morte das plantas (LIMA *et al.*, 2015). De acordo com Nobel (2001) a captação atmosférica máxima diária de CO<sub>2</sub> na palma forrageira ocorre quando a temperatura do ar durante o dia apresenta 25° C e a noturna 15°C.

A disponibilidade de água para a cultura torna-se muito importante, contudo, os efeitos integrados dos princípios meteorológicos e a disponibilidade hídrica sobre os cladódios podem ser notados com as variações na sua emissão, enrugamento, tamanho, hidratação de tecidos, entre outros (QUEIROZ *et al.*, 2015).

De acordo com Leite (2009) uma menor disponibilidade de água pode levar a deficiência hídrica nos tecidos vegetais, associada a outros fatores relacionados à absorção e transporte de água nas células. Os órgãos que apresentam maiores reservas também apresentam maior potencial de adaptação ao estresse hídrico. Porém é necessário perceber que a maximização do comprimento e largura médios do cladódio ocorre próximo aos 300 dias, (FARIAS *et al.*, 2015; PEIXOTO, 2009).

Para Donato *et al.* (2017) o desenvolvimento vegetativo das plantas está relacionado ao conteúdo de água disponível e as condições de disponibilidade de nutrientes para a planta, pois os principais processos bioquímicos e fisiológicos necessitam de água para ocorrer, como é o caso da fotossíntese, respiração, transpiração e absorção dos nutrientes.

Estudo realizado em condições de sequeiro no semiárido brasileiro contemplou as variedades IPA-

Sertânia, Miúda e Orelha de Elefante Mexicana. Foram avaliados os indicadores de eficiência do uso da água e de nutrientes. As variedades da palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e a IPA Sertânia se destacaram em relação à eficiência do uso da água considerando a produção de matéria fresca. Todavia, as variedades apresentaram quanto à matéria seca, a mesma eficiência de uso da água, tanto em termos de água precipitada quanto de água evapotranspirada (SILVA *et al.*, 2014).

A palma forrageira destaca-se na região semiárida por apresentar adaptabilidade à elevada restrição hídrica, pois possui mecanismos morfofisiológicos que possibilitam a absorção da água da chuva mais passageira, além da diminuição da sua evaporação ao mínimo (ARAÚJO, 2009). Ainda apresenta alta produtividade, se manejada corretamente, e isso contribui para que seja largamente difundida no Nordeste.

Atualmente, busca-se maximizar a produtividade da planta, através da inserção de técnicas de manejo. Tendo em vista que houve dizimação de aproximadamente 100.000 ha de cultivo da palma Gigante, *Opuntia ficus indica*, sendo considerada a variedade tradicional na região semiárida. Neste contexto, houve necessidade de substituição dessa, por variedades tolerantes à praga Cochonilha-do-Carmim, (*Dactylopius Opuntiae*) (LOPES *et al.*, 2010).

Quanto à inserção de técnicas, a irrigação tem sido utilizada para aumentar a produtividade da palma forrageira, utilizando quantidades mínimas de água (LIMA *et al.*, 2015). Essa técnica de irrigação associada ao adensamento minimiza o impacto das condições climáticas desfavoráveis. Assim, destacam-se como possíveis alternativas para favorecer o aumento no rendimento da palma forrageira nessa região (DANTAS *et al.*, 2017).

### **Manejo da palma forrageira visando o aumento da produtividade**

Diante da importância apresentada da cactácea para a alimentação animal, faz-se necessário uma melhor compreensão sobre a implantação da cultura, e formas de manejo que visem aumentar a produtividade. Entretanto, como as demais culturas, a palma necessita de manejo adequado e reposição

de nutrientes no solo, visando alcançar um significativo desenvolvimento estrutural e produtivo (NASCIMENTO *et al.*, 2013).

Visa-se com o aumento da produtividade atender as exigências nutricionais dos animais e minimizar o fornecimento de água, principalmente, em períodos de escassez de chuvas. Contudo, atualmente a palma forrageira tem sido utilizada em período integral durante o ano (CAVALCANTE *et al.*, 2014).

A obtenção de elevadas produtividades da palma forrageira ou manutenção desta, ao longo dos sucessivos cortes, necessita considerar aspectos como correção do solo, adubação, técnicas de plantio adequado, controle de plantas invasoras e manejo correto de colheita, além da inserção de cultivar melhorada nos plantios (FARIAS *et al.*, 2005).

Porém, para Silva *et al.* (2014) incluem-se aos vários os fatores que podem influenciar na produtividade da palma forrageira, a fertilidade do solo, pluviosidade, densidade de plantio, vigor das mudas e ataque de pragas e doenças.

Em decorrência do elevado potencial de produção de fitomassa da cultura ocorre um aumento na extração de nutrientes do solo, principalmente, onde há uso da técnica de adensamento, que propõe ampliar o número de plantas por área de plantio. Torna-se necessário um programa de adubação, pois a sustentabilidade dos sistemas de produção de palma diminuiria ao longo do tempo, devido, a redução na fertilidade dos solos (LEITE, 2009).

O conhecimento da exigência nutricional da palma forrageira é fundamental, pois a produção colhida é toda exportada, e se, não houver reposição dos nutrientes, ao longo do tempo, a produtividade tende a diminuir provocando prejuízos ao sistema de produção.

Sampaio (2005) destaca que a palma forrageira é uma cultura relativamente exigente quanto às características físicas e químicas do solo, de preferência necessitam ser cultivadas em solos que apresentem altos teores de cálcio, magnésio e pH próximo a 7,0.

As adubações orgânicas e minerais são necessárias para promover aumento de rendimento produtivo da palma. Estudo realizado por Nascimento *et al.* (2013) avaliou as características estruturais da palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana no sertão de Pernambuco. Ao longo do estudo a palma foi submetida a diferentes níveis de adubação orgânica com 0, 10, 20 e 30 toneladas por hectare ao ano do adubo orgânico, e 0, 120, 240 e 360 kg ha<sup>-1</sup> ao ano de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente. As características estruturais da palma sofreram influência dos sistemas de cultivo. Contudo, o nível 0 de adubação orgânica influenciou negativamente reduzindo a altura da planta e o perímetro do cladódio. A influência foi positiva para espessura e perímetro das raquetes que receberam maiores doses de adubação orgânica e mineral.

Quanto à adubação orgânica, sua adição no solo aumenta a matéria orgânica que promove a melhoria da qualidade química, física e biológica (MALAVOLTA, 2006; SILVA & LOPES 2012; DONATO, 2011).

Esse tipo de adubação ao ser utilizada na palma forrageira promove uma boa resposta no aumento da produtividade. A recomendação para os plantios mais adensados é de utilizar no mínimo 20 t ha<sup>-1</sup> de esterco a cada dois anos (FARIAS *et al.*, 2000).

No estado da Bahia, Donato *et al.* (2014) avaliaram a adubação orgânica utilizando esterco bovino em dosagens crescentes, e observaram que houve um aumento no valor nutritivo da forragem, a medida em que ocorria o aumento da aplicação do esterco em t ha<sup>-1</sup>.

