



## USO DA PALMA FORRAGEIRA COMO BIOCOMBUSTÍVEL E INCENTIVO NA CAPTAÇÃO DE CO<sub>2</sub>

Francisco Suerbe de Araújo<sup>1</sup>; Francisco Marto de Souza<sup>2</sup> Amanda Amarílis de Araújo<sup>3</sup>  
Ellen Caroline Santos Lima<sup>4</sup> Frankslale Fabian Diniz de Andrade Meira<sup>5</sup>

<sup>1,3,5</sup> Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB, Campus Campina Grande.  
Unidade Acadêmica de Construção de Edifícios E-mail: [suerby@hotmail.com](mailto:suerby@hotmail.com);  
[amandaamarilis@hotmail.com](mailto:amandaamarilis@hotmail.com) <sup>2,4</sup> Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de  
Agronomia – Campus Pombal, [francisco.marto@hotmail.com](mailto:francisco.marto@hotmail.com); [ellencaroline.ecsl@hotmail.com](mailto:ellencaroline.ecsl@hotmail.com) <sup>5</sup> Dr.  
Engenheiro Civil, IFPB - Campus Campina Grande, [frankslale.meira@ifpb.edu.br](mailto:frankslale.meira@ifpb.edu.br)

### RESUMO

Este artigo faz parte de uma pesquisa que está sendo desenvolvida, de forma recente, no Instituto Federal da Paraíba - IFPB - Campus Campina Grande, em parceria com a Unidade Acadêmica de Agronomia, UFCG Campus - Pombal. Essa pesquisa propõe melhorias para a aplicação da palma forrageira como instrumento de produção de bioenergia e simultaneamente traz incentivo a captação de CO<sub>2</sub> em zonas áridas e semiáridas. A palma é uma forrageira e é totalmente adaptada às condições edafoclimáticas da região semiárida, por pertencer ao grupo das crassuláceas, que apresentam metabolismo diferenciado, fazendo a abertura dos estômatos essencialmente à noite, quando a temperatura ambiente apresenta-se reduzida, diminuindo as perdas de água por evapotranspiração. A eficiência no uso da água, até 11 vezes superior à observada nas plantas de mecanismo C<sub>3</sub>, faz com que a palma se adapte ao semiárido de maneira inigualável a qualquer outra forrageira, analisando essas propriedades tem-se criado grande expectativa em torno do estímulo do cultivo ecologicamente correto em termos de sequestro de carbono CO<sub>2</sub>, utilizando como ferramenta para recuperação de áreas degradadas no semiárido, incentivando à produção com baixa necessidade de água comparado a outras culturas irrigadas e envolvendo a captação da água de chuva, armazenamento em cisternas e utilização em sistemas para pequena irrigação.

**Palavras-chave:** Palma forrageira, Biocombustível, Captação de CO<sub>2</sub>, Sustentabilidade.

### 1. INTRODUÇÃO

O mundo enfrenta problemas sérios advindos do uso de combustíveis fósseis, como aquecimento global, poluição atmosférica, entre outros. Não há níveis seguros que possam informar com exata precisão os males que esses derivados de petróleo causam ao meio ambiente, mas sabe-se o quanto são prejudiciais. Esses subprodutos, além de não serem renováveis, apresentam altos índices de poluição, o que acaba forçando os órgãos competentes a buscarem alternativas para solucionar esses problemas ambientais que acarretados devido ao uso desses produtos. Como alternativa

surgiram os biocombustíveis ou agrocombustíveis que é o combustível de origem biológica não fóssil e bem menos poluente. As plantas que ganham destaque na produção dos biocombustíveis são a cana-de açúcar, mamona e a palma, mas existem várias outras. Destacando a palma, que é o alvo do nosso trabalho, esta cactácea é usada para fabricação de óleos para culinária, para a indústria farmacêutica, para alimentação de rebanhos e para produção de agrocombustíveis. Para a produção deste último, a palma é valorizada por causa da sua excelente adaptação as condições climáticas adversas, surpreendente aproveitamento hídrico e



conversão em massa vegetal, que chega a ser até dez vezes maior que a soja. Fato que despertou e vem despertando a atenção dos especialistas, pesquisadores e a população.

O semiárido brasileiro representa 18% do território nacional e abriga 29% da população do País. Possui uma extensão de 858.000 km<sup>2</sup>, representando cerca de 57% do território nordestino. Como principais características climáticas destacam-se as temperaturas médias elevadas (30°C) e precipitações médias anuais de 300 a 700 mm, extremamente concentradas. O longo período de duração das secas, que ocorre na região, gera uma grande vulnerabilidade aos sistemas de produções agrícolas.

