



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

**RESPOSTA DE ACESSOS DE MAMONEIRA (*Ricinus communis* L.) AO ESTRESSE
INDUZIDO POR ALUMÍNIO**

Franciele **de Lima**¹; Carlos Augusto **Colombo**²; Tammy Aparecida Manabe **Kiihl**³; Daiane Mariele **de Laat**⁴

¹Bolsista do PIBIC, graduação em Ciências Biológicas; ²Pesquisadora no IAC – Centro de Grãos e Fibras; ³Pesquisador no IAC – Centro de Recursos Genéticos; ⁴ Pesquisadora Pós-doc no IAC – Centro de Recursos Genéticos

Nº 13110

RESUMO - A mamona (*Ricinus communis* L.) é uma importante oleaginosa pertencente à família da Euphorbiaceae. É uma planta nativa de países tropicais e subtropicais, sobretudo em regiões do semi-árido nordestino do Brasil. Por ser uma planta que se adapta a diferentes ambientes, tem sido adotada por populações de baixa renda, além de participar de projetos comerciais associados ao programa Nacional do Biodiesel. Entretanto, um dos principais fatores abióticos limitantes da agricultura é o Alumínio, que é liberado quando o pH do solo se torna muito ácido. Agindo diretamente na raiz da planta, o alumínio inibe o crescimento radicular e a formação de raízes secundárias, incapacitando-a de explorar solos mais profundos em busca de água e nutrientes, tornando-a, portanto, menos produtiva e mais sensível à seca. Por esse motivo, o uso de cultivares tolerantes ao alumínio tornou-se uma tática mais eficaz para a produção agrícola, além de ser uma prática altamente sustentável. Visando isso, o IAC propõe um protocolo buscando cultivares mais tolerantes ao estresse, através de testes em diferentes concentrações de alumínio.

Palavras-chaves: *Ricinus communis* L., mamona, estresse, alumínio

¹ Bolsista CNPq: Graduação em Ciências Biológicas, francielelima@terra.com.br, ²Orientador, ³Co-orientadora, ⁴Colaboradora



ABSTRACT- *Castor bean (Ricinus communis L.) is an important oilseed crop belonging to the family Euphorbiaceae. It is a plant native from tropical and subtropical countries, especially in semi-arid regions of northeastern Brazil. For being a plant that adapts to different environments, has been adopted by low-income populations, besides participating in commercial projects associated with the program of the National Biodiesel. However, one of the major abiotic factors limiting agriculture is Aluminum, which is released when the soil pH becomes too acidic. Acting directly on the root of the plant, aluminum inhibits root growth and formation of secondary roots, incapacitating him to explore deeper soil in search of water and nutrients, making it therefore less productive and more sensitive to drought. For this reason, the use of cultivars tolerant to aluminum has become a more effective tactic for agricultural production, besides being a highly sustainable practice. Aiming this, the IAC proposes a protocol seeking cultivars more tolerant to stress, by testing different concentrations of aluminum.*

Key-words: *Ricinus communis L.*, Caston bean, Aluminium, stress

1. INTRODUÇÃO

Nativa de países tropicais e subtropicais, a mamona (*Ricinus communis L.*) é uma importante oleaginosa pertencente à família da Euphorbiaceae. Com 90% de ácido graxo ricinoléico, a mamona tem uma ampla gama de utilização industrial, com a vantagem de ser um produto renovável e de importância econômica e social estratégicas ao Brasil (Azevêdo et al., 1997; Freire, 2001). Sua raiz principal pode atingir 1,50m de profundidade, explorando solos mais profundos em busca da água e nutrientes. Devido a sua tolerância à seca, tornou-se uma cultura viável para a região semi-árida do Brasil, onde há poucas alternativas agrícolas. No entanto, essa prática não é exclusiva da região semi-árida, sendo também plantada em diversas regiões do país com excelentes resultados. Contudo, um dos principais fatores limitantes da agricultura nos diversos solos do país é a toxidez causada por alumínio.

