

**AÇÚCARES NEUTROS, ÁCIDOS URÔNICOS E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA
DO EXUDATO DE SEMENTES DE ALGODOEIRO (*Gossypium hirsutum* L.),
EM FUNÇÃO DO TEMPO DE DURAÇÃO DO DESLINTAMENTO QUÍMICO¹**

**NEUTRAL SUGARS, URONIC ACIDS AND ELECTRIC CONDUCTIVITY OF
COTTONSEEDS (*Gossypium hirsutum* L.) EXUDATE IN FUNCTION
OF THE CHEMICAL DELINTING**

Luiz Gonzaga Chitarra², Adimilson Bosco Chitarra³, José da Cruz Machado⁴,
Josivan Barbosa Menezes⁵

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the efficiency of delinting time of cottonseeds through the electrical conductivity and the quantity of neutral sugars and uronic acids leaked from the seeds during imbibition in water, in function of the fractioning in water and the artificial ageing. The seeds were delinted with commercial sulphuric acid for 1.5 and 4.5 minutes, separated according to the sedimentation fractions in water and submitted to artificial ageing for 0, 72 and 96 hours. Electrical conductivity, contents of neutral sugars and uronic acids were determined from the exudate resulting from the seeds imbibition in relation different treatments. The results showed that the delinting time for 1.5 minutes provided higher values of electrical conductivity, higher contents of neutral sugars and lower contents of uronic acids in relation with delinted seeds.

Key-words: Neutral sugars, uronic acids, delinted cottonseeds, electric conductivity.

Palavras-chave: Açúcares neutros, ácidos urônico, semente de algodão deslintada, condutividade elétrica.

INTRODUÇÃO

¹ Parte da Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras (UFLA), pelo primeiro autor, para obtenção do grau de Mestre em Agronomia, na área de Fitossanidade, sub-área Fitopatologia. Trabalho desenvolvido com o apoio financeiro da CAPES.

² Eng. Agrônomo, Departamento de Fitossanidade, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 37, CEP 37200-000, Lavras-MG.

³ Professor do Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 37, CEP 37200-000, Lavras-MG.

⁴ Professor do Departamento de Fitossanidade, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 37, CEP 37200-000, Lavras-MG.

⁵ Professor do Departamento de Química e Tecnologia, Escola Superior de Agricultura de Mossoró-RN, Caixa Postal 37, CEP 59625-900, Mossoró-RN.

As membranas das sementes passam por mudanças estruturais e químicas durante o envelhecimento, como resultado de injúria mecânica, toxicidade química, ataque por insetos e microrganismos patogênicos (WOODSTOCK, 1988), ou pela natural peroxidação de lipídeos (BASAVARAJAPPA *et al.*, 1991). Estas mudanças geralmente tendem a aumentar a permeabilidade das membranas.

Durante o processo de deterioração natural de sementes, ocorre a perda da integridade das membranas celulares, resultando em exsudação de uma grande variedade de íons (K^+ , Ca^{+2} , Mn^{+2} e Mg^{+2}), açúcares, aminoácidos, enzimas, nucleosídeos, nucleotídeos, gorduras e sais, quando essas sementes são submetidas ao processo de embebição (HEYDECKER, 1974; ANDERSON & BAKER, 1983; WOODSTOCK, 1988). A intensidade de liberação de solutos citoplasmáticos pode ser influenciada pelo tipo de injúria causada às membranas celulares (ABDUL-BAKI & ANDERSON, 1970). Desta forma, há correlação direta entre a lixiviação de açúcares e eletrólitos e a perda da viabilidade das sementes (AGRAWAL, 1977; DADLANI & AGRAWAL, 1983).

Entre o grupo de açúcares solúveis, que são essencialmente polidroxí álcoois contendo um grupo carbonila, encontram-se os açúcares neutros, que são basicamente a glicose, ramnose, fucose, arabinose, xilose, manose e galactose, e os açúcares ácidos (ácidos urônicos), que apresentam o grupo carboxila, sendo um dos seus principais componentes o ácido galacturônico (BRETT & WALDRON, 1990), principal monômero formador de pectina (poliuronídeos) presente na parede celular das sementes.

A análise de açúcares solúveis, carboidratos, aminoácidos e eletrólitos do exsudato de sementes tem sido usada para avaliar a qualidade da semente (MATHEWS & BRADNOCK, 1968; ANDERSON, 1970 e VERMA & RAM, 1987). Segundo KOSTER & LEOPOLD (1988), os açúcares solúveis têm demonstrado proteger as sementes das injúrias de dissecação, e outros pesquisadores como CROWE *et al.* (1984) e CROWE *et al.* (1986), têm proposto que estes açúcares são importantes em muitos sistemas artificiais de membrana.

Pesquisas têm sido feitas com base no aumento de permeabilidade das membranas celulares, para estabelecer uma correlação entre a viabilidade de sementes e a composição química do exsudato de sementes em embebição, e vários testes visando prever a viabilidade

e o vigor têm sido propostos (MATHEWS & POWELL, 1981; FRANCO *et al.*, 1984; FERNANDES *et al.*, 1987; CARVALHO, 1992; DESWAL & SHEORAN, 1993 e TYAGI, 1993).

