

SEMENTES DE ALGAROBA: MÉTODOS E CUSTOS DE BENEFICIAMENTO¹

SÔNIA M. DE SOUZA, PAULO C.F. LIMA² e MANOEL DE S. ARAÚJO³

RESUMO. O trabalho objetivou desenvolver uma metodologia de extração de sementes de algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC) em grande quantidade e a baixo custo, sem prejuízos à germinação. Os tratamentos testados foram: extração manual; imersão dos frutos em água a 100°C por 4, 6 e 8 minutos; escarificação com ácido sulfúrico (H₂SO₄) 2, 5 e 10 N durante 25 horas; escarificação com ácido clorídrico (HCl) 1 N durante 24 horas; fornecimento de frutos à cabra; moagem em moinho manual; moagem em máquina forrageira a motor, com frutos secos ao sol e com frutos secos em estufa, a 55°C por 24 horas. Avaliou-se a quantidade de sementes obtidas, danos, porcentagem e Índice de Velocidade de Germinação (IVG), requerimento de mão-de-obra e custo final dos processos de beneficiamento. Dos resultados obtidos, concluiu-se que os métodos de extração de sementes de algaroba por meio de moinho manual e por meio de máquina forrageira com sementes secas ao sol, apresentaram menor exigência de mão-de-obra e menor custo total, embora tenham apresentado menor quantidade de sementes não danificadas. O beneficiamento manual apresentou requerimento de mão-de-obra e custo intermediários e maior quantidade de sementes não danificadas.

Termos para indexação: *Prosopis juliflora* (SW) DC, qualidade.

METHODS AND COSTS OF PROCESSING "ALGAROBA" *Prosopis juliflora* SEED

ABSTRACT. This work had the objective of finding out a methodology for extraction of seeds of "Algaroba" (*Prosopis juliflora* (SW) DC) in large amounts, at low costs, without damages to germination. The treatments were: manual extraction; immersion of pods in 100°C water for 4, 6, and 8 minutes; scarification

¹ Trabalho realizado com a colaboração financeira da FINEP, convênio EMBRAPA-IBDF. Recebido para publicação em 20.07.83.

² Eng^o Florestal, Pesquisadores da EMBRAPA/CPATSA, Caixa Postal, 23, CEP 56.300. Petrolina, PE.

³ Eng^o Florestal, Pesquisador da EMPARN-RN.

with sulphuric acid 2, 5, and 10 N for 25 hours; scarification with chloridric acid 1 N for 24 hours; furnishing of pods to goats; milling in hand-mill and in forage machine with pods oven and sun dried. The amount of seeds obtained, damages, percentage seed germination, index of germination velocity, human labour required and total cost of processing were evaluated. Hand-mill and forage machine extraction methods from sun-dried pods showed the least human labour requirement and total cost, although had showed the smallest amount of un damaged seeds. The manual processing showed an intermediary labour requirement and total cost, but the greatest amount of un damaged seeds.

Index terms: seeds, algaroba, *Prosopis juliflora*, processing.

INTRODUÇÃO

A algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC) é uma espécie nativa das Américas Central e do Sul, e vem sendo largamente propagada em várias regiões áridas e semi-áridas do mundo, particularmente na África, Ásia e Índia (National Academy of Sciences, 1980). Constitui uma espécie relevante para o País, principalmente para as regiões secas do Nordeste, por produzir madeira para fins energéticos e construção, bem como forragem para os animais e alimentação humana (Galvão, 1982).

Reis (1982) menciona que o número crescente de plantios aprovados pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), para implantação com incentivos fiscais, atingiu cerca de 52.000 ha no período de 1980/82, em especial nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte. Entretanto, a obtenção de sementes beneficiadas em quantidade, para os plantios em escala comercial, tem sido fator limitante, visto serem os frutos secos indeiscentes, com endocarpo coriáceo, o que torna a extração demorada e onerosa.

A germinação obtida de sementes semeadas com o endocarpo é baixa, em torno de 20%, e se processa demorada e irregularmente. Este envoltório pode ser removido por meio de uma faca, cortando o fruto no sentido longitudinal e pela parte estreita (Azevedo, 1961).