No entanto, em estudo realizado por Coutinho (2014) foi demonstrado que a quantidade de nutrientes utilizada nas adubações promoveu apenas pequenas alterações na produção da palma forrageira, mas a adição de adubos minerais como o nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) promoveu aumento no teor de proteína da planta, o que resultou em melhoria na qualidade nutricional da cactácea.

O nitrogênio (N) é um dos elementos utilizados nas adubações e possui a função de promover alterações

na morfologia das plantas e, em condições de alto suprimento ocorrem maior crescimento e aumento na área foliar (MARSCHNER, 2012).

A adubação nitrogenada também atua com outras moléculas orgânicas, e é um dos principais reguladores da fotossíntese, participa no estímulo à divisão celular e no surgimento de novos cladódios (CUNHA *et al.*, 2012).

A morfometria e acúmulo de biomassa da cv. Miúda sob diferentes doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup>) na forma de ureia foi estudada por Cunha *et al.* (2012). A adubação aplicada fracionada em três parcelas iguais a cada 30 dias em uma densidade de 40.000 plantas ha<sup>-1</sup> apresentou aumento no número de cladódios para as doses crescentes do N fornecido. Ainda assim, houve semelhança nas características morfométricas de volume, espessura, largura e peso dos cladódios.

A adubação nitrogenada influencia nas características morfológicas dos cladódios, porém, o crescimento vegetativo da palma forrageira é expresso em número de cladódios por planta, altura e arquitetura da planta, comprimento e largura de cladódios (FARIAS *et al.*, 2015).

O uso do NPK promove o aumento no teor de proteína bruta da planta, todavia depende da quantidade do fertilizante fornecido (COUTINHO, 2014).

A palma apresenta resposta à adubação fosfatada, notadamente quando cultivada em populações adensadas (40.000 plantas por ha) e apresentando teores de P no solo (Mehlich<sup>-1</sup>) abaixo de 10 mg dm<sup>-3</sup> (DUBEUX JR *et al.*, 2006).

Menezes *et al.* (2005) trabalhando com palma forrageira no Nordeste destacaram que os níveis de P e de K retirados do solo são os fatores que mais apresentaram correlação com a produtividade.

O nível de adubação é um fator determinante na produção de matéria verde, tendo em vista que a deficiência de fósforo apresenta efeitos negativos no crescimento da palma Gigante (TELES *et al.*, 2002).

Todavia, Nobel (2005) afirma que os cinco nutrientes

do solo que aparentam exercer maior efeito sobre o desempenho das cactáceas são N, P, K, B e Na.

Visando manter o equilíbrio nutricional das plantas é necessário observar a disponibilidade de macronutrientes e micronutrientes presentes no solo para que as plantas consigam realizar a absorção. Sabe-se que os micronutrientes são tão necessários quanto os macronutrientes, tendo em vista que a sua carência pode ocasionar a diminuição no desenvolvimento da palma (DUBEUX JÚNIOR & SANTOS, 2005).

As práticas de manejo que visam contribuir positivamente para que a planta expresse seu potencial produtivo vão além da adubação. Se utilizadas de forma adequada à irrigação e o adensamento também são indispensáveis para promover melhores rendimentos produtivos.

Lima *et al.* (2015) indicam que ofertas mínimas de água fornecidas ao palmar poderão resultar em rendimentos médios de até 350 toneladas de matéria verde por hectare, em cortes com frequência anual com densidades de 50.000 plantas por hectare.

A adoção da irrigação por gotejamento utilizando de 5,0 a 7,5 litros de água por metro linear a cada sete dias, ou 10,0 a 15,0 milímetros ao mês proporcionou aumento na produtividade da planta forrageira (LIMA *et al.*, 2015).

Semelhantemente, Dantas (2015) e Dantas *et al.* (2017) ressaltam que a produção de palma forrageira irrigada e adensada no semiárido apresenta-se como uma atividade promissora e economicamente viável. Neste contexto, medidas tomadas como a inserção de técnicas de irrigação visam melhorar as condições hídricas desfavoráveis podendo ser alternativas para o bom desempenho da palma forrageira no nordeste.

Embora, a utilização da irrigação da forrageira ainda seja incipiente no Nordeste, porém é uma técnica de elevada importância, em decorrência das limitações edafoclimáticas e hídricas existentes na região. Sabe-se que a região Nordeste possui apenas 3% da disponibilidade hídrica do Brasil e isso deve ser levado em consideração (VIDAL & EVANGELISTA,

2012).

As fontes alternativas de água como a da chuva, poços de baixa vazão e água de reuso, podem ser suficientes para implementar a irrigação.

Para o sucesso da irrigação, é fundamental levar em consideração que há uma dependência de informações sobre a demanda atmosférica, do conteúdo de água presente no solo e da resistência da planta quanto à perda de água para o ambiente (CAMPOS *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2011).

No início dos anos 2000, a irrigação de forragens era uma tecnologia pouco utilizada no Brasil. Na região Nordeste, apesar das condições climáticas serem propícias ao seu uso, à prática era quase inexistente. As pesquisas ainda eram restritas e muitas foram realizadas em locais que não apresentavam condições climáticas que justificassem, até então, o seu investimento (REIS FILHO, 2012).

Aliada a irrigação, o adensamento de plantas apresenta grande relevância para o sistema de produção da palma. Estudo realizado por Cavalcante *et al.* (2014) deu destaque para a eficiência dessa técnica no plantio de palma forrageira, sendo considerada uma das práticas de manejo que também visa o aumento da produtividade da planta.

Ao adotar o sistema de adensamento nos cultivos de palma na região semiárida, também se busca alcançar um melhor aproveitamento do tamanho das propriedades agrícolas. O investimento no sistema de irrigação é justificado por essa associação da técnica de adensamento para que promova o aumento produtivo da planta em estabelecimentos rurais que apresentem pequenas áreas (LE MOS, 2018).

Levando-se em consideração que a região Nordeste apresenta maioria dos estabelecimentos de origem familiar e compreendendo como exemplo, o Estado do Rio Grande do Norte que apresenta 63.411 estabelecimentos agrícolas distribuídos em 2.697.019 hectare. Os dados apresentados pelo IBGE (2017) mostram que o total de estabelecimentos agrícolas com menos de 1 até 10 hectare no Estado representam 29.976 ha. Pode-se

inferir que aproximadamente 47% dos estabelecimentos agrícolas estão ocupando apenas 3,97% do tamanho da área total em hectares no Rio Grande do Norte.

O IBGE (2017) apontou aproximadamente 2,3 milhões de estabelecimentos rurais no Semiárido, ocupando 70.643.037 milhões de hectare, dos quais mais de 455 mil estabelecimentos apresentam área inferior a 1 hectare. Embora, outros 1.054.387 estabelecimentos rurais possuam área entre 2 e 10 hectares. Esses dados apresentados pelo IBGE indicam que mais de 1 milhão de estabelecimentos são áreas de minifúndios inferior a 10 hectare.