TAKAYANAGI & MURAKAMI (1968) verificaram que a exsudação de açúcares de sementes embebidas em água destilada possibilitou a separação de sementes viáveis das não-viáveis. De acordo com estes pesquisadores, houve um aumento em monossacarídeos, frutose e glicose, na água de embebição, de sementes não viáveis em comparação ao de sementes viáveis. ABDUL-BAKI & ANDERSON (1970) relataram que a lixiviação de açúcares de sementes de cevada aumentou com o aumento da idade das sementes e com o aumento das injúrias mecânicas no endosperma, mas não se alterou com o envelhecimento artificial, exceto quando a viabilidade foi severamente reduzida. Segundo MADHAVA RAO & KALPANA (1994), o nível de amido e açúcares solúveis em sementes de guandu tende a decrescer com o envelhecimento artificial, mas não tem efeito significativo para a perda de viabilidade das sementes.

O teste de condutividade elétrica, como indicador indireto visando predizer o vigor da semente, é diretamente relacionado com a integridade do sistema de membranas celulares, visando avaliar a quantidade de íons presentes na água de embebição (MARCOS FILHO *et al.*, 1987). Segundo STEWART & BEWLEY (1980) e DUKE & KAKEFUDA (1981), a deterioração das membranas celulares acarreta a lixiviação de açúcares, aminoácidos, proteínas eletrólitos e outros solutos que, embebidos em água, podem ser medidos através do uso de condutímetro.

PERL & FEDER (1983), FRAGA (1988) e BRIGANTE *et al.* (1988) concluíram que o teste de condutividade elétrica foi eficiente na avaliação da qualidade da semente de algodoeiro, pois mostrou-se sensível e preciso na detecção da queda do vigor, e seus resultados mantiveram sempre uma alta correlação com outros testes de vigor.

DESWAL & SHEORAN (1993), utilizando exsudatos individuais de sementes de algodoeiro, ervilha e outras espécies, submetidas ou não ao envelhecimento artificial, obtiveram altas correlações entre os resultados de densidade óptica através de espectrofotometria (260 mm) e o teste de condutividade. Observaram também que houve maior quantidade de solutos lixiviados em sementes mais deterioradas, e que o teste apresentou-se bastante sensível, seguro, simples e rápido, podendo ser usado em sementes de qualquer tamanho.

O processo de deslignamento químico de sementes de algodoeiro consiste na exposição dessas à ação rápida do ácido sulfúrico comercial (96-98%), o qual destrói totalmente o linter que reveste as sementes. Este processo, segundo COSTA & SANTOS NETO (1940), fornece

uniformidade na germinação e desenvolvimento de plantas saudáveis e vigorosas, economia e facilidade na semeadura e proporciona material de melhor qualidade quando comparado às sementes deslindadas mecanicamente. Comprovações nesse sentido têm sido relatadas por vários pesquisadores (McDONALD *et al.*, 1947; PONTE, 1960; HELMER, 1965; SILVA, 1977; OTAZÚ, 1986, FALLIERI *et al.*, 1995 e PAOLINELLI *et al.*, 1995).

Por tratar-se de uma operação que envolve a aplicação do ácido sulfúrico concentrado com ação fulminante sobre o línter, questionam-se os possíveis efeitos deletérios desse tratamento sobre a qualidade final das sementes. Neste sentido, o objetivo principal deste trabalho foi verificar a influência do tempo de duração do deslindamento químico de sementes de algodoeiro sobre a condutividade elétrica e a quantidade de açúcares neutros e ácidos urônicos liberados pelas sementes de algodoeiro durante a embebição em água, em função do fracionamento e envelhecimento artificial.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Sementes do Departamento de Agricultura e no Laboratório de Bioquímica de Frutos do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, no período de outubro a novembro de 1995.

Foram utilizados dois lotes de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), variedade IAC-21, da safra 1993/94, produzidos nas regiões de Capinópolis-MG e Itumbiara-GO.

As sementes dos dois lotes, com línter, foram inicialmente homogeneizadas e submetidas ao deslindamento com ácido sulfúrico comercial concentrado (96-98%), na proporção de 180 ml de ácido para 1 kg de sementes. Foram comparados dois diferentes períodos de exposição das sementes ao ácido sulfúrico: 1,5 e 4,5 minutos. Durante estes períodos as sementes permaneceram sob agitação constante, utilizando-se um bastão de madeira. Após estes períodos, as sementes foram lavadas em água corrente por 3 minutos e em seguida colocadas em uma solução de bicarbonato de cálcio (1%), durante 1 minuto (Empresa Cotton - Tecnologia de Sementes S.A., Uberlândia-MG, comunicação pessoal). Foram lavadas novamente em água corrente por 30 segundos e postas a secar à sombra. As sementes foram

manualmente homogeneizadas e submetidas ao método das divisões sucessivas, RAS - BRASIL (1992). Parte das sementes foi colocada em um recipiente com água destilada, por um minuto, e separada em 2 classes de sedimentação: fração flutuante, com densidade menor que 1,00 g/cm³ e fração sedimentada, com densidade maior que 1,00 g/cm³. Foram secas à sombra por 24 horas, até a umidade de aproximadamente 12%, colocadas em sacos de papel Kraft e armazenadas em câmara seca e fria (12°C, 45% UR), durante o período de teste.