Os solos brasileiros são considerados ácidos devido ao seu pH ser abaixo de cinco, o que implica em diversos problemas para a agricultura. Entre os problemas de um solo ácido, destaca-se a menor disponibilidade de alguns nutrientes, principalmente fósforo e molibdênio, e a toxidez por alumínio. Solos ácidos em regiões tropicais são úmidos devido aos altos índices de chuva, fazendo com que os nutrientes solúveis do solo, como cálcio, magnésio e potássio, sejam retirados do solo e quando não repostos, o pH do solo diminuído. Em pH baixo, os íons de



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013

13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

hidrogênio atuam sobre os minerais liberando o alumínio que estava retido por cargas negativas de argila no solo. Assim, o alumínio é consequência da acidez e não a causa. O alumínio, além de ser um elemento prejudicial ao crescimento do sistema radicular, interfere na absorção e movimentação de fósforo, cálcio e magnésio na planta, contribuindo, também, para a diminuição do fósforo no solo (NOLLA & ANGHINONI, 2004).

De acordo com diversos estudos, num primeiro momento, o alumínio inibe a expansão e alongação das células das raízes, e depois a divisão celular também passa a ser inibida (KOCHIAN, 1995). A intoxicação por esse elemento resulta na inibição do crescimento do ápice radicular e na formação de raízes secundárias, tornando a planta incapaz de explorar solos mais profundos em busca de água e nutrientes. O alumínio pode ainda afetar a disponibilidade de fósforo para a planta, importante nutriente para a respiração e fotossíntese (KOCHIAN *et al.*, 2002).

O processo de acidificação do solo é muitas vezes intensificado por práticas agrícolas, pela mineração ou pelo descarte de resíduos (RAO *et al.*, 1993), podendo ser corrigidos por calagem (método para a correção do pH, que consiste na aplicação de calcário para neutralização dos íons H^+ e Al^{3+}). Contudo, o calcário é aplicado apenas na superfície, não solucionando o problema nas camadas inferiores, e a prática da calagem em solos mais profundos se torna inviável devido a dificuldades técnicas e econômicas (MARIA, *et al.*, 1993).

Por esse motivo, o uso de cultivares mais tolerantes ao alumínio se tornou uma prática mais viável para a produção agrícola. Assim, o Instituto Agrônomo (IAC) propõe um protocolo visando à escolha de acessos mais tolerantes ao estresse induzido por soluções com diferentes concentrações de alumínio.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Material vegetal e local do experimento

Foram utilizados um total de seis acessos de mamona (*Ricinus communis L.*) provenientes do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC): IAC Guarani, IAC 2028, IAC 226, IAC 80, PB 02 e TS 38 e três acessos de mamona provenientes da Embrapa: Paraguaçu, Nordeste e Energia.

O experimento foi realizado no Centro Experimental Central do Instituto Agrônomo - IAC, Fazenda Santa Elisa, em Campinas.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013 13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

2.2 Padronização do tempo de germinação

Inicialmente, foram separadas 80 sementes de quatro acessos do banco de acessos de mamona do IAC para compor o experimento: TS 38, IAC Guarani, IAC 2028 e PB 02. O objetivo era que as sementes germinassem todas juntas, de modo que suas raízes tivessem aproximadamente o mesmo comprimento. As sementes foram colocadas para germinar em folhas de germinação e colocadas em sacos de polietileno. Em seguida, foram encaminhadas para a Câmara Incubadora tipo BOD. Após três dias, foi observada a presença de fungos e decidiu-se tratar as sementes com fungicida (Oxicloreto de cobre – Cuprocarb – 6g/l, *Kasumin* 1,5ml/l, *Daconil* 6ml/l e *Derosal* 2ml/l)

Para o tratamento, as sementes foram previamente esterilizadas com Hipoclorito 2,5%. Cada acesso foi colocado em um Becker e preenchido com 100ml de solução, onde permaneceram por cerca de três minutos. A solução foi retirada com a ajuda de uma peneira. Em seguida, cada acesso foi novamente para um Becker com 100ml de fungicida, onde permaneceram por cerca de três minutos. Após isso, o fungicida foi retirado. As sementes foram recolocadas em um novo papel de germinação e voltaram para a BOD.

2.3 Segundo teste para padronização de germinação

Para o segundo teste foram escolhidos quatro acessos do banco de acessos de mamona do IAC: IAC Guarani, IAC 2028, IAC 226 e IAC 80 e três acessos da Embrapa: Paraguaçu, Nordestina e Energia. Foi-se utilizado o mesmo procedimento do primeiro teste, com exceção da lavagem das sementes com hipoclorito e fungicida. As sementes foram colocadas para germinar na Câmara Incubadora tipo BOD. Após três dias foi possível observar a germinação da maioria das sementes. Suas raízes foram medidas e seus tamanhos variavam entre 3cm e 7cm.

