

## Caracterização de Frutos e Sementes de Sisal

Campina Grande, PB  
Novembro, 2009

### Autores

Tarcísio Marcos de Souza Gondim  
Engenheiro Agrônomo, M.Sc.,  
Pesquisador da Embrapa Algodão,  
Campina Grande,  
tarcisio@cnpa.embrapa.br

Leossávio César de Souza  
Engenheiro Agrônomo, D.Sc.,  
Professor do Centro de Ciências  
Agrárias, Areia, PB,  
leossavio@cca.ufpb.br



### Introdução

Adaptado ao clima semiárido do Nordeste brasileiro, a produtividade nacional de fibra de sisal (*Agave sisalana*), em 2007, foi cerca de 245 mil toneladas (FAO, 2009), mantendo o Brasil em destaque na posição de maior produtor mundial. No Brasil, o Estado da Bahia detém 95% da produção brasileira (233 mil toneladas de fibra de sisal) e os estados da Paraíba (4,1%), Rio

Grande do Norte (0,6%) e Ceará (0,3%) (IBGE, 2009) encerram as áreas de cultivo dessa importante monocotiledônea produtora de fibra natural no semiárido brasileiro.

O cultivo do sisal se constitui em opção viável economicamente, sendo geralmente plantado em áreas de pequenos produtores da região semiárida brasileira. Nessas condições, o clima e solo são pouco favoráveis, com escassas ou nenhuma alternativa para a exploração de outras culturas que ofereçam resultados satisfatórios (CARVALHO et al., 2007; SANTOS, 2006). A importância do sisal para a economia do setor agrícola nordestino pode ser analisada sob diversos aspectos, merecendo destaque a geração de empregos e renda para um contingente de aproximadamente 600 mil pessoas (SILVA et al., 2008), proporcionando divisas para os Estados da Bahia, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará.

Entre os produtos de grande importância para a humanidade, as fibras naturais vêm assumindo destaque como matéria prima para novos empregos da mesma e aproveitamento de subprodutos. A industrialização da fibra do sisal resulta em cordas, cordéis, tapetes, compostos para a indústria automotiva, de móveis, eletrodomésticos e na construção civil (CARVALHO et al., 2007). Com a indústria química são fornecidos gorduras, cera, glicosídeo, álcool, ácidos adubos, além do emprego, na alimentação animal, dos resíduos oriundos da extração da fibra.

Apesar da importância econômica de espécies de *Agave*, os estudos em relação ao melhoramento das plantas de sisal pouco destacaram novas cultivares ou híbridos, de modo que quase todo o sisal cultivado mundialmente possui, provavelmente, a mesma constituição genética (SALGADO et al., 1979), pois provém de plantas de estreita variação genética, devido ter a utilização de bulbilhos ou rebentões como alternativa principal de propagação. No escape floral pode ocorrer de dois a três mil bulbilhos de vários tamanhos (BERGER, 1969).

Neste sentido, o conhecimento e o aproveitamento da rara frutificação e produção de sementes de forma natural ou artificial (trabalhos de cruzamentos) da espécie *Agave sisalana* constitui recurso essencial para desenvolvimento de genótipos promissores, que possam ser utilizados pelo melhoramento genético visando resistência a pragas e déficit hídrico, rusticidade e facilidade de cultivo [baixo número de rebentões (filhotes) e muitas folhas sem espinhos marginais]. Contudo, Salgado et al. (1979) comentam que todas as tentativas de hibridação intraespecífica até então foram infrutíferas e

parte do foco foi direcionado a cruzamentos interespecíficos com espécies do mesmo gênero. É interessante ainda que a genética proporcione, aos novos genótipos/cultivares elevada percentagem de fibras de boa qualidade.

## Características da Frutificação do Sisal

### A inflorescência – Escapo floral

O sisal é uma espécie de ciclo perene. A planta emite uma inflorescência denominada tecnicamente de escapo floral ou, popularmente, “poste” ou “pendão de agave” (Figura 1). Nesta floração, após cerca de oito a dez anos do plantio, são produzidos flores, frutos e sementes, ou apenas bulbilhos, enquanto vai ocorrendo a morte do sisal (LOCK, 1962; MOREIRA, et al., 1999; SILVA et al., 2008).