Com base na duração do deslincamento e fracionamento em água, foram estabelecidos os seguintes tratamentos, os quais foram submetidos a 3 tempos de envelhecimento artificial (0, 72 e 96 horas), totalizando-se 21 tratamentos.

1. Sementes não-deslincadas
2. Sementes deslincadas a 1,5 minutos não-fracionada
3. Sementes deslincadas a 1,5 minutos fração flutuante
4. Sementes deslincadas a 1,5 minutos fração sedimentada
5. Sementes deslincadas a 4,5 minutos não-fracionada
6. Sementes deslincadas a 4,5 minutos fração flutuante
7. Sementes deslincadas a 4,5 minutos fração sedimentada

Os tratamentos foram estabelecidos com base em tempo de deslincamento (1,5 e 4,5 minutos), frações de sedimentação [não-fracionada (integral), fração flutuante e fração sedimentada], submetidas a envelhecimento artificial por zero, 72 e 96 horas, totalizando 18 tratamentos mais 3 testemunhas (não-deslincadas e envelhecidas artificialmente nos tempos acima referidos).

O envelhecimento artificial foi realizado utilizando caixas plásticas “gerbox” com compartimento individual (minicâmaras adaptadas), possuindo, no seu interior, uma bandeja de tela de alumínio onde foram distribuídas as sementes, Handbook of Vigour Test Methods ISTA (1995).

As caixas “gerbox” foram acondicionadas em câmara BOD e mantidas por um período de tempo de 72 e 96 horas, a uma temperatura de 42°C ± 1°C e 100% de umidade relativa.

Após estes períodos, as sementes foram submetidas ao teste de condutividade elétrica, o qual foi realizado tomando-se 4 sub-amostras de 25 sementes por repetição, totalizando-se 100

sementes por tratamento. Cada sub-amostra foi pesada e colocada em copo plástico contendo 75 ml de água deionizada. Os copos foram colocados em germinador à temperatura constante de 25°C por um período de 24 horas. Após este período, fizeram-se as leituras das soluções contendo os eletrólitos lixiviados das sementes em um aparelho condutivímetro, modelo CD-2, marca Digimed. Os resultados foram expressos em mhos/grama de sementes.

Para este teste empregou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (2 tempos de deslincamento químico x 3 frações de sedimentação x 3 tempos de envelhecimento artificial + 3 testemunhas-sementes com línter) com 4 repetições por tratamento. Cada parcela foi representada por um copo plástico contendo 25 sementes e 75 ml de água deionizada, sendo cada um analisado individualmente.

O conteúdo de açúcares neutros da solução de eletrólitos lixiviados das sementes de algodoeiro foi avaliado pelo método de Antrona (SOUTHGATE, 1991), utilizando-se 0,1 ml do extrato para o doseamento.

Para a extração e doseamento de ácidos urônicos, as soluções provenientes do teste de condutividade elétrica contendo os eletrólitos lixiviados das sementes de algodoeiro foram diluídas em álcool etílico a 99,5% na proporção de 1:10 v/v. Após 24 horas em repouso a 4°C, eliminou-se o sobrenadante e centrifugou-se o precipitado (50 ml) por 30 minutos a 5000 g. Solubilizou-se o sedimentado com 1 ml de água destilada e utilizou-se 0,25 ml para o doseamento de ácidos urônicos, segundo a técnica de BLUMENKRANTZ & ASBOE-HANSEN (1973).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores observados no teste de condutividade elétrica (Figura 1) indicaram que o nível de vigor das sementes foi influenciado pelo tempo de duração do deslincamento, pela fração de densidade das sementes e pelo envelhecimento artificial. Sementes que não sofreram o processo de deslincamento químico apresentaram menor quantidade de lixiviados. As sementes que foram deslincadas quimicamente provavelmente tiveram sua parede celular rompida pela ação do ácido sulfúrico, que é suficientemente forte para quebrar as ligações

glicosídicas a liberar os solutos citoplasmáticos na solução de embebição. Segundo HALLOIN (1975), a lixiviação de eletrólitos citoplasmáticos das sementes de algodoeiro embebidas em água é influenciada pelo método de deslntamento e pela lavagem das sementes após o deslntamento. No entanto, pode-se observar neste estudo que a lixiviação de eletrólitos foi menor quando as sementes foram submetidas ao deslntamento químico por um tempo de duração de 4,5 minutos. O ácido sulfúrico, neste caso, pode ter tido efeito semelhante a um agente priming, permitindo maior reestruturação de membrana, levando portanto à menor lixiviação. Este, entretanto, é um aspecto que merece maiores estudos.

Sementes da fração mais densa lixivaram menos soluto. Resultados semelhantes obtidos por KRIEG & BARTEE (1975), mostraram que a quantidade de açúcares, sais, cálcio e potássio lixiviada das sementes de algodão durante a embebição foi inversamente relacionada à densidade, apesar da taxa de embebição ter sido diretamente proporcional.