Valdivia (1972), citado por Barros (1982), recomenda como método de beneficiamento o fornecimento dos frutos ao gado; acondicionamento em bolsas de papel kraft, deixando em local úmido por 30 dias, e imersão em água por dois dias.

Tapia (1982) menciona a limpeza dos frutos mecanicamente pela trituração em moinho de pedra, com 4 mm de separação entre as pedras, para não danificar as sementes, e posterior limpeza por crivos e flutuação.

Quanto ao uso de produtos químicos, Vasavada & Lakhani (1973), trabalhando com esta espécie, concluíram que dentre as várias concentrações de ácido clorídrico testadas, a de 0,1 N por 24 horas foi a mais eficiente. Já Pimentel (1982) recomenda a imersão dos frutos em solução de hidróxido de sódio a 4% durante 20 a 26 dias.

Saxena & Khan (1974) concluíram que sementes de *Prosopis juliflora* podem ser facilmente separadas de suas cápsulas, quando escarificadas com ácido sulfúrico concentrado e/ou hidróxido de sódio (1 ml para 90 ml de água) por trinta minutos.

O objetivo do presente trabalho foi desenvolver uma metodologia de extração das sementes dos frutos de algaroba em grande quantidade, a baixo custo, sem prejuízos à germinação.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA) em Petrolina-PE, utilizando frutos de algaroba de um povoamento local, recém-colhidos e secos ao sol.

Empregou-se delineamento inteiramente casualizado com três repetições de 250 gramas de frutos. Os tratamentos testados foram: extração manual; imersão dos frutos em água a 100°C por 4, 6 e 8 minutos; escarificação com ácido sulfúrico (H₂SO₄) 2, 5 e 10 N por 25 horas; escarificação com ácido clorídrico (HCl) 1 N por 24 horas; fornecimento de frutos à cabra; moagem em moinho manual; moagem em máquina forrageira a motor, com frutos secos ao sol; e com frutos secos em estufa a 55°C por 24 horas.

Cada repetição foi realizada por um operador diferente. O beneficiamento manual foi efetuado com o auxílio de tesoura de costura. Nos tratamentos com água, aqueceram-se 1000 ml de água até 100°C imergindo os frutos, mantendo-se a temperatura constante durante todo o período de imersão. Após os tempos pre-fixados os frutos foram macerados para a retirada da mucilagem.

Nos tratamentos em que foram utilizados H₂SO₄ e HCl, usaram-se 1000 ml de solução para 250 g de frutos. Após 24 horas de imersão, os frutos foram maceados em água corrente e removida parte da mucilagem. Os tratamentos com H₂SO₄ foram novamente imersos nas soluções durante 1 hora, sendo em seguida lavados em água corrente. As cápsulas obtidas nos tratamentos com água e ácidos foram expostas ao sol, até secagem e abertas manualmente com auxílio de uma tesoura de costura.

Para o tratamento com animais, utilizaram-se três cabras confinadas, recebendo inicialmente apenas capim como alimentação por dois dias. Após este período

do forneceram-se 250 g de frutos de algaroba como alimentação. As fezes foram coletadas a partir deste momento, durante 120 horas, sendo lavadas em água corrente e separadas as sementes.

Na operação com máquinas, utilizou-se um moinho manual marca MAESA, usado em moagem de carvão. A abertura dos discos cortantes foi de 2 mm. Para maior eficiência do moinho, os frutos foram secos em estufa a 55°C por 24 horas. A máquina forrageira foi do tipo DP2 com peneira de 9,5 mm de malha, acoplada a um motor estacionário YANMAR, NSB com 90 rpm. Esse tratamento subdividiu-se em frutos secos ao sol, e em estufa a 55°C por 24 horas.

Computou-se o tempo de trabalho gasto nas atividades de coleta de fezes, separação das sementes, preparo de solução, maceração e lavagem dos frutos, abertura de cápsulas, operações com o moinho manual e máquina forrageira.