A inflorescência é uma panícula de formato variável, cujo pedúnculo floral de coloração verde quando jovem, cresce apresentando folhas atrofiadas, ou brácteas justapostas, semelhantes a “escamas” (Figura 1), estreitas, com ápice provido de espinhos, atingindo

de 6 a 9 metros de altura (SUINAGA et al., 2006). A metade superior do pedúnculo apresenta-se com 22 a 40 ramos em ramificações tricotômicas com flores que às vezes formam frutos. A flor é hermafrodita, sendo encontrada agrupada em cachos situados no final de cada ramo da panícula. Cada flor possui seis estames que estão inseridos na base da corola, sendo os estames constituídos por anteras trilobadas. O gineceu é constituído por um estilo que sustenta um estigma trilobado, com ovário ínfero trilobulado.

Após a queda das flores desenvolvem-se, na panícula, novas plantinhas denominadas de “bulbilhos” (SILVA et al., 1999; SUINAGA et al., 2006) que são utilizados como mudas de propagação vegetativa. Rebentos (Figura 1), oriundos do rizoma da base da planta mãe em fase de floração ou não, também constituem material de propagação vegetativa. Em alguns casos ocorre a esporádica formação de frutos (Figura 2), que podem aparecer isolados, ou em produção simultânea aos bulbilhos na panícula.

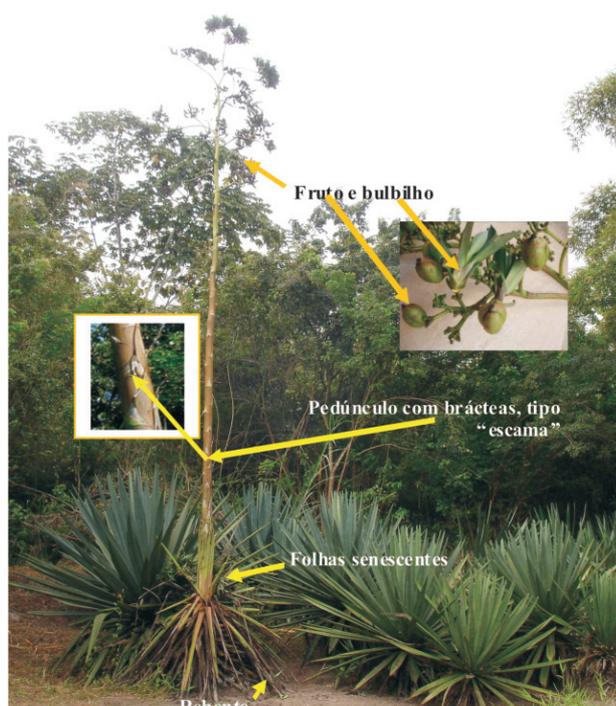
### Frutos e Sementes

Considerando a rara frutificação da espécie, Lock (1962) menciona a possibilidade de indução da floração do sisal por meio da decapitação do pedúnculo floral antes da completa emissão dos ramos floríferos. Esta prática favorece a obtenção de frutos e sementes viáveis, nos ramos remanescentes, originados das gemas inferiores ao local de corte do escapo floral.

Na África Oriental, o sisal (*Agave sisalana*) raramente produz sementes. Embora as flores sejam perfeitamente normais e o pólen viável os frutos não são formados devido ao desenvolvimento de uma “camada de abscisão” entre a base do ovário e o pedicelo, ou pedúnculo da flor, logo após as flores terem murchado (LOCK, 1962).

O fruto do sisal é pouco conhecido dos produtores nordestinos, estudantes e técnicos, devido a sua rara produção pelas plantas de *A. sisalana* e a dificuldade da utilização das sementes para propagação em plantios comerciais. Entretanto, o emprego das sementes apresenta grande importância para programas de melhoramento genético do *Agave sisalana*. Embora se verifique crescimento inicial mais lento de plantas originadas sexualmente, comparando-se com mudas de bulbilhos, esse método de propagação pode aumentar a sanidade e vigor das plantas (tratamento de sementes visando eliminar fungos causadores da

Foto: Tarcísio Marcos de Souza Gondim



**Fig. 1.** Plantio didático de sisal (*Agave sisalana*) situado no Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias / Universidade Federal da Paraíba, com única planta em estágio final de ciclo, apresentando folhas senescentes e escapo floral (brácteas em detalhe) com frutos e bulbilhos. Um rebento inicia seu crescimento próximo a planta mãe. Areia, 2009.