Segundo GAJBE *et al.* (1979), a concentração de lipídeos e nitrogênio em sementes de algodão é diretamente proporcional à densidade da semente. O aumento de densidade também está associado com o aumento de K, Ca, Mg e P, apesar do aumento da densidade da semente (acima de $1,00 \text{ g cm}^{-3}$) acarretar a diminuição da porcentagem de Ca. No entanto, resultados opostos foram encontrados por SMITH & WEBER (1968) em sementes de soja (*Glycine max* L. Merrill), onde relataram que sementes mais densas de soja estavam associadas com alta porcentagem de proteína e baixa concentração de lipídeos.

Verificou-se, no entanto, que a fração de semente mais densa apresentou uma condutividade menor do que as demais classes de densidade, exceto em relação às sementes com línter.

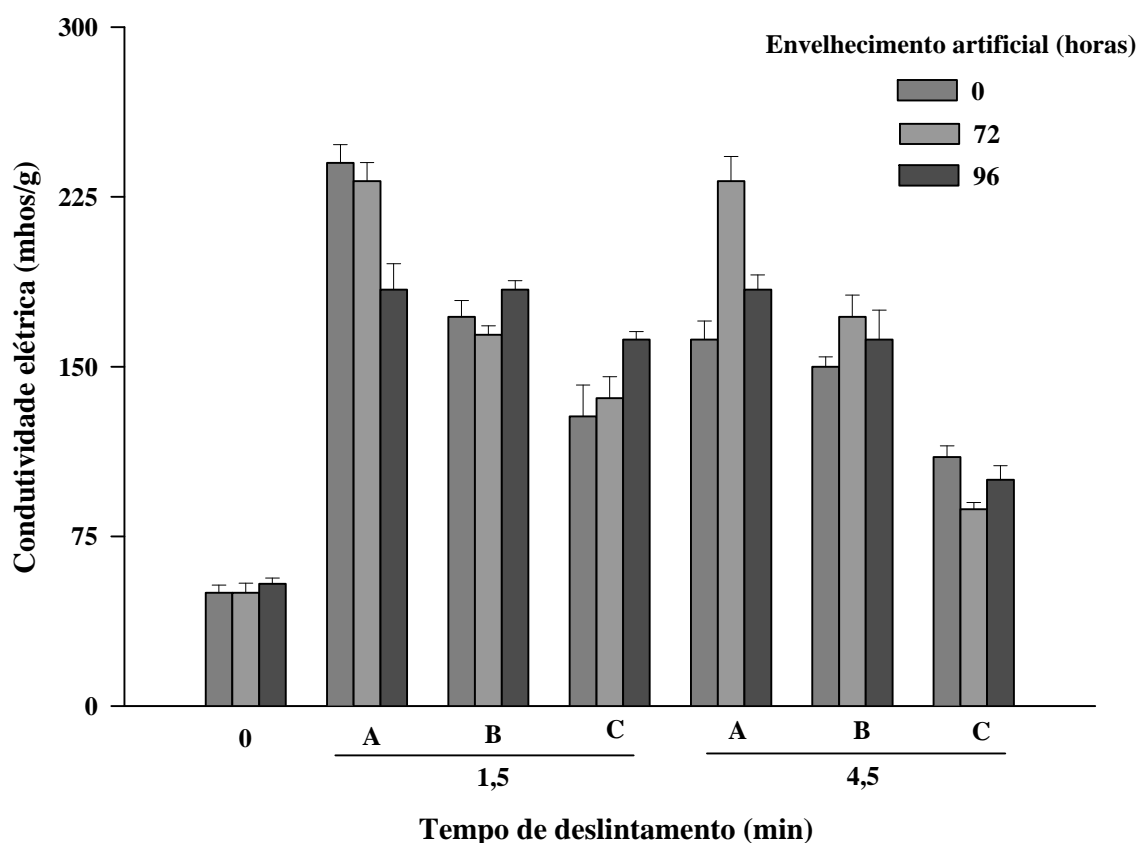


Figura 1 - Condutividade elétrica vs. tratamento

De modo geral, com exceção dos tratamentos de sementes a 1,5 minutos da fração integral e 4,5 da fração sedimentada, houve tendência da condutividade elétrica ser diretamente proporcional ao tempo de envelhecimento artificial, significando que provavelmente o processo de deterioração esteja relacionado com a desorganização e perda de permeabilidade das membranas citoplasmáticas e degradação de parede celular lixiviando, portanto, maior quantidade de eletrólitos na solução de embebição. Este fato assemelha-se com o descrito por BERJAK & VILLIERS (1972) e DELOUCHE & BASKIN (1973). CHING & SCHOOLCRAFT (1968) e CHING (1972), apresentaram que o aumento da lixiviação dos solutos das sementes envelhecidas é uma consequência da deterioração das membranas celulares. GHOSH *et al.*

(1981) também observaram que a perda eletrolítica dos solutos celulares de sementes de arroz para o meio de embebição aumentou com o período de armazenamento. PARRISH & LEOPOLD (1978) verificaram que as sementes de soja, durante o envelhecimento artificial, mostraram aumento na lixiviação eletrolítica dos solutos celulares. LIN (1988) observou que, no período de armazenamento, o aumento da lixiviação de eletrólitos de sementes de milho foi diretamente proporcional à perda do vigor e da germinação das sementes.