Para tanto, as técnicas de irrigação e adensamento executadas de forma simultânea nas pequenas áreas produtivas tendem a contribuir para promover e garantir a segurança alimentar do rebanho.

Diante do exposto, percebe-se que não há condições de atender as necessidades nutricionais dos animais com a vegetação caatinga apresentando baixo desempenho produtivo. Para produzir um animal ruminante no semiárido nordestino necessita-se de 12 a 15 hectares dessa vegetação. A caatinga possui baixa capacidade de suporte que também é influenciada pelas condições edafoclimáticas e a maioria das propriedades possui tamanho inferior ao exigido para suprir a necessidade de um animal nesse bioma (ALVES *et al.*, 2015).

No que diz respeito à produtividade da palma forrageira, a variedade Miúda respondeu positivamente na densidade de até 80.000 plantas por hectare, apresentando elevado potencial produtivo de massa verde e seca por área (SILVA *et al.*, 2014).

Lima *et al.* (2015) apontam vários espaçamentos e densidades que foram estudados e utilizados nos sistemas irrigados, assim como, em relação aos plantios de médio adensamento com 20 a 60 mil plantas por hectare. Contudo, ao adotar esse sistema deve-se analisar o custo com as raquetes sementes e observar a viabilidade econômica no sistema produtivo. Ainda de acordo com a pesquisa realizada por Lima *et al.* (2015) foram utilizados

espaçamentos de 1,4 a 2,0 m entre as linhas de plantio e 10 a 30 cm, entre plantas e recomendam para sistemas em fileiras duplas irrigadas espaçamentos de 1,80 x 0,50 x 0,40 m para a palma Orelha de Elefante. Os pesquisadores responsáveis pelo estudo recomendaram o plantio mais adensado para a palma Miúda e menos adensado para a palma Orelha de Elefante Mexicana.

Conforme exemplos de densidades médias poderão ser adotados espaçamentos como 1,6 m x 0,25 m (25 mil plantas/ha) ou 1,4 m x 0,25 m (28,6 mil plantas ha<sup>1</sup>). Densidades maiores podem ser obtidas nos espaçamentos 2,0 m x 0,10 cm, (50 mil plantas ha<sup>1</sup>) ou 1,4 m x 0,10 m (71,4 mil plantas ha<sup>1</sup>) (LIMA *et al.*, 2015).

De acordo com Santos *et al.* (2006) quando se pretende fazer cortes a cada dois anos e se obter maior produção, pode-se optar por plantios em sulcos em espaçamento adensado de 1,0 x 0,25m, isso demandará quantidade maior de adubação e capinas.

Há também a opção do plantio em fileiras duplas de 3,0 x 1,0 x 0,5 m, cultivada para fins de consórcio. Isso permite a associação de culturas de base alimentar humana ou animal concomitantemente. Assim, tem-se a vantagem de possibilitar os tratamentos culturais com tração motorizada.

Estudos realizados por Silva *et al.* (2014) avaliando densidades de plantio da palma forrageira demonstraram resposta linear negativa ao aumento das densidades de plantio para a característica morfológica de comprimento médio dos cladódios.

Silva *et al.* (2014) justificam a redução do comprimento dos cladódios em razão de um provável aumento da população de plantas. A palma Miúda respondeu ao número de cladódios de forma quadrática ao aumento na densidade de plantio, enquanto que as palmas Redondas e Gigantes ajustaram-se de forma linear negativa ao aumento das densidades de plantio.

Farias *et al.* (2000) observaram uma maior produção de artigos de palma forrageira no semiárido de Pernambuco com espaçamento de 2,0m x 1,0m e

menor produção em 7,0m x 1,0m x 0,50m.

No que diz respeito à colheita depende da definição da posição de corte, se vai ou não preservar os cladódios primários ou de ordem superior (DONATO, 2011).

Quanto a intensidade de corte Lima *et al.* (2015) pesquisando sobre a intensidade de corte das palmas destacou que ao preservar as raquetes secundárias houve melhor desempenho produtivo do que preservando apenas as raquetes primárias ou deixando apenas a raquete mãe. A perda na primeira colheita é compensada nos cortes posteriores, além de garantir maior longevidade ao palmal.

### Aspectos nutricionais da palma forrageira

Diante da expansão do cultivo da palma forrageira e dos estudos relacionados à sua composição química bromatológica independente do gênero é comprovado cientificamente que o alimento é rico em carboidratos não fibrosos ( $58,55 \pm 8,13\%$ ) e carboidratos não estruturais ( $47,9 \pm 1,9\%$ ). Apresentam altos teores de cálcio (2% - 5,7% da MS), potássio (1,5% - 2,58% da MS), magnésio (1,3% - 1,7% da MS) e material mineral ( $12,04 \pm 4,7\%$ ) (FERREIRA *et al.*, 2006).

De acordo com Ferreira *et al.* (2006) foram observados baixos teores de MS (11,69 + 2,56%), PB (4,81 + 1,16%), fibra em detergente neutro (FDN) (26,79 + 5,07%), fibra em detergente ácido (FDA) (18,85 + 3,17%) e baixo teor de fósforo (0,1% - 0,6% da MS).

Ainda destacando a composição nutricional da palma por variados pesquisadores, os nutrientes digestíveis totais (NDT) são encontrados com aproximadamente 63% da matéria seca (FERREIRA, 2005; MELO *et al.*, 2003).

É necessária a compressão que existe uma relação correta do FDN: CNF para que o teor de água desta forrageira não cause qualquer tipo de distúrbio digestivo nos animais, podendo ser incluída na dieta dos ruminantes, desde que seja utilizada em proporções adequadas e o seu uso esteja associado a boas fontes de fibra efetiva e proteína (NETO *et al.*, 2015).

### Hidrogel na Agricultura

Os polímeros hidroabsorventes também denominados de hidrorretentores, hidropolímeros, ou hidrogéis são materiais produzidos artificialmente que são derivados do refino do petróleo e que se constituem de redes poliméricas hidrofílicas tridimensionais (SANTONI *et al.*, 2008).

Eles são capazes de promover uma absorção de grande volume de água ou soluções úmidas que variam de 10% até centenas de vezes o seu volume do peso quando seco. A sua superfície porosa possui alta capacidade de distensão volumétrica (NASSER *et al.*, 2007; SILVA, 2007).

O polímero conhecido como hidrogel constitui um grande avanço no desenvolvimento tecnológico criado de forma que na agricultura seu uso prevê a associação com técnicas já existentes, contribuindo com a melhoria na eficiência do produto (LIMA & SOUZA, 2011).

Mencionam-se a evolução e aprimoramento dos hidrogéis e destacam-se as funções do potencial agrícola desses produtos. Porém, a literatura internacional traz significativos progressos, principalmente, quanto às melhorias das características de retenção de água dos chamados géis superabsorventes e do poder biodegradável desses polímeros. Leva-se em consideração que a maioria dos hidrogéis tradicionais ofertados no mercado são produzidos à base de acrilatos, mas não são biodegradáveis (MONTESANO *et al.*, 2015).