**Fig. 2.** Frutificação de sisal (*Agave sisalana*): A- Inflorescência de sisal com frutos e bulbilhos; B-Frutos em estágio de maturação com início de abertura da deiscência para dispersão de sementes; C- Corte longitudinal de fruto com sementes pretas (férteis) e brancas (estéreis). Areia, 2009.

podridão do tronco do sisal) e ainda aumentar a variabilidade genética esperada, que em seleção ou hibridações pudessem permitir a identificação de genótipos agronomicamente superiores. De acordo com Salgado et al. (1979), todo o sisal (*Agave sisalana*) cultivado mundialmente possui, provavelmente, a mesma constituição genética, pois provém de um mesmo material, por meio da propagação vegetativa com utilização de bulbilhos ou rebentões. Para Lock (1962), mesmo não havendo sucesso na identificação de nenhum indivíduo excepcional no material estudado, deve-se insistir na seleção individual a partir da descendência sexual, em populações derivadas de diversas regiões do mundo, com vistas a explorar a diversidade encontrada no sisal. Na tentativa de sucesso para melhoramento de *A. sisalana*, nos últimos 30 anos, os estudos estão voltados também para o controle epigenético que ocorre na espécie (fenômeno em que há variabilidade entre as estruturas de propagação vegetativa) (INFANTE et al., 2006).

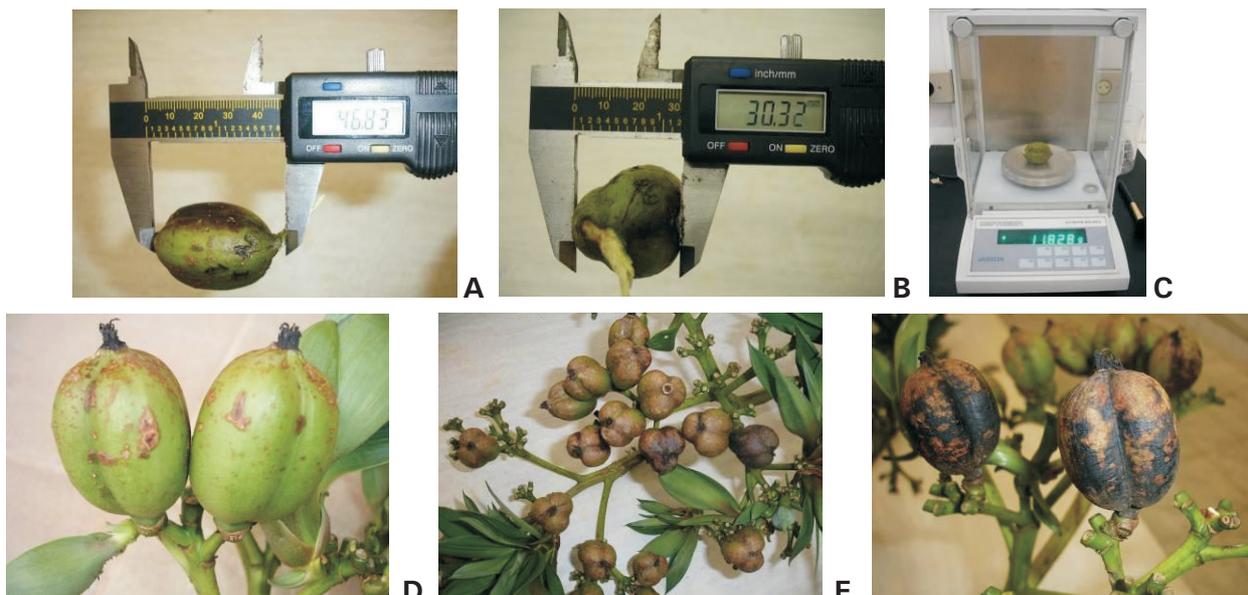
Na maioria das espécies de *Agave*, o fruto é uma cápsula trilocular (três lóculos por fruto), simples, seco e deiscente, de tamanho aproximado de uma noz (LOCK, 1962), medindo de 3 cm a 4 cm de comprimento e de 2 cm a 3 cm de diâmetro e massa fresca com cerca de 12 g. Quando seco, a variação maior dessas características é observada na massa, que fica com cerca de 3 g. O fruto é verde e de consistência