Na determinação dos custos, considerou-se o valor de Cr\$116,00 por homem/hora, sendo que os preços dos materiais utilizados encontram-se na Tabela 1. No preparo de 3 litros de solução 2N, 5N e 10N de H₂SO₄ e 1N HCl, gastaram-se 168, 420 e 840 ml de H₂SO₄ e 252 ml de HCl, respectivamente. O consumo de óleo combustível na máquina forrageira foi de 30 ml por repetição. Não se computou o desgaste da máquina forrageira, do moinho e da tesoura.

Tabela 1 – Preço do material utilizado em novembro de 1982. Petrolina, PE.

Material	Preço Cr\$/litro
H ₂ SO ₄	1.700,00
HCl	850,00
Óleo Diesel	84,00

As sementes obtidas em cada tratamento foram pesadas e separadas quanto aos danos. Sementes levemente danificadas foram consideradas perfeitas.

Para a determinação da percentagem e Índice de Velocidade de Germinação (IVG), as sementes obtidas dos diversos métodos de beneficiamento, foram divididas em dois lotes, sendo um semeado sem escarificação e o outro, escarificado

com ácido sulfúrico 96%, por 10 minutos. O delineamento utilizado, na avaliação da germinação e IVG, foi blocos ao acaso, com quatro repetições de 50 sementes. O experimento realizou-se em casa de vegetação, sendo utilizadas caixas plásticas de 47 x 31 x 10 cm, tendo como substrato areia lavada. A profundidade de semeadura foi de 1,0 cm.

O IVG foi determinado de acordo com Popinigis (1977), sendo a contagem do número de sementes germinadas efetuada a cada dois dias, durante 20 dias consecutivos. Para efeito de análise estatística, os dados de percentagem de germinação foram transformados para valores angulares de acordo com Fischer & Yates (1971).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, está relacionado o requerimento de mão-de-obra e o respectivo custo para o beneficiamento de 250 gramas de fruto de algaroba por tratamento. Dados relativos à quantidade de sementes, encontram-se na Tabela 3.

Tabela 2 – Requerimento de mão-de-obra e respectivos custos para o beneficiamento de 250 g de frutos de Algaroba nos diferentes métodos testados.

Método de Beneficiamento	Tempo de trabalho (horas)						Custo (Cr\$)	
	Coleta de fezes	Preparo da solução	Macerção e lavagem	Abertura das cápsulas	Operação da máquina	Separação de sementes		
Manual	—	—	—	1:38	—	—	1:38	189,47
Imersão em água a 100°C por 4 min.	—	0:04	1:18	2:14	—	—	3:36	417,60
Imersão em água a 100°C por 6 min.	—	0:06	1:07	2:25	—	—	3:38	421,47
Imersão em água a 100°C por 8 min.	—	0:08	1:04	1:55	—	—	3:07	361,53
Escarificação com ác. sulfúrico 2N	—	0:20	0:17	1:37	—	—	2:14	259,07
Escarificação com ác. sulfúrico 5N	—	0:20	0:18	1:36	—	—	2:14	259,07
Escarificação com ác. sulfúrico 10N	—	0:20	0:24	1:42	—	—	2:26	282,27
Escarificação com ác. clorídrico 1N	—	0:20	0:11	1:26	—	—	1:57	226,20
Fornecimento de frutos à cabra	1:42	—	1:09	—	—	—	2:51	330,60
Moagem em moinho manual	—	—	—	—	0:08	0:21	0:29	56,07
Moagem em máq. forrag. com frutos secas ao sol	—	—	—	—	0:01	0:20	0:21	40,60
Moagem em máq. forrag. com frutos secas em estufa	—	—	—	—	0:01	0:25	0:26	50,27

Tabela 3 – Quantidade de sementes obtidas e danificadas em 250 g de frutos nos diferentes métodos de beneficiamento.¹