Os polímeros utilizados nas atividades agrônomicas possuem a capacidade de promover um aporte que visa minimizar o uso da água. Ao ser utilizado a irrigação associada a algumas culturas maximiza sua eficiência hídrica, pois possuem a capacidade de reter água e disponibilizá-la gradualmente para as raízes das plantas mais próximas. Essas características são capazes de promover vigor e crescimento das plantas pela aptidão do polímero de condicionar o solo e por possibilitar melhorias nas condições físico-químicas dos mesmos (CARVALHO, 2016).

Os hidrogéis à base de poliácridamida surgiram na década de 50 por meio de uma empresa americana. Décadas depois, especificamente nos anos 70, suas

propriedades de retenção de água foram melhoradas por uma empresa britânica (MENDONÇA *et al.*, 2013).

Ao longo das pesquisas foi sendo elevada sua capacidade de retenção de água de 20 para 400 vezes num processo gradativo. Contudo, a princípio o produto teve restrição de aceitação na área agrícola como consequência do elevado custo, e escassez de pesquisas que fornecessem informações no que se refere às recomendações de uso e aplicação desses hidrogéis (WOFFORD JR. & KOSKI, 1990).

Houve uma avaliação da eficiência do polímero hidroabsorvente em estudo realizado por Lopes *et al.* (2007), observando a correlação entre a capacidade de inchamento dos hidrogéis (polímeros superabsorventes) de acordo com suas características estruturais na presença de argila. Foi possível verificar que a maior capacidade de absorção foi observada quando se utilizou baixa concentração do polímero.

Há variadas formas de aplicação dos polímeros e na agricultura uma das suas aplicabilidades prevê a redução na periodicidade de uso de água da irrigação. Eles são considerados condicionadores de solo e sua contribuição tem sido voltada para aumentar a capacidade de retenção de água do solo. Deste modo, proporcionando o uso mais efetivo dos recursos naturais, o solo e a água, viabilizando a melhoria no rendimento de culturas agrícolas, como discutido por Oliveira *et al.* (2004) e como estudado por Venturoli e Venturoli (2011) em recuperação de áreas degradadas.

Monteiro *et al.* (2015) avaliando a regeneração natural e a sobrevivência de mudas de espécies florestais, nativas do bioma Cerrado ao utilizar o hidrogel observou uma redução da mortalidade de plantas.

Ainda de acordo com Monteiro *et al.* (2015), em áreas de pastagens abandonadas, observaram que a mortalidade pós-plantio foi 7,2% na área com polímero e 6,3% na área controle, não diferenciando estatisticamente entre si. Ao avaliarem após 17 meses do plantio constatou-se que a mortalidade foi

43,7% na área com o polímero e 55,1% na área controle, havendo diferenças significativas entre si. Constatando-se que o hidrogel promoveu a sobrevivência das espécies em classes de solo Latossolo.

Os hidrogéis são comercializados em forma de pó, em diferentes granulometrias, e possuem praticamente duas formas de aplicação na agricultura, daí a recomendação é de que poderá ser colocado diretamente sob o solo ou no substrato e, posteriormente, ser hidratado ou umedecido com água. O segundo método de aplicação é utilizando-se a forma hidratada ou empregada no sistema radicular por imersão (NETO *et al.*, 2017; DRANSKI *et al.*, 2013).

Buzetto *et al.* (2002) avaliando a eficiência do polímero adsorvente a base de acrilamida relacionado ao crescimento de mudas de *Eucalyptus urophylla*, verificaram que não houve diferença sobre o crescimento das plantas, tanto utilizando o polímero hidratado, quanto o seco.

Gervásio & Frizzone (2004) observaram que a absorção de água pelo hidrogel quando submetido à saturação é maior do que quando misturado em meio de cultivo, fato atribuído à falta de água livre no substrato, o que limita sua expansão. Porém, muitos trabalhos apontam para a eficiência do método hidratado no cultivo agrícola.

As informações científicas do uso do produto como condicionadores de solo são escassas, sendo necessário conhecer e quantificar a contribuição resultante da aplicação desses polímeros com relação à disponibilidade de água em diferentes tipos de solo (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

O uso de polímeros hidrorretentores é preferencialmente indicado para regiões com reduzida disponibilidade de água ou que sofrem longos períodos de estiagem, ocasião em que à baixa umidade do solo afeta desfavoravelmente o crescimento e o desenvolvimento das plantas (AZEVEDO *et al.*, 2002).

Gervásio & Frizzone (2004) apontam para uma limitação na utilidade do produto na presença de sais,

pois reduz sua eficiência na retenção da água.

De acordo com Brito *et al.* (2013) o balanço dos sais pelo efeito da pressão osmótica e a capacidade de expansão do hidrogel são os elementos que moderam a habilidade desses produtos de absorver água.

Entretanto, Neto *et al.* (2015) citam que o aumento da força iônica nessas condições reduz a diferença de concentração de íons móveis entre o polímero e a solução externa, o que, de imediato, diminui o volume do gel, explicando a baixa funcionalidade desses polímeros na presença de sais. No entanto, em condições normais de cultivo, o uso de hidrogel aumenta a disponibilidade de nutrientes e intensifica o crescimento das culturas (DUSI, 2005; BERNARDI *et al.*, 2012; MEWS *et al.*, 2015; BARTIERES *et al.*, 2016).

O uso do hidrogel agrícola vem sendo empregado na silvicultura, olericultura, fruticultura, cafeeiros e poáceas. De acordo com Neto *et al.* (2017) a aplicação do polímero na agricultura brasileira, nos últimos 10 anos, abrange a silvicultura em maior número de publicações.

A maior concentração de trabalhos são voltados para as espécies florestais, principalmente o *Eucalyptus* sp., na produção de mudas e em testes de sobrevivência pós-plantio. Porém, também há um destaque nas pesquisas voltadas para a fruticultura, olericultura e a cafeicultura utilizando o polímero (NETO *et al.*, 2017).

Atualmente já existe a classe dos hidrogéis biodegradáveis. De acordo com Montesano *et al.* (2015) ao avaliar os hidrogéis superabsorventes à base de celulose verificou que o produto é adequado para uso iminente na agricultura, com potencial benefício em particular para cultivos de plantas de ciclo curto.

### **Adubação foliar**

O aumento na demanda pela sustentabilidade ambiental e econômica nas atividades agropecuárias nos tempos atuais requer a inserção de práticas que promovam a sustentabilidade. Para tanto, busca-se uma crescente produtividade de alimentos em determinados sistemas de produção agrícola, que

supram as necessidades nutricionais humanas e dos animais.

Almejando alcançar esse aumento na produtividade algumas ferramentas adotadas ganham destaque, entre elas a nutrição das plantas é importante para a gestão sustentável e produtiva das culturas. Para Fernández *et al.* (2015) a nutrição de plantas fornecida via adubação foliar merece ser destacada como uma dessas ferramentas que contribui com a sustentabilidade e a produtividade.