2.4 Montagem do experimento

Depois de uma semana na Câmara Incubadora, dezoito sementes de quatro acessos que tiveram maior índice de germinação (IAC Guarani, IAC 2028, Embrapa Paraguaçu e Embrapa Nordestina) foram selecionadas e três de cada acesso colocadas em caixas plásticas com oito litros de água mais a concentração de alumínio na forma de AlCl_3^{3+} : 0,15mmol, 0,30mmol, 0,60mmol, 1,20mmol, 2,40mmol e controle. As raízes foram medidas antes de irem para as caixas e o pH foi ajustado para 4,7 com HCl 0,1 mol.L⁻¹ ou NaOH 0,1 mol.L⁻¹

As sementes ficaram uma semana em contato com o alumínio, em sala aclimatada com fotoperíodo de 16 horas e temperatura 25°C. As raízes e o pH foram medidas e ajustados, diariamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 80 sementes dos quatro acessos (IAC 2028, IAC Guarani, TS 38 e PB 02) selecionadas para a padronização do crescimento radicular, após quatro dias na BOD, a maioria apresentaram fungos, principalmente os acessos PB02 e TS 38. Um trabalho conduzido por Santos (2006) demonstrou que o revestimento dos rolos de papel de germinação com sacos de polietileno na BOD, proporcionou alta umidade ao substrato, o que, associado à temperatura, favoreceu o desenvolvimento de fungos, provocando a rápida deterioração das sementes. No entanto, mesmo após a aplicação do fungicida, algumas sementes vieram a fungar, embora o número tenha caído após o tratamento (Figura 1). Contudo, houve germinação apenas no acesso PB 02 (figura 1), ainda que a quantidade germinada tenha sido baixa (15 germinadas das 80 sementes). Assim, por não ter quantidade suficiente de sementes germinadas, este experimento foi descartado.



Figura 1. (a) Sementes germinadas do acesso PB02 após duas semanas na BOD; **(b)** Preparação para a aplicação do fungicida e posteriormente a recolocação das sementes no papel de germinação.

Com o segundo teste para a padronização do crescimento radicular foi possível obter a quantidade de sementes germinadas necessárias. A germinação das sementes seguiram o mesmo protocolo do primeiro experimento. Entretanto, comparado à ele, o segundo experimento apresentou poucas sementes fungadas. Foram utilizados 80 sementes de cada acesso (IAC Guarani, IAC 2028, IAC 226, IAC 80, Embrapa Paraguaçu, Embrapa Nordestina e Embrapa Energia). Houve germinação da maioria das sementes, com exceção dos acessos IAC 226, IAC 80 e Embrapa Energia. Por esse motivo, decidiu-se descartá-los. Dos acessos escolhidos, foram selecionadas 18 sementes germinadas de cada (figura 2). Suas raízes foram medidas de modo que fosse escolhido aquelas com aproximadamente o mesmo tamanho. Os acessos da Embrapa

se mostraram precoces, já que suas raízes estavam cerca de dois centímetros maiores do que as do IAC. Após as medições e o ajuste do pH para 4,7 com NaOH 0,1 mol.L⁻¹, três sementes de cada acesso foram colocadas nas caixas contendo água destilada e alumínio na forma de AlCl₃³⁺: 0,15mmol, 0,30mmol, 0,60mmol, 1,20mmol, 2,40mmol e controle (0 mmol), respectivamente (figura 2). A medição ocorreu da seguinte forma: após transcorrer três dias da primeira medição e da colocação das sementes nas caixas, as raízes foram medidas diariamente durante quatro dias. Após um intervalo de quatro dias, as raízes foram medidas novamente.