De acordo com o SEBRAE – RN [2010] a produção gira em torno de 600 toneladas matéria verde por hectare no 1º ano – adensada e irrigada, os rendimentos divulgados poderão ser ainda maior, variando de 600 a 1.200 toneladas/há, Figura 1, no 1º ano, com custos de implantação em torno de R\$ 11 a 12 mil por hectare. Resultados que causaram grande demanda pela nova tecnologia e procura por financiamentos.



Figura 1: Plantio adensado de Palma forrageira [SEBRAE, 2009]

O futuro das zonas áridas e semiáridas do mundo depende do desenvolvimento sustentável de sistemas agrícolas baseados numa seleção

adequada de cultivos. Neste cenário, a palma forrageira (*O. ficus-indica*) é um poderoso instrumento de apoio para a convivência regional com as secas, sendo fonte não apenas de alimento, mas de água em regiões onde esse recurso é escasso até para a população humana. No Brasil as Opuntias representam uma importante forragem e são utilizados mais de 40.000/ha para essa planta nos estados nordestinos da Paraíba, Pernambuco e Alagoas. Recentemente tem havido um intenso intercâmbio de informações e material genético com outros países produtores, como México e Itália.

Desde a criação da Rede Internacional de Cooperação Técnica para a Palma Forrageira (CACTUSNET) sob os auspícios da Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) em 1993, se obteve um incremento significativo em termos de cooperação técnica, intercâmbio de informações e conhecimentos entre produtores, técnicos, cientistas e instituições dos países participantes. Isso reflete o papel da organização que promove a cooperação técnica internacional, reunindo peritos de diferentes partes do mundo para discutir argumentos técnicos de comum interesse.

Os cultivos mais apropriados são os que podem suportar condições de falta de água, altas temperaturas, solos pobres que exijam poucos insumos energéticos, e que sejam de fácil manejo no plantio, para que proporcionem alimento e forragem para a agricultura de subsistência; além do mais é importante que o produto e/ou os subprodutos sejam apreciados e tenham valor no mercado internacional. As Opuntias especialmente a (*O. ficus-indica*), satisfaz várias das exigências descritas acima.

A palma utiliza de 100 a 200 kg de água para produzir 1 kg de matéria seca. Já para os capins, por exemplo, essa relação é de 500 para um, por isso, a palma produz bem em áreas com precipitação anual de até 750 mm,



característico do semiárido. A umidade relativa precisa estar acima de 40% e temperatura diurno-noturna de 25 a 15°C. Em algumas regiões do semiárido, a alta temperatura noturna é o principal fator para as menores produtividades ou até a morte da planta [SANTOS et al., 2006].

A palma forrageira (*O. ficus-indica*) tem muitos usos e também pode ser utilizada para a produção de energia: ou como forma de aumentar a eficiência de campos agrícolas dedicados à produção de frutas/forragem ou, potencialmente, apenas para energia. Os cladódios são um bom material para a geração de biogás, sejam apenas eles ou misturados com excrementos de gado bovino ou caprino [VARNERO e ARELLANO, 1990; VARNERO et al, 1992; URIBE et al, 1992]. Sob condições de rega e alta fertilização, essa cultura tem uma alta produção de biomassa (mais de 40 toneladas de matéria seca/ha e ano), equivalente a culturas C3 e C4 [GARCÍA DE CORTÁZAR E NOBEL, 1991, 1992] e as produtividades potenciais são de mais de 10 toneladas de matéria seca/ha e ano em zonas com quantidades de chuva limitadas para a maioria das culturas mais comuns [GARCÍA de CORTÁZAR e NOBEL, 1990]. Essas produtividades tornam essa espécie uma boa fonte de biomassa para a produção de energia.

## 2. METODOLOGIA

- Aplicaremos como ferramenta para recuperação de áreas degradadas no semiárido;
- Será incentivado à produção com baixa necessidade de água comparado a outras culturas irrigadas;
- Estudo da viabilidade econômica do sistema de produção de palma forrageira adensada e irrigada;
- Envolvimento da captação da água de chuva, armazenamento em cisternas e utilização em sistemas para pequena irrigação;

## 2.1 Objetivos específicos

- Estimular o cultivo ecologicamente correto em termos de sequestro de carbono (CO<sub>2</sub>);
- Utilizar a palma forrageira como biocombustível na tentativa de produção de uma energia menos poluente e mais sustentável;

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diagrama de fluxo para um sistema agrícola otimizado, baseado na produção de palma forrageira. Setas: 1) Fluxo de fertilizantes químicos; 2) Necessidades energéticas satisfeitas com combustíveis fósseis; 3) Produtos da agricultura da palma forrageira; 4) Fluxo ideal para resíduos animais e vegetais; 5) Carga direta do biodigestor com biomassa da palma forrageira; 6) Reciclagem de nutrientes através de biofertilizantes; 7) Necessidades de energia satisfeitas com biogás.