carnosa, nos estádios iniciais de crescimento, tornando-se castanho quando maduro e de coloração preta, bege ou “palha” e fibroso, quando seco (Figura 3).

A frutificação do sisal tem sido atribuída a elevadas altitudes (superiores a 1000 m de altitude) e ou a ocorrência de baixas temperaturas noturnas (LOCK, 1962). Mesmo sob estas condições excepcionais, os frutos não são formados facilmente. Como forma de indução da frutificação, associada a essas condições, Lock (1962) e Silva (1999) mencionam que é possível a formação de frutos e sementes com a decapitação do pedúnculo floral quando está no estágio intermediário, antes de algum ramo florífero ter se desenvolvido e somente se as flores, em vez de bulbilhos, forem produzidas por um dos brotos do pendão cortado, nos ramos originados das gemas situadas na parte inferior da inflorescência (MEDINA, 1954).

Em condições naturais, sem decapitação do pedúnculo, no campo do CCA/UFPB, município de Areia, PB, ocorreu à produção de frutos de uma planta de sisal. A maturação do fruto é desuniforme, até mesmo em único ramo da panícula (Figura 2 B).

As sementes, contidas no interior dos lóculos da cápsula, são delgadas, de coloração preta brilhante, distribuídas em duas colunas por lóculo. Apresentam-se de forma redondo-triangular (MOREIRA et al., 1999,



**Fig. 3.** Características de frutos de sisal (*Agave sisalana*): A- Comprimento; B- Diâmetro; C- Massa fresca (11,828 g); Coloração do fruto em diferentes estádios de crescimento: D- Fase inicial, cor verde; E - Fase de maturação, coloração bege ou “palha”; e F- Próximo à deiscência, cor parcialmente preta. Areia, 2009.

SILVA et al., 1999), ou de forma semicircular (Figura 4A, 4B, 4C e 4D) e consistência semelhante a do papel (SILVA et al. 1999). O arranjo das sementes em cada lóculo complementa o seu formato circular-ovalado (Figura 4C). Muito leves, as sementes são facilmente desprendidas do fruto seco, deiscente, ao simples toque do escapo floral. Também são encontradas sementes estéreis de cor branca no fruto verde ou maduro (Figura 4A); quando seca assumem coloração bege ou “palha” (Figura 4E). Estas são de forma e tamanho semelhante às pretas, complementando o enchimento do lóculo. O tamanho das sementes varia de oito a 14 mm na direção do seu maior comprimento (Figura 4F).

## Germinação

A germinação de uma semente de sisal inicia com a emergência da radícula de cor branca, em um dos lados (Figura 5A) e, depois, o único cotilédone (classe monocotiledônea), emerge e torna-se verde. A emissão da radícula em semente de sisal pode ocorrer ainda no interior da cápsula, porém com pouca viabilidade na formação de muda. Em teste de germinação, utilizando-se sementes de *A. sisalana* embebidas em água destilada por seis horas, em papel germitest, previamente umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa fresca do papel, em germinador com temperatura de 30 °C, verificou-se percentual de germinação 66% nos dez primeiros dias da sementeira. O processo de germinação do sisal ocorre a partir do