Método de Beneficiamento	Sementes (g)		Total
	Obtidas	Danificadas	
Manual	20,83 a	0,53 a*	21,36
Imersão em água a 100°C por 4 min.	19,40 a	0,77 a	20,17
Imersão em água a 100°C por 6 min.	17,40 a	0,33 a	17,73
Imersão em água a 100°C por 8 min.	19,27 a	0,50 a	19,77
Escarificação em ác. sulfúrico 2N	19,30 a	0,43 a	19,73
Escarificação em ác. sulfúrico 5N	19,50 a	0,40 a	19,90
Escarificação em ác. sulfúrico 10N	19,50 a	0,40 a	19,90
Escarificação em ác. clorídrico 1N	19,73 a	0,57 a	20,30
Moagem em moinho manual	14,60 b c	0,67 a	15,27
Moagem em máq. forrag. com frutos secos ao sol	10,77 c	2,90 b	13,67
Moagem em máq. forrag. c/frutos secos em estufa	5,93	d 3,37 b	9,30

¹ Médias seguidas pela mesma letra em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Os menores requerimentos de mão-de-obra foram observados quando se utilizou os tratamentos moinho manual e máquina forrageira com frutos secos em estufa e ao sol. Entretanto, ao se analisar a quantidade total de sementes obtidas e os danos causados, esses tratamentos foram os que apresentaram os piores resultados. O uso de peneira de maior diâmetro de malha, bem como um aumento na abertura dos discos cortantes poderão tornar estes métodos mais produtivos, pois Tapia (1982) já mencionou abertura de 4 mm de separação das pedras em moinho de pedra.

Requerimento médio de mão-de-obra foi obtido no método manual. Este processo forneceu a maior quantidade de sementes perfeitas, não diferindo estatisticamente dos tratamentos com água e ácidos.

Os tratamentos com água, H₂SO₄, HCl e fornecimento de frutos à cabra, apresentaram requerimento de mão-de-obra superiores ao manual, visto não terem promovido a destruição total das cápsulas, necessitando serem completados manualmente.

O tratamento fornecimento de frutos à cabra foi eliminado, para efeito de análise estatística de produção e demais testes, em virtude da reduzida quantidade de sementes obtidas. Estas podem ter sido eliminadas durante a regurgitação, digeridas pelos animais, ou permanecido um período de tempo maior que o observado, no tubo digestivo das cabras. Este processo de beneficiamento não é prático, sendo portanto desaconselhado.

Devido à pequena quantidade de sementes obtidas no método máquina forrageira com frutos secos em estufa, este tratamento não foi analisado estatisticamente quanto à germinação e IVG.

Na análise de germinação dos demais tratamentos, observou-se (Tabela 4) baixa percentagem de germinação e IVG quando as sementes não foram escarificadas, com exceção do método máquina forrageira com frutos secos ao sol.

Quando se realizou escarificação, houve uma redução no percentual de germinação no tratamento máquina forrageira com frutos secos ao sol, sugerindo que o beneficiamento por este processo tenha provocado escarificação das mesmas por meio de ranhuras. No primeiro caso, a absorção de água foi favorecida, facilitando a germinação. No segundo caso, a aplicação de ácido sulfúrico concentrado por 10 minutos afetou a viabilidade das sementes. Este processo de beneficiamento poderá reduzir a viabilidade das sementes em caso de armazenamento a longo prazo, visto que as ranhuras tornam as sementes mais suscetíveis à deterioração (Popinigis, 1977 e Carvalho & Nakagawa, 1980).

No beneficiamento manual, quando as sementes foram previamente escarificadas, os índices de germinação e IVG aumentaram, confirmando os resultados de Khudairi (1956), Sundararaj et al. (1966) e Bakke & Gonçalves (1982) de que sementes de algaroba necessitam de tratamentos pré-germinativos. Entretanto, nos tratamentos com água a 100°C por 4, 6 e 8 minutos observou-se a não germinação das sementes, com ou sem escarificação. Os dados sugerem que estes tratamentos danificaram os embriões das sementes.

No método moinho manual, quando as sementes foram previamente escarificadas, a germinação e IVG foram inferiores aos obtidos no método manual. Acredita-se que este resultado poderá ser melhorado, visto que a escarificação das sementes com H₂SO₄ concentrado por 10 minutos aumentou em 13% a germinação e em 1,67 o IVG.