Figura 2. (a) Sementes germinadas do acesso Embrapa Nordeste após uma semana na BOD; **(b)** Montagem do experimento. Caixas contendo água destilada e alumínio na forma de AlCl₃³⁺: 0,15mmol, 0,30mmol, 0,60mmol, 1,20mmol, 2,40mmol e controle (0 mmol)

As sementes que tiveram contato apenas com a água apresentaram raízes bem desenvolvidas e com várias raízes secundárias. Isso se deve ao fato de que a água apresenta diversos nutrientes essenciais para o desenvolvimento das raízes. Além disso, ela é o solvente que permite que gases, minerais e outras substâncias possam penetrar nas células e fluir entre as mesmas e entre os vários órgãos do vegetal (Silva & Freitas, 1998). Já as sementes em contato com o alumínio apresentaram raízes fracas e sem desenvolvimento de raízes secundárias. A concentração 0,15mmol, embora inibisse a formação de raízes secundárias, não inibiu o crescimento radicular, principalmente nos acessos IAC Guarani e IAC 2028 (figuras 3). Com base em um trabalho feito com sementes de milho, os resultados foram parecidos. Algumas preposições sobre os mecanismos pelos quais as baixas concentrações de alumínio podem estimular o crescimento de plantas incluem alterações na distribuição de substâncias de crescimento e prevenção da toxidez de cobre e manganês (Alves, 2002). Além disso, trabalhos publicados por Kochian (1995) demonstram que as plantas desenvolveram diversos mecanismos de proteção contra os efeitos tóxicos ao Al³⁺, os quais podem ser divididos em duas classes: os mecanismos simplásticos ou de tolerância, que permitem a imobilização do metal ou neutralização do mesmo em locais específicos da planta, e os mecanismos apoplásticos ou de resistência, que impedem a entrada do metal pela raiz em função da sua imobilização na rizosfera. Pela presença dos



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

mecanismos de tolerância e resistência, o Al^{+3} é uma força seletiva importante na natureza, tornando diversas espécies adaptadas ao estresse abiótico. Entretanto, em mamona, não existem estudos sobre os mecanismos de resposta ao estresse causado por toxidez de Al^{+3} . Já a concentração 0,30 mmol permitiu que a raiz das plantas continuasse crescendo até determinado ponto. Contudo, após a realização da última medição, observou-se o cessar do crescimento radicular, mostrando que o alumínio causou toxidez à planta, mas não a matou. As concentrações 0,60mmol, 1,20mmol, 2,40mmol se mostraram muito fortes para as plantas e, além de inibir o crescimento radicular e a formação de raízes secundárias, causou a morte da maioria delas, principalmente dos acessos Embrapa Nordestina e Embrapa Paraguaçu (figuras 3). A concentração 2,40mmol permitiu uma melhor distinção entre os acessos mais sensíveis e mais tolerantes.