Ao abordar a adubação via foliar torna-se necessário uma compreensão sobre sua definição. Conforme Mocellin (2004) enfatiza que é o processo de aplicação de nutrientes minerais na folha vegetal, através da absorção total (passiva e ativa). Envolve a interação de nutrientes por toda a planta, não se limitando a aplicação de nutrientes apenas via folhas das plantas, mas a aplicação poderá se estender aos ramos novos e adultos, nas estacas e aos troncos, por meio das pulverizações ou pincelamento, sendo designada de adubação caulinar.

É importante ressaltar que a absorção dos nutrientes minerais via folha da planta é uma prática utilizada desde 1950 em outros países (MOCELLIN, 2004).

Conforme destacam Silva e Lopes (2012) a adubação foliar é uma das alternativas que deve ser utilizada em situações específicas ou como forma de servir de complemento para a adubação via solo.

De acordo com Faquin (2005), existem quatro situações nas quais se devem utilizar a adubação foliar. Quando se pretende realizar a adubação de forma corretiva que tem por objetivo corrigir as deficiências nutricionais que ocorrem durante o ciclo da cultura prevendo a rapidez na resposta da aplicação.

Ainda de acordo com o autor visando uma adubação preventiva que deve ser realizada, quando um nutriente está fora da faixa considerada ideal e sua aplicação via solo não é eficiente. Essa situação ocorre na maioria dos casos com os micronutrientes.

A outra maneira de se fazer o uso é através da forma complementar, pois a adubação servirá de complemento para aplicação via solo, ou seja, parte do(s) nutriente(s) é aplicada via solo e o restante

complementado via foliar. Por último destaca-se a adubação foliar suplementar que é um cenário específico em que a prática é realizada como um investimento a mais, como por exemplo, em culturas de alta produtividade (FAQUIN, 2005).

Sabe-se que a adubação foliar é aplicada nas plantas em estado líquido. Para Silva & Lopes (2012) há uma divisão quanto ao estado dos fertilizantes, em duas classes, a primeira, é denominada de “soluções” que envolve aqueles fertilizantes que se encontram em estado líquido, mas que se apresentam na forma de soluções verdadeiras, isto é, isentas de material sólido.

A segunda classe é denominada de “suspensões” que são aqueles fertilizantes que se encontram também em estado líquido, mas se apresentam em uma fase sólida dispersa num meio líquido, (SILVA & LOPES, 2012).

Os fertilizantes foliares podem além de corrigir deficiências, aumentar colheitas fracas ou danificadas, aumentar a velocidade de crescimento. Objetivando-se aumentar o desempenho produtivo das plantas. Ao serem usados simultaneamente com fertilizantes sólidos podem promover a correção rápida de déficit de nutrientes e aumentar a captação pelas raízes (MOCELLIN, 2004).

Segundo Guimarães & Mendes (1997), a adubação líquida apresenta diversas vantagens em relação à adubação sólida, como a economia de nutrientes, devido a uma aplicação mais homogênea e mais controlada e redução da mão-de-obra, devido ao maior rendimento das aplicações.

Conforme destacam ainda os mesmos autores, esse tipo de adubação apresenta como vantagens, um maior equilíbrio e maior precisão das doses de macro e micronutrientes, justificando-se pela facilidade de combinação de nutrientes. Pela maior eficiência dos fertilizantes quando aplicados em estado líquido, e redução dos custos de aplicação, uma vez que pode ser aplicado mais de um nutriente de uma só vez.

Verifica-se que há um potencial de redução nas doses de fertilizantes apontando uma melhor unifor-

midade de distribuição por estarem solubilizados em água. Isso oportuniza a possibilidade de ser feita a aplicação a qualquer dia e hora, independente das condições climáticas que impossibilitariam o uso da adubação sólida.

Os fertilizantes foliares devem ser aplicados quando a planta não está captando água em sua máxima potência. As aplicações de micronutrientes via foliar mostram melhores resultados quando aplicados na planta túrgida durante o período de maior crescimento da planta. São nos momentos mais críticos de maior crescimento ou quando a planta está saindo da sua fase vegetativa e transita para fase reprodutiva que necessitam de uma demanda maior de energia e vigor que se enfatiza a aplicação (MOCELLIN, 2004).

Ainda de acordo com Mocellin (2004) a maioria das aplicações foliares deve conter nitrogênio para agir como um eletrólito carregando os íons de micronutrientes para dentro da planta sendo o principal meio de absorção foliar através dos estômatos.

Fernández *et al.* (2015) relatam que o papel dos estômatos no processo da absorção foliar foi tema de interesse desde o início do século 20. No entanto, em 1972, foi postulado que a água pura não poderia se infiltrar espontaneamente nos estômatos, a menos que um agente tenso ativo aplicado junto com a solução reduzisse a tensão superficial para menos de 30 mN m<sup>-1</sup> (SCHÖNHERR & BUKOVAC, 1972).

Alguns pesquisadores como Malavolta & Piccin (1993) confirmam que os adubos foliares utilizados em lavouras cafeeiras têm se mostrado satisfatórios, tanto do ponto de vista prático quanto econômico. Porém o metabolismo e a fisiologia da planta do café são diferentes do metabolismo das plantas cactáceas e de algumas outras culturas já pesquisadas utilizando os fertilizantes no estado líquido. Ainda há escassez de trabalhos que comprovem a sua eficácia em plantas de diferentes metabolismos.

Mocellin (2004) atribui maior ênfase ao uso da adubação foliar na absorção dos minerais micronutrientes do que com a adubação aplicada via

solo.

A adoção dessa prática torna-se segura aos agricultores porque além de nutrir adequadamente a planta, visa-se a obtenção de maior produtividade, no menor tempo e menor custo possível.

Publicações realizadas por Guimarães e Mendes (1997) ressaltam que a técnica de aplicação de adubo via foliar apresenta diversas vantagens em relação à adubação sólida fornecida via solo. Essas vantagens incluem a facilidade de combinação de nutrientes que promove uma maior eficiência, além de a aplicação ser mais homogênea e mais controlada. Também há redução na mão de obra, promovendo condições de equilibrar e fornecer maior precisão nas dosagens de macro e micronutrientes.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visando à obtenção de resultados produtivos expressivos na palma forrageira, a literatura destaca a eficiência do uso da irrigação e da adubação. Porém, o hidrogel e a adubação foliar podem ser alternativas viáveis e benéficas para proporcionar melhores resultados produtivos. No entanto, necessita-se do uso metodologia adequada em relação à aplicação.

Pressupõe-se que a utilização do hidrogel de forma complementar a irrigação seja mais viável e em uma quantidade do produto não inferior a 6g por planta. Dessa maneira, onde há maior escassez de água, a exemplo das áreas de sertões, o hidrogel promoveria a redução na periodicidade de fornecimento da água.