Os resultados do teor de açúcares neutros lixiviados pelas sementes de algodoeiro encontram-se na Figura 2. Observa-se que o tempo de duração do deslincamento químico, as frações de densidade e o envelhecimento artificial influenciaram na quantidade de açúcares neutros lixiviados pelas sementes. As sementes que não foram submetidas ao deslincamento químico lixiviaram menor quantidade de açúcares neutros seguidos das sementes que foram deslincadas por um período de duração de 4,5 minutos, da fração sedimentada. As sementes deslincadas por um período de duração de 1,5 minutos lixiviaram maior quantidade de açúcares indicando portanto menor vigor e viabilidade das sementes. Resultados semelhantes foram relatados por TAKAYANAGI & MURAKAMI (1968), já mencionados anteriormente.

Pode-se observar que houve influência das frações de densidade sobre a quantidade de açúcares neutros lixiviados na solução de embebição. Em relação ao envelhecimento artificial, nota-se que a quantidade de açúcares neutros lixiviados, quando as sementes foram envelhecidas artificialmente por um período de 72 horas, foi menor do que os tempos 0 hora e 96 horas. A exposição das sementes a temperatura e umidade elevadas pode causar sérias alterações degenerativas no metabolismo das sementes de trigo, feijão e milho, como desnaturação de proteínas, queda nos teores de carboidratos totais, de açúcares redutores, de proteínas solúveis, de fosfatos, como pode também causar o aumento do teor de ácidos graxos, desestabilização da atividade enzimática, desencadeada pela desestruturação e perda de integridade do sistema de membranas celulares, causadas, principalmente, pela peroxidação de lipídeos, MATHEWS (1985), GANGULI & SEN-MANDI (1990) e BASAVARAJAPPA *et al.* (1991). Provavelmente o comportamento das sementes de algodoeiro submetidas ao envelhecimento artificial por 72 horas seja similar ao comportamento de sementes de trigo, feijão e milho descritos anteriormente, apesar de que este comportamento não foi registrado nos exsudatos de sementes envelhecidas artificialmente por 96 horas. Possivelmente, no intervalo

de envelhecimento artificial entre 72 e 96 horas, houve uma maior taxa de “turnover”, que é a síntese de enzimas e, conseqüentemente, maior produção de açúcares.

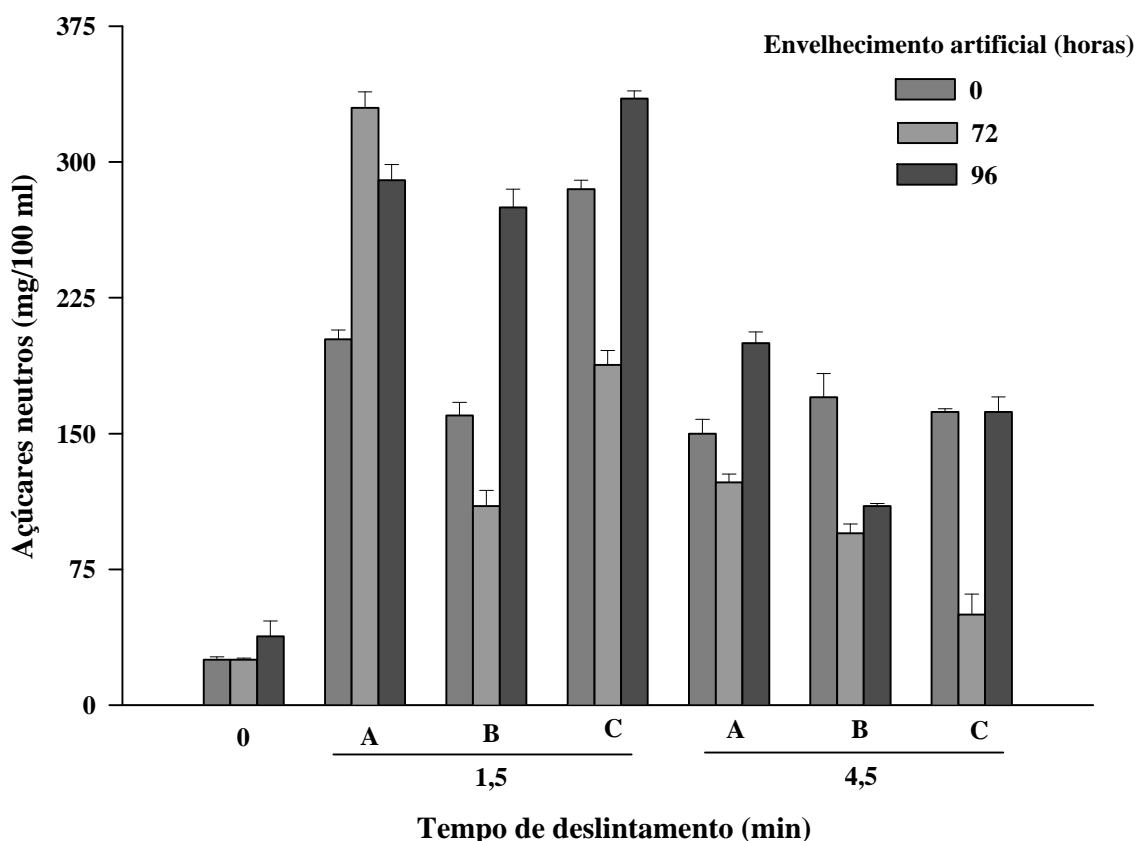


Figura 2 - Açúcares neutros vs. tratamento

A Figura 3 representa os valores de ácidos urônicos lixiviados pelas sementes de algodoeiro nos diferentes tratamentos e envelhecidas artificialmente. Observa-se que não foi detectada a presença de ácidos urônicos nos exsudatos de sementes que não foram deslignadas quimicamente. Para sementes não envelhecidas, a maior concentração de ácidos urônicos foi proveniente do exsudato de sementes não-fraçionadas deslignadas por um período de 4,5 minutos, ao passo que no tempo de envelhecimento de 72 horas, a maior concentração foi obtida do exsudato proveniente de sementes de fração flutuante deslignadas por um período de