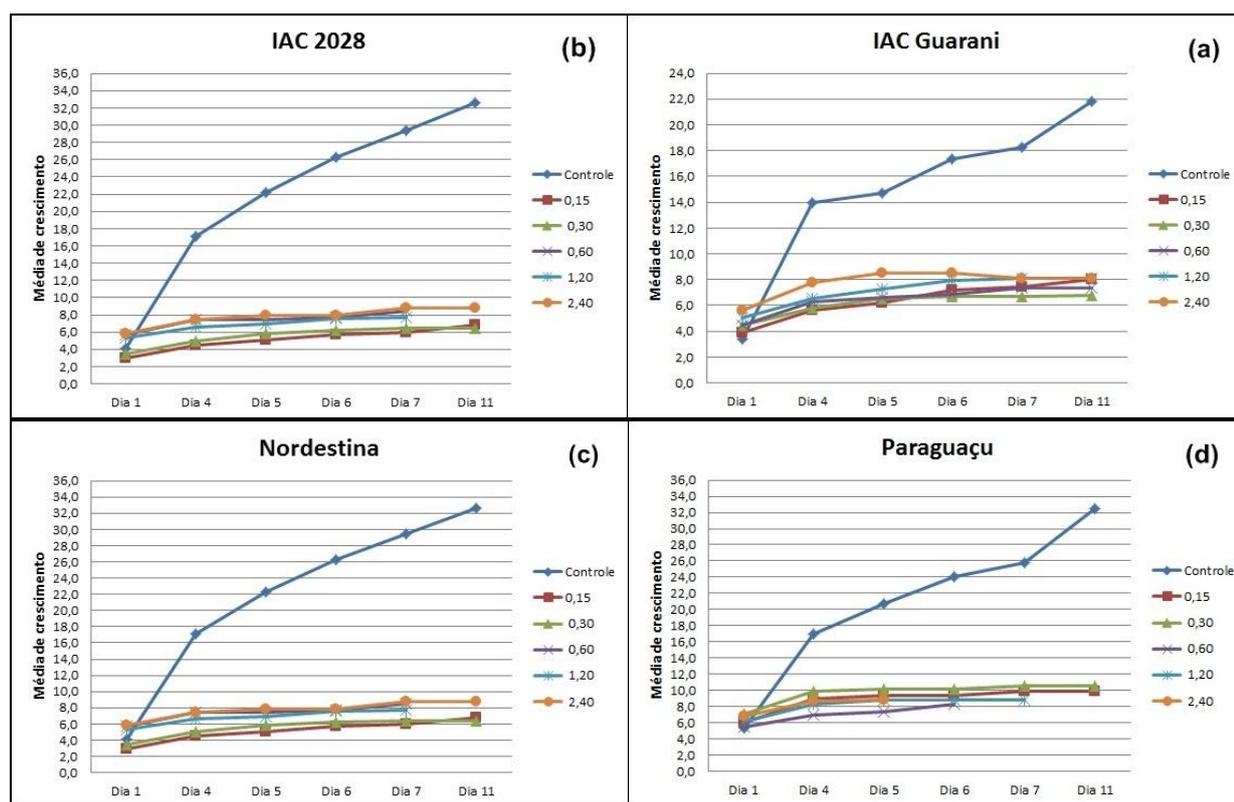


Figura 3. (a) Gráfico referente a média de desenvolvimento radicular do acesso IAC Guarani por meio de diferentes concentrações de alumínio; (b) Gráfico referente a média de desenvolvimento radicular do acesso IAC 2028 por meio de diferentes concentrações de alumínio; (c) Gráfico referente a média de desenvolvimento radicular do acesso Embrapa Nordestina por meio de diferentes concentrações de alumínio; (d) Gráfico referente a média de desenvolvimento radicular do acesso Embrapa Paraguaçu por meio de diferentes concentrações de alumínio;

A solução de alumínio com o pH 4,7 causou toxidez nas plantas, visto que, no solo, o alumínio é liberado apenas quando o pH está ácido. Assim, provavelmente, se o pH das caixas



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013 13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

contendo água e alumínio estivesse neutro, a planta possivelmente poderia desenvolver mecanismos para neutralizar o alumínio, acarretando na provável falha do experimento.

4. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos foi possível estipular qual concentração de alumínio tóxica a planta, mas não causa sua morte, além de selecionar o acesso mais resistente e o mais sensível ao estresse.

Assim, a concentração escolhida para futuros experimentos foi a 0,30mmol. O acesso mais tolerante ao estresse induzido por alumínio foi o IAC Guarani e o mais sensível foi o acesso Paraguaçu, da Embrapa.

5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ – pibic, pela bolsa concedida e ao IAC, pela oportunidade de estágio.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves, V.M.C. Inibição do crescimento de raiz pelo alumínio e toxidez por prótons em milho. **Embrapa Milho e Sorgo**, 2002.

Azevedo, D. M. P. de; Lima, E. F.; Batista, F. A. S. Recomendações técnicas para o cultivo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) no Brasil. Campina Grande: CNPA, 1997. 52p.

Kochian L.V. Cellular Mechanisms of Aluminum Toxicity and Resistance in Plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 46, p. 237-260, 1995.

Kochian, L.V. *et al.* Mechanisms of metal resistance on plants: aluminum and heavy metals. **Plant and Soil**, v. 247, n. 1, p. 109-119, 2002

Maria, I.C. *et al.* Efeito da Adição de Diferentes Fontes de Cálcio no Movimento de Cátions em Colunas de Solo. **ScientiaAgricola**, v. 50, n. 1, p. 87 – 98, 1993.

Nolla, A. & Anghinoni, I. Métodos Utilizados para a correção da acidez do solo no Brasil. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 6, n. 1, 2004.

Santos, D. C.; Carvalho, M.L.M.; Oliveira, L. M.; Kataoka, V.Y. e Neto, A. L. S. **Teste de germinação em sementes de mamona.** Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/publicacoes/trabalhos_cbm2/152.pdf>. Acesso em: 20/06/2013

Silva, L.B & Freitas, H.M.B. Texto Acadêmico - **Os Vegetais e a Água.** UFBA / Projeto Qualibio, Salvador, 1998. Disponível em: <<http://www.qualibio.ufba.br/012.html>>. Acesso em: 24/06/2013.