Quanto ao uso de adubação foliar não há indicação que deva ser utilizada de forma exclusiva.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Anderson Soares de.; SANTOS, Aldenir Feitosa dos. Potencial anticolinesterásico de plantas do bioma Caatinga. **Diversitas Journal**. Santana do Ipanema/AL. vol 3, n. 2, p.505-518, mai./ago. 2018.

ALVES, A. A.; REIS, E. M.; NETO, M. F. S.; **Forrageiras indicadas para a alimentação animal no Semiárido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 62 p.: il. 2015.

ANDRADE, A. P. et al., Produção animal no semiárido: o desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. **Tecnol. & Ciên. Agropec.**, João Pessoa, v.4, n.4, p.01-14, dez. 2010.

ARAUJO, Albimah Medeiros de.; **Interação entre adubação fosfatada e espaçamento no cultivo da palma forrageira (Opuntia fícus-indica (L.) Mill) no Estado da Paraíba**. 2009. 67f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Sistema Agrosilvipastoris no Semiárido) – Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande. Patos – PB, 2009.

AZEVEDO, T. L. F. et al. Níveis de polímero superabsorvente, frequência de irrigação e crescimento de mudas de café. Maringá, **Acta Scientiarum**, 2002. v. 24, n. 5, p. 1239-1243.

BARBERA, G. **História e importância econômica e agroecologia**. In: BARBERA, G.; INGLESE, P., PIMENTA, BARRIOS, E. (Ed.) Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira. SEBRAE: FAO, p. 1-11, 2001.

BARTIERES, E. M. M. et al. Hidrogel, calagem e adubação no desenvolvimento inicial, sobrevivência e composição nutricional de plantas híbridas de eucalipto. Colombo, **Pesquisa Florestal Brasileira**, 2016, v. 36, n. 86, p. 145-151.

BERNARDI, M. R. et al. Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação. Lavras: **Cerne**, v. 18, n. 1, p. 67-74, 2012.

BRASIL, MDR - Ministério do Desenvolvimento Regional. **SEMIÁRIDO: Redelimitação do semiárido**. 2018. Disponível em: <http://www.integracao.gov.br/semiario-brasileiro> Acesso em: 07 de fev. 2019.

BRITO, C. W. Q. et al. Síntese e caracterização de hidrogéis compósitos a partir de copolímeros acrilaminaacrilato e caulim: efeito da constituição de diferentes caulins do nordeste brasileiro. **Química Nova**, v. 36, n. 1, p. 40-45, 2013.

BUZETTO, F. A.; BIZON, J. M. C.; SEIXAS, F. Avaliação de polímero adsorvente à base de acrilamida no fornecimento de água para mudas de *Eucalyptus urophylla* em pós-plantio. Piracicaba, 2002. **IPEF - Circular Técnico**, nº. 195.

CAMPOS, J. H. B. C. *et al.* **Evapotranspiração**

- e produtividade da mangueira sob diferentes tratamentos de irrigação.** Campina Grande, PB: **Rev. Bras. Eng. Agr. e Amb.**, v.12, n.2, p.150–156, 2008.
- CANNAZZA, G. *et al.* Experimental Assessment of the use of a novel superabsorbent polymer (SAP) for the optimization of water consumption in agricultural irrigation process. **Water** 2014, 6, 2056-2069; doi:10.3390/w6072056.
- CARVALHO, Luís Carlos Nunes. **Produção de mudas de açaí sob diferentes níveis de depleção de água associada a doses de um polímero hidroabsorvente.** 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016. doi:10.11606/D.11.2016.tde-09062016-184800. Acesso em: 2018-08-28.
- CAVALCANTE, L. A. D. *et al.* Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 44, n. 4, p. 424-433, out./dez. 2014, e-ISSN 1983-4063.
- COSTA, F. S. *et al.* Crescimento, produtividade e eficiência no uso da água em bananeira irrigada no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v. 25, p.26-33, 2012.
- COUTINHO, Maria Janiele Ferreira. **Acúmulo de fitomassa e composição químico-bromatológica da palma forrageira sob adubação mineral em condições de sequeiro.** 2014. 38p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.
- 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.
- DANTAS, Fernanda Daniele Gonçalves. **Lâminas de água salina e doses de adubação orgânica na produção de palma Miúda adensada no semiárido.** 2015. 92 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Programa de Pós-Graduação em Produção Animal. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2015.
- DANTAS, S. F. A.; LIMA, G. F. C.; MOTA, E. P. Viabilidade econômica da produção de palma forrageira irrigada e adensada no semiárido Poti-guar. Piracicaba, SP: **Rev iPecege**, e-ISSN 2359-5078, 2017.
- DONATO, P.E.R. *et al.* Valor nutritivo da palma forrageira Gigante cultivada sob diferentes espaçamentos e doses de esterco bovino. Mossoró/RN: **Revista Caatinga**, v. 27, n. 1, p. 163 – 172, jan. – mar., 2014.
- DONATO, Paulo Emílio Rodrigues. **Avaliação bromatológica, morfológica, nutricional e de rendimento em palma forrageira sob diferentes espaçamentos e doses de esterco bovino.** 2011. 134f. (Tese – Doutorado em Zootecnia em Produção de Ruminantes) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB, Itapetinga-BA, 2011.
- DONATO, S.L.R.; *et al.* Diagnóstico nutricional e recomendação de adubação para a palma forrageira ‘Gigante’: Cultivo e utilização da palma forrageira. **EPAMIG, Informe agropecuário**, vol. 38 – n. 296 - MG, 2017. P. 46 – 58.
- DRANSKI, J. A. L. *et al.* Sobrevivência e crescimento do pinhão-mansão em função do método de aplicação e formulações de hidrogel. Campina Grande, PB: **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.5, p.537–542, 2013.
- DRANSKI, J. A. L. *et al.* Sobrevivência e crescimento inicial de pinhão-mansão em função da época de plantio e do uso de hidrogel. Santa Maria: **Ciência Florestal**, v. 23, n. 3, p. 489-498, jul.-set. 2013.
- DUBEUX JR., 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** 67, p.357-372. 2006.
- DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. *et al.* Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira –Clone IPA-201. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.5, n.1, p.129-135, jan.-mar., 2010.
- DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F. Exigências nutricionais 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**