duração de 4,5 minutos. Isto provavelmente ocorreu devido à ação prolongada do ácido sulfúrico no tempo de deslntamento de 4,5 minutos, ou pode ter ocorrido o mesmo que ocorreu em estudos feitos por GAJBE *et al.* (1979), como já foi mencionado anteriormente. O aumento da densidade da semente de algodoeiro (acima de $1,00 \text{ g cm}^{-3}$) acarreta diminuição da porcentagem de Ca. De acordo com os resultados apresentados neste estudo, provavelmente, na fração flutuante, houve formação de galacturonatos ligados ao cálcio, razão pela qual a porcentagem de uronídeos possam estar presentes em maiores quantidades neste exsudato. No entanto, pode-se observar que, quando as sementes foram envelhecidas artificialmente por um período de 96 horas, a maior concentração de ácidos urônicos foi proveniente do exsudato de sementes da fração sedimentada deslntadas a 1,5 minutos, não havendo portanto uma correlação entre o envelhecimento artificial e a quantidade de ácidos urônicos lixiviados pelas sementes de algodoeiro. A fração de ácidos urônicos é importante na constituição celular das sementes, mas pode ser afetada por um tratamento rigoroso como é o ácido sulfúrico.

Dados mais conclusivos só serão possíveis através da determinação do cálcio ligado à parede celular e dos componentes isolados das cadeias dos açúcares neutros. No entanto, pode-se concluir que as sementes de algodoeiro deslntadas por um período de tempo mais curto (1,5 minutos) apresentaram maior condutividade elétrica, maior teor de açúcares neutros e baixo teor de ácidos urônicos, em relação às sementes deslntadas por 4,5 minutos.