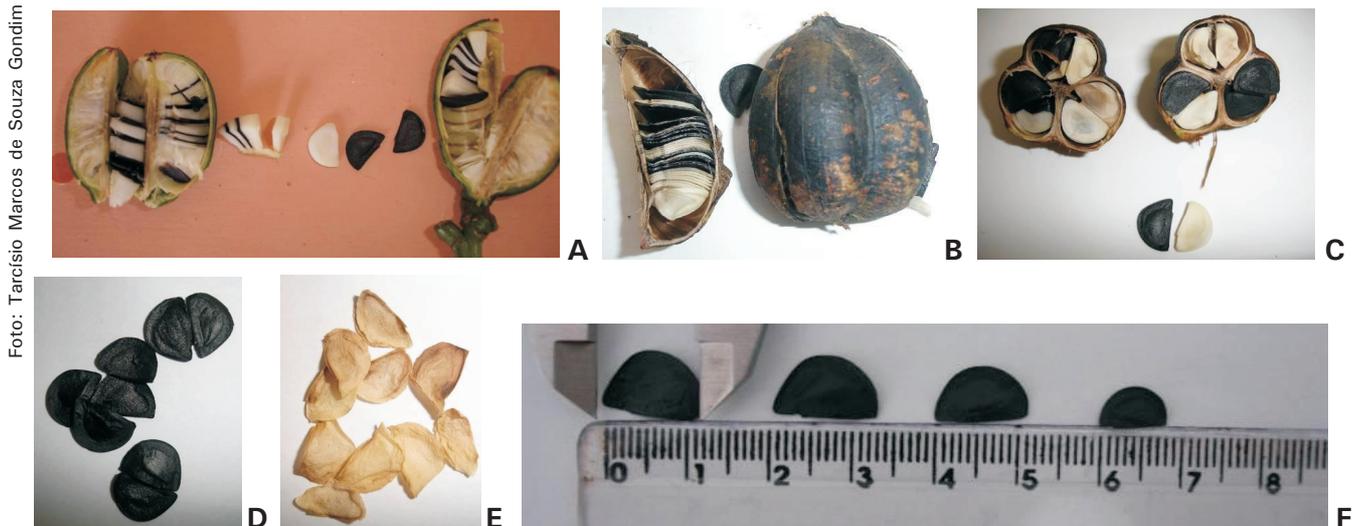
sexto dia após a sementeira, podendo prolongar-se por mais de 90 dias. Para Lock (1962), na germinação, o cotilédone não é utilizado somente como reserva do endosperma, mas ele funciona como órgão fotossintético além de envolver e proteger a plúmula e a primeira folha. Devido à testa dura, ou revestimento da semente, não há visível inchaço da semente durante o processo de embebição. Durante a emergência, o cotilédone se alonga e normalmente conduz a testa preta na ponta (Figura 5B). Na Figura 5C, observam-se plântulas de sisal apresentando raiz e primeira folha com proteção da testa em sua extremidade.

## Considerações Finais

O conhecimento da frutificação de sisal gera informações necessárias às atividades práticas da propagação sexuada do sisal;

Na busca por novas cultivares, é interessante que o melhoramento do sisal aproveite a variabilidade genética oriunda da propagação sexuada do sisal *Agave sisalana* e direcione, aos novos genótipos, elevado rendimento de fibras de boa qualidade;

O aproveitamento da rara frutificação e produção de sementes de forma natural ou artificial da espécie do sisal para produção de mudas constitui recurso alterna-



**Fig. 4.** Sementes de sisal (*Agave sisalana*), A- Arranjo de sementes no fruto: Corte longitudinal em fruto verde e B- em fruto seco; C- Corte transversal de fruto com sementes de forma semicircular preenchendo os lóculos circular-ovalado do fruto; D- Sementes férteis, cor preta; E - Estéreis, coloração bege ou "palha"; e F- Comprimento. Areia, 2009.



**Fig. 5.** Germinação de semente de sisal (*Agave sisalana*) A- emissão da radícula de coloração branca, em um dos lados da semente; B- Plântula de sisal aos 28 dias da semente em papel germibox sob temperatura de 25°C; C- Plântulas de sisal apresentando raiz e primeira folha com a proteção da testa no ápice. Areia, 2009.

tivo para desenvolvimento de genótipos agronomicamente promissores, visando resistência (pragas e seca), rusticidade e facilidade de cultivo em que as plantas apresentem baixo número de rebentões (filhotes) e folhas sem espinhos marginais que facilitem manejo, colheita e beneficiamento e qualidade de fibra. O baixo número de filhotes pode baratear custos por diminuir a prática de sua erradicação frequentemente, além de manter o arranjo do plantio da lavoura.