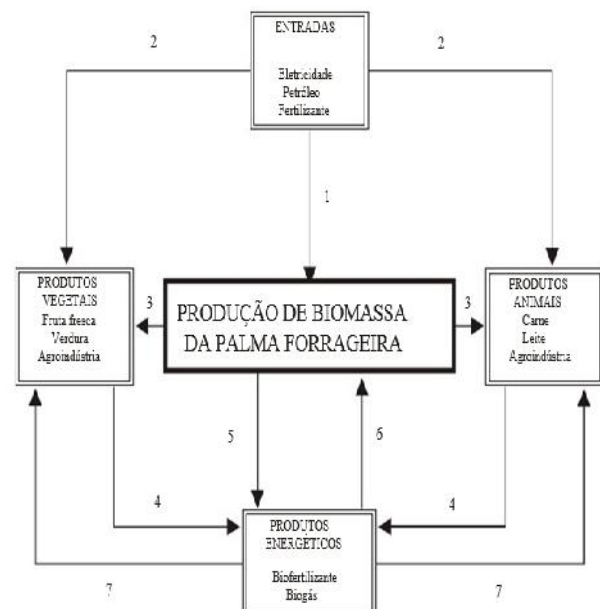


Figura 2: Diagrama de produção SEBRAE/PB, [2001].

Ter inicialmente uma alta densidade e insumos caros (fertilizantes químicos mais combustíveis fósseis, setas





marcadas com 1 e 2 na Figura 2) é uma necessidade para garantir uma alta produção de biomassa. Esta pode gerar vários produtos: frutas, carne, leite, energia. Até agora, a produção típica de *O. ficus-indica* tem sido direcionada essencialmente aos fluxos marcados com 3 na Figura 2, com quase nada de reciclagem.

Os principais fatores limitantes para uma alta produção de biomassa têm sido a baixa densidade de plantas e o pequeno consumo de fertilizantes, o que leva a rendimentos baixos. Manter uma alta produção de biomassa exige insumos constantes de fertilizantes para balancear os nutrientes enviados às frutas e aos cladódios (quando se produz verdura) ou a perda de nutrientes por uma destruição não controlada dos resíduos. Por essa razão, o primeiro passo para aumentar a eficiência da produção e reduzir os custos, é processar todo o material residual através de biodigestores (setas marcadas com 4 na Figura 2). Isso levará a: redução da quantidade de fertilizantes químicos, substituídos por biofertilizantes (redução do fluxo 1 por meio do fluxo 6), e redução do consumo de combustível fóssil, substituído pelo biogás (redução do fluxo 2 por meio dos fluxos 7 na Figura 2).

Atualmente a agricultura enfrenta aumentos de custos. Também é necessária uma maior eficiência do manejo para se reduzir contaminações e assegurar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. A introdução de processos de fermentação de resíduos pode servir, não apenas para a obtenção de combustível barato, mas também para reciclar elementos caros, como os fertilizantes. De fato, algo de reciclagem é feito em áreas onde os cladódios e os resíduos animais são incorporados ao solo, mas a eficiência da mineralização da matéria seca sob condições naturais em zonas áridas é baixa, sobretudo em razão da baixa disponibilidade de água. A fermentação de resíduos em compartimentos fechados torna o uso da

água disponível muito eficiente e não produz apenas biogás, mas também resíduos sólidos com altos teores nutritivos que ficam disponíveis para as plantas mais rapidamente que resíduos não tratados. VARNERO [1991] indica que 1 tonelada de biofertilizante obtido de resíduos animais e vegetais tem um teor nutritivo equivalente a 40 kg de ureia, 50 kg de nitrato de potássio e 94 kg de superfosfato triplo. Deve-se considerar outros efeitos positivos, como o aumento de retenção da água e a maior infiltração obtida, quando essa matéria orgânica estabilizada se misturar com o solo. Em zonas áridas, onde a chuva é pouca, mas intensa, é muito importante uma maior capacidade de retenção de umidade e uma maior taxa de infiltração. A figura 2 mostra um sistema integrado, que é a direção que deve ser seguida para se obter eficiência e sustentabilidade numa agricultura baseada na palma forrageira.