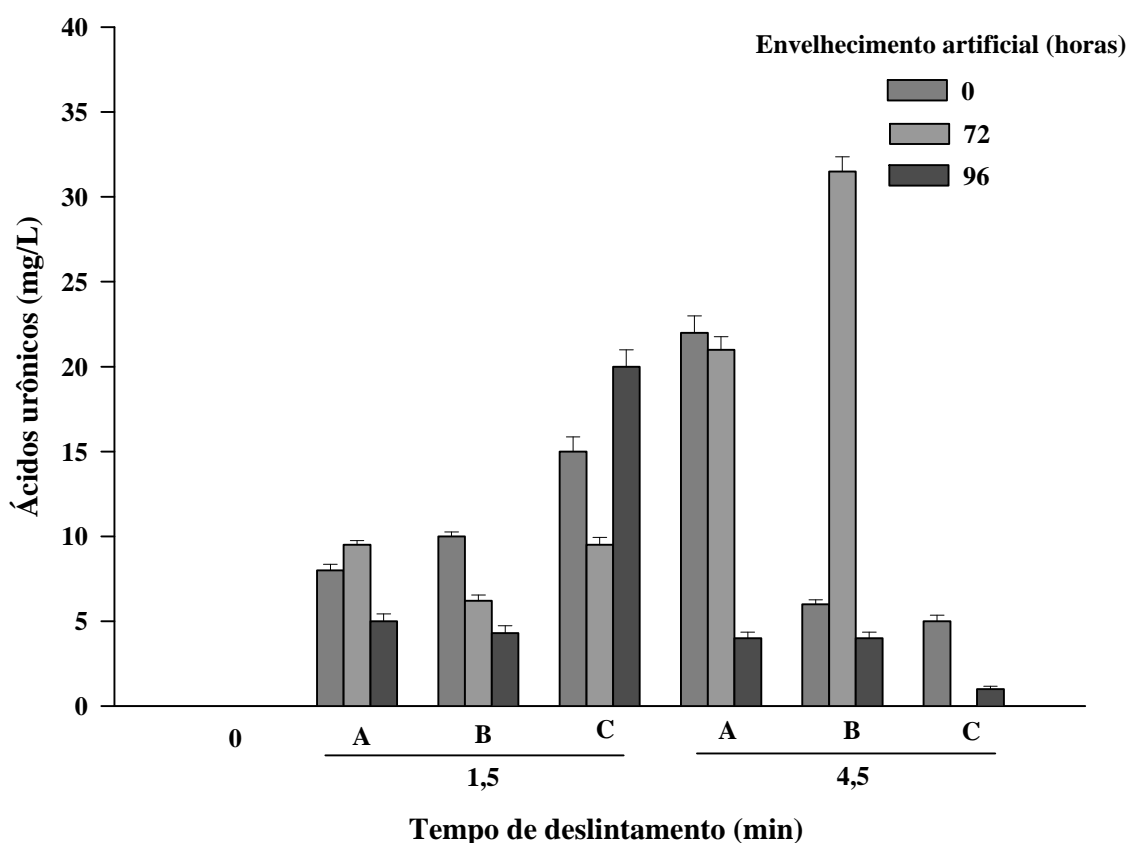


Figura 3 - Ácidos urônicos vs. tratamento

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDUL-BAKI, A.A.; ANDERSON, J.D. Viability and leaching of sugar from germinating barley. **Crop Science**, Madison, v.10, p.31-34, 1970.
- AGRAWAL, O.K. Germination, fat acidity and leaching of sugars from five cultivars of paddy (*Oryza sativa*) seeds during storage. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.5, p.489-498, 1977.
- ANDERSON, J.D. Physiological and biochemical differences in deteriorating barley seed. **Crop Science**, Madison, v.10, p.36-39, 1970.
- ANDERSON, J.D.; BAKER, J.E. Deterioration of seeds during aging. **Phytopathology**, St. Paul, v.73, n.2, p.321-325, 1983.

- BASAVARAJAPPA, B.S.; SHETTY, H.S.; PRAKASH, H.S. Membrane deterioration and other biochemical changes associated with accelerated ageing of maize seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.19, n.2, p.279-286, 1991.
- BERJAK, P.; VILLIERS, T.A. Ageing in plant embryos. V: Lysis of the cytoplasm in nonviable embryos. **New Phytologist**, Cambridge, v.71, p.1075-1079, 1972.
- BLUMENKRANTZ, N.; ASBOE-HANSEN, G. New method for quantitative determination of uronic acids. **Analytical Biochemistry**, New York, v.54, p.484-489, 1973.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Regras para Análise de Sementes. Brasília: AGIPLAN, 1992. 365p.
- BRETT, C.; WALDRON, K. Physiology and Biochemistry of Plant Cell Walls. London: Unwin Hyman, 1990. 194p.
- BRIGANTE, G.P.; FRAGA, A.C.; VIEIRA, M.G.G.C.; FALIERI, J. Utilização do teste de condutividade elétrica para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de algodão. In: Reunião Nacional do Algodão, 5, Campina Grande, 1988. **Resumos...** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1988. p.120.
- CARVALHO, C.A.M. **Viabilidade de utilização do teste de pH de exsudato na avaliação da qualidade de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.)**. Lavras: ESAL, 1992. 76p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- CHING, T.M. Ageing stresses on physiological and biochemical of crimson clover (*Trifolium incarnatum* L. var. *Dixie*) seeds. **Crop Science**, Madison, v.12, p.415-418, 1972.
- CHING, T.M.; SCHOOLCRAFT, I. Physiological and chemical differences in aged seeds. **Crop Science**, v.8, p.407, 1968.
- COSTA, A.S.; SANTOS NETO, J.A. O deslincamento das sementes de algodoeiro pelo ácido sulfúrico em comparação com outros tratamentos. **Revista da Agricultura**, Piracicaba, v.15, n.3-4, p.120-132, 1940.
- CROWE, L.M.; MOURADIAN, R.; CROWE, J.H.; JACKSON, S.A.; WOMERSLEY, C. Effects of carbohydrates on membrane stability at low water activities. **Biochimica et Biophysica Acta**, Amsterdam, v.769, p.141-150, 1984.
- CROWE, L.M.; WOMERSLEY, C.; CROWE, J.H.; APPEL, L.; RUDOLPH, A. Prevention of fusion and leakage in freeze - dried liposomes by carbohydrates. **Biochimica et Biophysica Acta**, Amsterdam, v.861, p.131-140, 1986.
- DADLANI, M.; AGRAWAL, P.K. Factors influencing of sugar and electrolytes from carrots and okra seeds. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.19, p.39-44, 1983.
- DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seeds lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.1, n.2, p.427-452, 1973.
- DESWAL, D.P.; SHEORAN, I.S. A simple method for seed leakage measurement: applicate to single seeds of any size. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.21, n.1, p.179-185, 1993.
- DUKE, S.H.; KAKEFUDA, G. Role of the test in preventing cellular rupture during imbibition of legume seeds. **Plant Physiology**, Maryland, v.67, n.3, p.449-456, Mar. 1981.
- FALLIERI, J.; PAOLINELLI, G.P.; SARAIVA, H.A.B.; BRAGA, S.J. Avaliação da qualidade de sementes deslincadas de algodão em diferentes ambientes e embalagens. **Informativo ABRATES**, Brasília, v.5, p.41, ago. 1995. (Edição especial).
- FERNANDES, E.J.; SADER, R.; CARVALHO, N.M. de. Viabilidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) estimada pelo pH do exsudato. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.3, p.69-75, 1987.