Sementes beneficiadas com ácido clorídrico 1 N apresentaram o maior índice de germinação, embora Vasavada & Lakhani (1973) tenham concluído que nesta concentração o ácido clorídrico seja agente destruidor das sementes de algaroba.

Os menores custos de beneficiamento de 1 kg de sementes de algaroba (Tabela 5) foram obtidos nos métodos moinho manual e máquina forrageira com fru-

Tabela 4 — Resultados da análise de germinação e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de algaroba, extraída em diversos métodos, submetida ou não a processo de escarificação.¹

Método de Beneficiamento	Germinação (%)		IVG	
	SE ²	CE ³	SE ²	CE ³
Manual	32	77 a *	2,76	8,34 a *
Imersão em água a 100°C por 4 min.	0	0	—	—
Imersão em água a 100°C por 6 min.	0	0	—	—
Imersão em água a 100°C por 8 min.	0	1	—	—
Escarificação em ác. sulfúrico 2N	9	53 a b	0,63	4,94 a b c
Escarificação em ác. sulfúrico 5N	9	61 a b	0,75	5,71 a b
Escarificação em ác. sulfúrico 10N	12	60 a b	1,14	6,07 a b
Escarificação em ác. clorídrico 1N	10	79 a	0,76	8,27 a
Moagem em moinho manual	20	33 b c	1,51	3,18 b c
Moagem em máq. forrag. com frutos secos ao sol	71 a	18	7,14 a	1,72

¹ Médias seguidas pela mesma letra, em uma mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05)

² SE: sementes sem escarificação

³ CE: sementes escarificadas com H₂SO₄ conc. durante 10 minutos.

tos secos ao sol. Os aumentos nestes custos foram proporcionados pela mão-de-obra na separação da semente do farelo. Custos médios foram obtidos nos métodos manual e máquina forrageira com frutos secos em estufa. Observou-se que dos tratamentos manual, máquina forrageira e moinho manual pode-se aproveitar o subproduto (farelo) na alimentação animal, tornando-os mais econômicos.

Os maiores custos foram observados nos tratamentos com água e ácidos, devido ao maior gasto de mão-de-obra, bem como o consumo de ácido sulfúrico e clorídrico. Observou-se também um aumento no custo final à medida que aumentou a concentração do ácido sulfúrico.

Custos inferiores aos obtidos neste trabalho foram constatados por Pimentel (1982). Entretanto, não considerou este autor o custo de mão-de-obra.

Tabela 5 — Custos de beneficiamento de sementes de Algaroba, nos diferentes métodos testados.¹

Método de Beneficiamento	Custo (Cr\$/kg de sementes)		
	Material	Mão-de-obra	Total
Manual	—	9.096,02	9.096,02 b
Imersão em água a 100°C por 4 min.	—	21.525,77	21.525,77 de
Imersão em água a 100°C por 6 min.	—	24.222,41	24.222,41 c
Imersão em água a 100°C por 8 min.	—	18.761,29	18.761,29 c d
Escarificação com ác. sulfúrico 2N	4.932,64	13.423,32	18.355,96 c d
Escarificação com ác. sulfúrico 5N	12.205,12	13.285,64	25.490,76 e
Escarificação com ác. sulfúrico 10N	24.410,25	14.475,38	38.885,63 f
Escarificação com ác. clorídrico 1N	3.641,27	11.464,77	15.106,04 c
Moagem em moinho manual	—	3.840,41	3.840,41 a
Moagem em máq. forrag. com frutos secos ao sol	233,98	3.769,73	4.003,71 a
Moagem em máq. forrag. com frutos secos em estufa	424,96	8.477,23	8.902,19 b

¹ Médias seguidas pela mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05)

CONCLUSÕES

- Os métodos moinho manual e máquina forrageira com frutos secos ao sol

apresentaram menor requerimento de mão-de-obra e menor custo total, embora tenham apresentado menor quantidade de sementes perfeitas.