## Referências Bibliográficas

BERGER, J. Sisal (*Agave sisalana*). In: BERGER, J. **The world's major fibre crops: the cultivation and**

manuring. Zurich: Centre d' Etude de l'Azote, 1969. p. 196-208.

CARVALHO, J. M. F. C.; PINHEIRO, M. P. N.; SILVA, D. M. S. **Otimização da multiplicação de bulbo de sisal *in vitro***. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007. 2 p. (Circular Técnica, 107).

FAO. Statistics Division 2009. **Production (tonnes): sisal**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#anchor>>. Acesso em: 13 ago. 2009.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Produção Agrícola Municipal: Área plantada e**

produção de sisal. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?z=p&o=22&i=P>> Acesso em: 15 set. 2009.

INFANTE, D.; MOLINA, S.; DEMEY, J. R.; GAMEZ, E. Asexual genetic variability in *Agavaceae* determined with inverse sequence-tagged repeats and amplification fragments length polymorphism analysis. **Plant Molecular Biology**, v. 24, p. 205-217, 2006.

LOCK, G. W. The sisal plant and other fibre agaves. In: LOCK, G. W. **Sisal: twenty-five years' sisal research**. Longman's: Tanganyika, 1962. p. 18-34.

MEDINA, J. C. **O sisal**. São Paulo: Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, 1954. 286 p.

MOREIRA, J. A. N.; BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, O. R. R. F. da. Botânica e morfologia do sisal. In: SILVA, O. R. R. F. da; BELTRÃO, N. E. de M. **O Agronegócio do sisal no Brasil**. Brasília, D. F.: Embrapa – SPI; Campina Grande: Embrapa – CNPA, 1999. p. 25-34.

SUINAGA, F. A.; SILVA, O. R. R. F. da; COUTINHO, W. M.; COSTA, L. B.; CARTAXO, W. V. **Cultivo do sisal na região semi-árida do Nordeste brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 42 p. 2006. (Embrapa Algodão, Sistema de Produção, 5).

SANTOS, D'A. J. Produção e consumo. In: ANDRADE, W. (Org.). **O Sisal no Brasil**. Salvador: SINDIFIBRAS; Brasília, D. F.: Apex, 2006. cap.4, p.45-55.

SALGADO, A. L. B.; CIARAMELLO, D.; AZZINI, A. Melhoramento de *Agave* por hibridação. **Bragantia**, 38, n. 1, p. 1-6. 1979.

SILVA, O. R. R. F. da; CARVALHO, O. S.; BANDEIRA, D. A.; COSTA, L. B.; SOUZA, R. B. **Cultivo do sisal no Nordeste**, Campina Grande: Embrapa – CNPA, 1999. 72 p. (EMBRAPA – CNPA. Circular Técnica, 30).

SILVA, O. R. R. F. da; COUTINHO, W. M.; CARTAXO, W. V.; SOFIATTI, V.; SILVA FILHO, J. L. CARVALHO, O. S. **Cultivo do sisal no Nordeste**, Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008, 24p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 123).

### Circular Técnica, 127

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Algodão**  
**Endereço:** Osvaldo Cruz, 1143 Centenário, CP 174  
**Fone:** (83) 3182 4300  
**Fax:** (83) 3182 4367  
**E-mail:** sac@cnpa.embrapa.br

1ª edição  
 1ª impressão (2009): 500

Ministério da Agricultura,  
 Pecuária e Abastecimento



### Comitê de publicações

**Presidente:** Carlos Alberto Domingues da Silva  
**Secretário-Executivo:** Geraldo Fernandes de S. Filho  
**Membros:** Fábio Aquino de Albuquerque, Giovani Greigh de Brito, João Luis da Silva Filho, Máira Milani, Maria da Conceição Santana Carvalho, Nair Helena Castro Arriel, Valdinei Sofiatti, Wirton Macêdo Coutinho.

### Expediente

**Supervisão editorial:** Geraldo Fernandes de S. Filho  
**Revisão de texto:** Tarcisio Marcos de Sousa Gondim  
**Tratamento das ilustrações:** Oriel Santana Barbosa  
**Editoração eletrônica:** Oriel Santana Barbosa