#### 4. CONCLUSÕES

A sustentabilidade pode ser aumentada, se a produção de energia for à meta principal. Isso pode ser melhor ilustrado, se se admitir teoricamente que a biomassa produzida servirá somente para a produção de energia. Nesse caso, os fluxos dos produtos vegetais e animais serão zero e toda a biomassa se destinará à produção de energia (fluxo 5 na Figura 2). À exceção de um alto aporte inicial de fertilizante químico para garantir uma alta produção de biomassa, o sistema exigirá, posteriormente, pequenos aportes de fertilizantes, devido a que a principal "saída" do sistema, que é o metano, se compõe de carbono proveniente do ar (como  $\text{CO}_2$ ) e hidrogênio, procedente da água. Veremos diferentes materiais para produção de biogás na tabela 1:



Tabela 1: Produção potencial de biogás a partir de diferentes materiais.

Material	Fórmula química	Biogás (m <sup>3</sup> /kg SV)
Carboidratos	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	0,750
Lípidios	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	1,440
Proteínas	C <sub>16</sub> H <sub>24</sub> O <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	0,980
Excrementos de gado		0,338
Excrementos de ovelhas		0,180
Excrementos de cabras		0,100
Palha de trigo		0,458
Palha de milho		0,642
Cladódios de <i>O. ficus-indica</i>		0,640
Frutas de <i>O. ficus-indica</i>		0,778

Todos os demais elementos se reciclam e a fertilização só precisa complementar as perdas devidas à ineficiência dos processos. São necessárias mais pesquisas para a implantação prática desses sistemas eficientes e as pesquisas atuais dos autores apontam nessa direção. Estão sendo pesquisadas formas de aumentar a eficiência da produção do biogás e do biofertilizante e está sendo avaliada a eficiência real da reciclagem. As evidências atuais sugerem que a produção de biogás e de biofertilizantes a partir da palma forrageira é uma forma real e efetiva de aumentar a eficiência e a sustentabilidade de sistemas agrícolas em zonas áridas.

## 5. AGRADECIMENTOS

A Deus, o que seria de nós sem a fé que temos nele. Ao Professor e orientador Dr. Franklale Fabian Diniz de Andrade Meira, pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão deste artigo.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GARCÍA DE CORTÁZAR, V. e P.S. NOBEL. **Worldwide environmental productivity indices and yield predictions for a CAM plant, *Opuntia ficus-indica*, including effects of doubled CO<sub>2</sub> levels.** Agricultural and

Forest Meteorology. 49: 261-279 pp, 1990.

GARCÍA de CORTÁZAR, V. e P.S. NOBEL. **Prediction and measurement of high annual productivity for *Opuntia ficus-indica*.** Agric. Forest Meteor. 56: 261-272 pp, 1991.

SANTOS, D. C. dos et al. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) em Pernambuco.** Recife: IPA, 48p. (IPA. Documento, 30), 2006.

SEBRAE – PB, 2001. **Manejo de água e solo na produção da palma forrageira irrigada e adensada no semiárido brasileiro.** Disponível em: <<http://www.pecnordestefaec.org.br/2013/wpcontent/uploads/2013/09/MANEJO.pdf>>. Acesso em 15 Dez 2014.

SEBRAE – RN, 2009. **Palma forrageira e adensada e irrigada.** Disponível em: <[http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/A70193303B8193DD832579FE0069B25A/\\$File/Cartilha%20Palma%20Forrageira.pdf](http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/A70193303B8193DD832579FE0069B25A/$File/Cartilha%20Palma%20Forrageira.pdf)>. Acesso em 15 Dez 2014.

VARNERO, M.T. e J. ARELLANO,. **Aprovechamiento racional de desechos orgánicos.** Ministerio de Agricultura (FIA). Universidad de Chile, Santiago. Informe Técnico. p.98, 1990.

VARNERO, M.T. **Manual de reciclaje orgánico y biogas. Aprovechamiento racional de desechos agropecuarios.** Ministerio de Agricultura (Chile)-Universidad de Chile. 48 p,1991.

VARNERO, M. T. J.M. URIBE e X. LÓPEZ,. **Factibilidad de una biodigestión anaeróbica con mezclas de guano de caprino y cladodios de tuna (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.).** Terra Aridae. 11:166-172 pp, 1992.