- de uso.** 1. ed. Recife: Editora da UFPE, 2005. p.105-128.
- DUSI, Danusa Mezzadri. **Efeito da adição do polímero hidrorretentor na eficiência da adubação nitrogenada no crescimento de Brachiaria decumbens CV. BASILISK, em dois diferentes substratos.** 2005. 83f. Dissertação (Mestrado Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- FAQUIN, Valdemar. **Nutrição mineral de plantas.** 2005. p.: il. - 183 p. Pós-Graduação (Especialização na Área de Concentração de Solos e Meio Ambiente) Universidade Federal de Lavras / FAEPE. Lavras – MG, 2005.
- FARIAS, I et al. **Estabelecimento e manejo da palma forrageira.** In: MENEZES, R. S. C.; et al. (eds). A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Editora Universitária da UFPE, p. 81-103. 2005.
- 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, v.35. n.2, p.341-347, 2000.
- FARIAS, RAMOS, J. P. et al. Crescimento da palma forrageira em função da adubação orgânica - Vegetative growth of cactus forage depending on organic fertilization. **REDVET Rev. Electrón. vet.** 2015 Volumen 16, nº 12 - ISSN 1695-7504.
- FERNÁNDEZ, V. et al. Adubação foliar: fundamentos científicos e técnicas de campo: São Paulo: **Abisolo**, 2015, 150 p. : il.
- FERREIRA, M. de A. et al. Utilização da palma forrageira na alimentação de vacas leiteiras. In: Anais 43ª - Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia. 2006, João Pessoa - PB. **Anais...** CD-ROM, João Pessoa – PB, 2006.
- FERREIRA, Marcelo Andrade. **Palma Forrageira na Alimentação de Bovinos Leiteiros.** 2005, 68p.: Il. UFRPE, Recife.
- GALVÃO JÚNIOR. J. G. B. et al. Palma forrageira na alimentação de ruminantes: cultivo e utilização. 2014. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.8, n.2, p.78-85, ISSN 1981-5484, 2014.
- GERVÁSIO, E. S.; FRIZZONE, J. A. Caracterização físico-hídrica de um condicionador de solo e seus efeitos quando misturado a um substrato orgânico. Botucatu: **Irriga**, v. 9, n. 2, p. 94-105, maio-agosto, 2004 ISSN 1413-7895.
- GUIMARÃES, R.J.; MENDES, A.N.G. **Nutrição mineral do cafeeiro.** Lavras, MG: UFLA, 1997. 70p. Apostila.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017.**
- IBGE. **Resultados preliminares produção de palma forrageira no Brasil.** Disponível em: [https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo\\_agro/resultadosagro/agricultura.html?lo%20calidade=0&tema=76582](https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?lo%20calidade=0&tema=76582) Acesso em: 26 de setembro de 2018. Censo Agro 2017.
- LARCHER, W. Utilização de carbono e produção de matéria seca. In: Larcher, W. Ecologia vegetal. São Paulo. **EPVE.** 1986.
- LEITE, M. L. V. **Palma Forrageira (Opuntia fícus indica e Nopalea cochenilifera).** Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Centro de Ciências Agrárias – CCA, Grupo de Pesquisa Lavoura Xerófila – GPLX, Areia: Jul, 2006.
- LEITE, Maurício Luiz de Melo Vieira. **Avaliação de clones de palma forrageira submetidos a adubações e sistematização de informações em propriedades do semiárido paraibano.** 2009. 186p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2009.
- LEMOS, Marcílio de et al. Nutritional evaluation of forage cactus fertigated with domestic sewage effluent. **Rev. Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 2, p. 476-486, June 2018. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S198321252018000200476&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S198321252018000200476&lng=en&nrm=iso)>. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252018v31n224rc>. Acesso em: fev. 2019.
- LIMA, G. F. C. et al. Palma forrageira irrigada e adensada: Uma reserva forrageira estratégica para o semiárido potiguar. Parnamirim: **EMPARN**, ISSN 01-4197, 2015.
- LIMA, R. M. F.; SOUZA, V. V. Polímeros Biodegradáveis: Aplicação na Agricultura e sua Utilização como Alternativa para a Proteção Ambiental. Pouso Alegre, MG: **Rev. Agrogeoambiental**, 2011. e-ISSN: 2316-1817.
- LOPES, E. B.; et al. Seleção de genótipos de

- palma forrageira (*Opuntia* spp) e (*Nopalea* spp) resistentes à Cochonilha- do- Carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell, 1929) na Paraíba, Brasil. **Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 1, p. 204-215, jan./mar. 2010.
- LOPES, E. B.; SANTOS, D. C. E VASCONCELOS, M. F. Cultivo da palma forrageira In: LOPES, E. B. (Ed.). **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido nordestino**. 2007. Paraíba: EMEPA/FAEPA, p. 11-33.
- MALAVOLTA, Eurípedes. Nutrição mineral e adubação do cafeeiro: Colheitas econômicas máximas. São Paulo. **Agronômica Ceres**. 1993. 210 p. São Paulo.
- MALAVOLTA, Eurípedes. **Manual de nutrição mineral de plantas**. 2006. 638p. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006.
- MARQUES, O. F. C. et al. Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. *Cad. Ciênc. Agra.*, v. 9, n. 1, p. 75-93, 2017 - ISSN 2447-6218.
- MARSCHNER, H. Marschner's mineral nutrition of higher plants. **Elsevier**, 2012, London: Third Edition.
- MELO, A. A. S.; et al. Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira (*Opuntia fícus-indica* Mill) em dietas para vacas em lactação. **Rev. Bras. Zoot.**, v.32, n.3, p.727736. 2003.
- MENDONÇA, T. G.; et al., Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo. **Water Resources and Irrigation Management**, Cruz das Almas, v. 2, n. 2, p. 87-92, 2013.
- MENEZES, R. S. C. et al. **Produtividade de palma em propriedades rurais**. In: MENEZES, R. S. C. et al. A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005.p.129-140.
- MEWS, C. L. et al. Efeito do hidrogel e ureia na produção de mudas de *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos. **Floresta Ambient.** [online]. 2015, vol.22, n.1, pp.107-116. ISSN 2179-8087. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.080814>.
- MOCELLIN, Ricardo, S. P. **Princípios da adubação foliar, Coletânea de dados e revisão bibliográfica**. Canoas, 2004. Disponível em: <http://atividaderural.com.br/artigos/4ee8d034c1796.pdf> Acesso em: 20 de jun.2017.
- MONTEIRO, M. M.; SOUZA, D. M.; VENTUROLI, F. Influência de polímero hidroabsorvente na recuperação ecológica de latossolo recoberto com braquiária no cerrado. *Revista De Biologia Neotropical / Journal of Neotropical Biology*, 12(1), 20-25. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/rbn.v1i1.27349>.
- MONTESANO, F. F. et al. Biodegradable superabsorvente hydrogel increases water retention properties of growing media and plant growth. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, v. 4, p. 451-458, 2015.
- MOREIRA et al., Avaliação de forrageiras de inverno irrigadas sob pastejo. **Ciênc. agrotec.** v.31 n.6 Lavras nov./dez. 2007.
- MOURA, M. S. B. et al. Clima e água de chuva no Semi-Árido: Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro. Petrolina: **Embrapa Semi-Árido**, 2007, v. 1, 1 ed. p. 37-59.
- NASCIMENTO, W.L. et al. Características estruturais de palma forrageira submetida à adubação orgânica, mineral e frequência de corte. XIII Jornada de ensino, pesquisa e extensão – **JEPEX 2013** –UFRPE: Recife, 09 a 13 de dezembro.
- NASSER, R. O.; LOPES, G. K.; ANDRADE, C. T.; TEIXEIRA, S. C. S. Correlação entre a capacidade de inchamento e as características estruturais de Polímeros Superabsorventes. In: 9º Congresso Brasileiro de Polímeros. **Anais....** 2007. Campina Grande. **ABPol**, 2007.
- NETO, J. A. S.; et al. **Potencial das cactáceas como alternativa alimentar para ruminantes no semiárido**. Disponível em: [http://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/344\\_-4426-4434\\_-NRE\\_12-6\\_nov-dez\\_2015.pdf](http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/344_-4426-4434_-NRE_12-6_nov-dez_2015.pdf) Acesso em: agosto de 2017.
- NETO, J. L. L. M.; et al. Hydrogels in Brazilian Agriculture.. **Revista Agro@ambiente** On-line, v. 11, n. 4, p. 347-360, outubro-dezembro, 2017.
- NOBEL, P. S. Biologia ambiental. In: BARBERA, Guiseppe; INGLESE, Paolo (Eds.). **Agroecologia, cultivos e usos da palma**