- O beneficiamento manual apresentou requerimento de mão-de-obra e custo intermediários e maior quantidade de sementes perfeitas.
- Os métodos com água e ácido exigiram maior tempo de trabalho.
- O fornecimento de frutos à cabra, objetivando o beneficiamento de sementes de algaroba, é desaconselhado.
- Sementes provenientes de frutos secos ao sol e beneficiadas pela máquina forrageira não necessitam de tratamentos pré-germinativos.
- Os beneficiamentos com água a 100°C por 4, 6 e 8 minutos, foram prejudiciais à viabilidade das sementes de algaroba.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, G. de. Algaroba. 2 ed. Rio de Janeiro, Serviço de Informação Agrícola, 1961. 32p. (SIA, 843).
- BAKKE, O.A.; GONÇALVES, W. Quebra de dormência de sementes de algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC) trabalho apresentado no I Simpósio Brasileiro sobre Algaroba, realizado em Natal-RN, 5 a 7 de outubro de 1982.
- BARROS, N.A.M.T. de; NOBRE, F.V.; AZEVEDO, C.F. de; BARBOSA, C.A.N.; BRANDÃO, J. do N. Algaroba, Importante Forrageira para o Nordeste. Natal, EMPARN – Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte, 1982, 34p. (EMPARN. Boletim Técnico, 5).
- CARVALHO, N.M. de & NAKAGAWA, J. Sementes: ciência tecnológica, e produção. Campinas, Fundação Cargill, 1980. p. 223-234.
- FISCHER, R.A. & YATES, F. Tabelas estatísticas para pesquisa em biologia, medicina e agricultura. São Paulo, Ed. Universidade de São Paulo, 1971. p. 78-9.
- GALVÃO, A.P.M. A experimentação florestal da EMBRAPA/IBDF/PNPF no Nordeste brasileiro: a pesquisa com a algaroba. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RIO GRANDE DO NORTE, Natal, RN. Algaroba. Natal, 1982. p. 237-56. (EMPARN. Documentos, 7).
- KHUDAIRI, A.K. Breaking the dormancy of prosopis seeds. *Physiol. Plant.* 9 (3): 452-61, 1956.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, Washington, DC. *Prosopis juliflora* In: **Firewood crops**; shrubs and tree species for energy production. Washington, 1980. p. 152-3.
- PIMENTEL, M. de L. Extraction of algaroba seed *Prosopis juliflora* (SW) DC chemical procedures. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RIO GRANDE DO NORTE, Natal, RN. **Algaroba**. Natal, 1982. p. 331-8 (EMPARN. Documentos, 7).
- POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. Brasília, AGIPLAN, 1977. p. 277.
- REIS, M.S. Política de reflorestamento para o Nordeste: participação da algaroba. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RIO GRANDE DO NORTE, Natal, RN. **Algaroba**. Natal, 1982. p. 14-27. (EMPARN. Documentos, 7).
- SAXENA, S.K.; KHAN, W.A. A quick method for obtaining clean seeds of *Prosopis juliflora*. *Annals of arid zone*, 13 (3): 269-272. 1974.
- SUNDARARAJ, D.D.; BALASUBRAMANYIAM, G.; SOUNDRAPANDIAN, G. Pretreatment of the seeds of *Prosopis juliflora* (SW) DC for improving germination. *Madras Agric. J.*; 53 (6): 259-61, 1966.
- TAPIA, D.L.C. Distribuição, produtividade e manejo de ecossistemas naturais e artificiais de tamarugo e algaroba no Chile. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RIO GRANDE DO NORTE, Natal, RN. **Algaroba**. Natal, 1982. V. 2, p. 25-96. (EMPARN. Documentos, 8).
- VALDIVIA, S.V. El algarobo, uma espécie florestal prometedora para los tropicos áridos. Peru, Ministério de Agricultura, 1972. 4p. il. (Boletim de Divulgação, 32).
- VASAVADA, P.K.; LAKHANI, B.P. A note for obtaining clean seeds of *Prosopis juliflora* from pods through chemico-mechanical method. *Indian Forester*, 99 (3): 163-5, 1973.