- FRAGA, A.C. Eficiência do teste de condutividade elétrica para predizer a qualidade fisiológica de sementes de algodão. In: Reunião Nacional do Algodão, 5, Campina Grande, 1988. **Resumos...** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1988. p.120.
- FRANCO, D.F.; PETRINI, J.A.; AMARAL, A.S. **Novo teste de viabilidade em sementes de soja: teste de timerosal**. Pelotas: EMBRAPA-UEPAE de Pelotas, 1984. 3p. (Pesquisa em andamento, 10).
- GAJBE, M.V.; MUSANDE, V.G.; VARADE, S.B. Interaction between some physical and chemical characteristics of seed in twenty-two cotton cultivars. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.5, p.539-544, 1979.
- GANGULI, S.; SEN-MANDI, S. Some physiological differences between naturally and artificially aged wheat seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.18, n.3, p.507-514, 1990.
- GHOSH, B.; ADHIKARY, J.; BANERJEE, N.C. Changes of some metabolites in rice seeds during aging. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.9, p.469-473, 1981.
- HALLOIN, J.M. Solute loss from deteriorate cottonseed: relationship between deterioration, seed moisture, and solute loss. **Crop Science**, Madison, v.15, p.11-15, Jan./Feb. 1975.
- HELMER, J.D. **Field and laboratory performance of cotton seed by different methods**. State College: Mississippi State University, 1965. 88p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- HEYDECKER, W. Vigour. In: ROBERTS, G.H. (ed.). **Viability of seeds**. London: Chapman and Hall, 1974. p.209-252.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **ISTA Handbook of vigour test methods**. 3.ed. Zurich, 1995. p.117.
- KOSTER, K.L.; LEOPOLD, A.C. Sugars and desiccation tolerance in seeds. **Plant Physiology**, v.8, p.829-832, 1988.
- KRIEG, D.R.; BARTEE, S.N. Cottonseed density: associated germination and seedling emergence properties. **Agronomy Journal**, Madison, v.67, p.343-347, May/June 1975.
- LIN, S.S. Efeito do período de armazenamento na lixiviação eletrolítica dos solutos celulares e qualidade fisiológica da semente de milho (*Zea mays* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.3, p.59-67, 1988.
- MADHAVA RAO, K.V.; KALPANA, R. Carbohydrates and the ageing process in seed of pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Mill sp.) cultivars. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.22, p.495-501, 1994.
- MARCOS FILHO, F.J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. da. Avaliação da qualidade das sementes. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.
- MATHEWS, S. Physiology of seed ageing. **Outlook on Agriculture**, v.14, p.89-94, 1985.
- MATHEWS, S.; BRADNOCK, W.T. Relationship between seed exudation and field emergence in pea and French beans. **Horticultural Research**, Edinburgh, v.8, p.89-93, 1968.
- MATHEWS, S.; POWELL, A.A. Electrical conductivity test. In: PERRY, D.A. (ed.). **Handbook of vigour test methods**, Zurich: ISTA, 1981. p.37-42.
- McDONALD, D.; FIELDING, W.L.; RUSTON, D.F. Experimental methods with cotton. III - Sulphuric and treatment of cottonseed and its effects on germination, development and yield. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.37, n.4, p.291-296, 1947.
- OTAZÚ, C.S.I. **Efeito de métodos de deslincamento sobre o comportamento de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) no armazenamento**. Piracicaba: ESALQ, 1986. 112p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).

- PAOLINELLI, G.P.; BRAGA, S.J.; FALLIERI, J.; SARAIVA, H.A.B. Efeito comparativo de diferentes processos de deslincamento sobre a qualidade de sementes de algodoeiro herbáceo. **Informativo ABRATES**, Brasília, v.5, n.2, p.64, ago. 1995. (Edição especial).
- PARISH, D.J.; LEOPOLD, A.C. On the mechanism of soybean seeds. **Plant Physiology**, Washington, v.16, p.363-368, 1978.
- PERL, M.; FEDER, Z. Cotton seed quality prediction with the automatic seed analyser. **Seed and Technology**, Zurich, v.11, n.2, p.273-280, 1983.
- PONTE, J.J. da. Influência do ácido sulfúrico concentrado (densidade 1,84) sobre a germinação das sementes de algodão mocó *Gossypium hirsutum* var. *Maria Galante* Hutch. **Boletim da Sociedade Cearense de Agronomia**, Fortaleza, v.1, p.67-72, jun. 1960.
- SILVA, F.M.M. **Efeito de métodos de deslincamento na germinação e no vigor de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1977. 66p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- SMITH, R.R.; WEBER, C.R. Mass selection by specific gravity for protein and oil in soybean populations. **Crop Science**, Madison, v.8, p.373-377, 1968.
- SOUTHGATE, D.A.T. **Determination of foods carbohydrates**. London: Elsevier Applied Science, 1991. 232p.
- STEWART, R.R.C.; BEWLEY, J.D. Lipid peroxidation associated with accelerated ageing of soybean axes. **Plant Physiology**, Baltimore, v.65, n.2, p.245-248, Feb. 1980.
- TAKAYANAGI, K.; MURAKAMI, K. Rapid germinability test with exsudate from seed. **Nature**, London, v.218, n.5140, p.493-494, Apr. 1968.
- TYAGI, C.S. Evaluating viability and vigour in soybean seed by an exsudate pH test. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.21, n.2, p.475-478, 1993.
- VERMA, V.D.; RAM, H.H. Genetics of electrical conductivity on soybean. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.15, p.125-134, 1987.
- WOODSTOCK, L.W. Seed imbibition: a critical period for successful germination. **Journal of Seed Technology**, East Lansing, v.12, n.1, p.1-15, 1988.

Received: 29 September 1997;

Revised: 07 November 1997;

Accepted: 21 May 1998.