- forrageira.** Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. p.36-57.
- NOBEL, P. S. Physicochemical and environmental plant physiology. 3.ed. Burlington: **Academic Press**, 2005. 567p.
- OLIVEIRA, F. T. et al. Palma forrageira: adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiáridos. **Revista Verde** (Mossoró – RN – Brasil) v.5, n.4, p. 27 – 37, outubro/dezembro, 2010.
- OLIVEIRA, R. A. et al. Influência de um polímero hidroabsorvente sobre a retenção de água no solo. Campina Grande, PB: **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental** [online]. 2004, vol.8, n.1, pp. 160-163. ISSN: 14154366.
- PEIXOTO, Márcio José Alves; **Crescimento vegetativo, produção e composição químico-bromatológica da palma forrageira consorciada com cajá (Spondias spp)**. 2009. 77 f. Tese (doutorado em Zootecnia)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2009.
- PEREIRA, L. S.; CORDERY, I.; IACOVIDES, I. Improved indicators of water use performance and productivity for sustainable water conservation and saving. **Agricultural Water Management**, v.108, 15 May 2012, Pages 39-51.
- PICCIN, C.R.; VITTI, G.C.; BOARETTO, A.E. Fertilizantes fluidos. Piracicaba, SP: **POTAFOS**, 1993. 343p.
- QUEIROZ, Maria G. de; et al. Características morfofisiológicas e produtividade da palma forrageira em diferentes lâminas de irrigação. Campina Grande: **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 10, p.931-938, out. 2015.
- REIS FILHO, R. J. C. dos. Anuário Leite em Números – Ceará 2012. Fortaleza: **Leite & Negócios Consultoria**, 2012.
- RIZZA, F.; et al. Constitutive differences in water use efficiency between two durum wheat cultivars. **Field Crops Research**, v. 125, p.49–60. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.09.001> Acesso em agosto, 2018.
- SAMPAIO, E. V. S. B. et al. **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005. p. 43-56.
- SANTONI, N. et al. Caracterización de Hidrogeles de quitosano entrecruzados covalentemente com Genipina. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, Madri, v. 9, n. 3, p. 326-330, 2008.
- SANTOS, D. C. et al. Estratégias para Uso de Cactáceas em Zonas Semiáridas: Novas Cultivares e Uso Sustentável das Espécies Nativas. **Rev. Cient. Prod. Anim.**, v.15, n.2, 4 p.111-121, 2013.
- SANTOS, D. C. et al. Genótipos de Palma Forrageira para Áreas Atacadas pela Cochonilha do Carmim no Sertão Pernambucano. In: Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas. 6, 2011, Búzios. **Anais...Búzios: SBMP**, 2011.
- SANTOS, M. V. F. et al. Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.39, p.204 – 215, 2010.
- SANTOS, D. C. et al. Manejo e utilização da palma forrageira (Opuntia e Nopalea) em Pernambuco. Recife: IPA, 2006. 48p. (**IPA. Documentos, 30**).
- SANTOS, D. C. et al. Produtividade de clones de palma forrageira (Opuntia e Nopalea) em Caruaru - PE. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 10, 2005, Campo Grande. **Anais...Campo Grande: ZOOTECH**, 2005.
- SCHÖNHERR, J, BUKOVAC, M. J. Penetration of stomata by liquids: dependence on surface tension, wettability, and stomatal morphology. Michigan: **Plant Physiol.** (1972) 49, 813-819.
- SILVA, A. C. et al. Evapotranspiração e coeficiente de cultura do cafeeiro irrigado por pivô central. Campina Grande, PB: **R. Bras. Eng. Agr. & Amb.** v.15, p.1215–1221, 2011.
- SILVA, Cristina Cavalcante Félix da; SANTOS, L, C. Palma forrageira (Opuntia ficus- indica Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. 2007. **Revista Eletrônica de Veterinária REDVET.** 8(05): 1-11.
- SILVA, D. R. G.; LOPES, A, S., Princípios básicos para formulação e mistura de fertilizantes. Lavras: 2012, - p.46, Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciência do Solo. UFLA, Lavras/MG. **Boletim Técnico** - n.º 89, 2012.
- SILVA, L. M. et al. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. Santa Maria: **Ciência Rural**, v. 44, n. 11, p. 2064-2071, 2014. ISSN 0103-8478.
- SILVA, Lívio Bruno Jacques da.; **Novo Hidrogel**

- eletro, pH e termoresponsivo para aplicações em Músculos Artificiais e Atuadores.** 2007, 148 f. Tese (Doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Minas), Universidade de Minas Gerais, Minas Gerais, 2007.
- SUDZUKI, HILLS F. **Anatomia e fisiologia.** In: Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira. Traduzido por SEBRAE/PB. João Pessoa: SEBRAE/PB. 2001. P.28-34.
- 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 da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.31, n. 1, p. 52-60, 2002.
- VASCONCELOS, A. G. V. de; et al. Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmin (*Dactylopius* sp). Viçosa, MG, **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.5, p.827-831, 2009.
- VEGA, F.V.A. et al. Lodo de esgoto e sistema radicular da pupunheira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 2, p. 259-268, 2005.
- VENTUROLI, F. S.; VENTUROLI. 2011. Recuperação florestal em uma área degradada pela exploração de areia no Distrito Federal. **Ateliê Geográfico** 5:183-195. Disponível em: [livraria.editora.ufla.br/upload/boletim/tecnico/boletim-tecnico-89.pdf](http://livraria.editora.ufla.br/upload/boletim/tecnico/boletim-tecnico-89.pdf) Acesso em: 02 de agosto de 2018.
- VIDAL, Maria de Fátima.; EVANGELISTA, Francisco Raimundo. Irrigação na Área de Atuação do Banco do Nordeste do Brasil. 2012, 53 pág. **BNB**, Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste (ETENE), mar. 2012.
- WOFFORD Jr., D. J.; KOSKI, A. J. **A polymer for the drought years.** (on line). Colorado Green, Summer 1990.