

## Desenvolvimento e Eficiência de um Fungicida Triazol a partir do Líquido da Casca da Castanha (LCC) do Cajueiro

Francisco das Chagas Oliveira Freire<sup>1</sup>  
Joana D'Arc Pereira Dantas<sup>2</sup>  
Carlúcio Roberto Alves<sup>3</sup>  
Maria Izabel Florindo Guedes<sup>4</sup>

### Introdução

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma cultura perene, sendo nativa do Nordeste brasileiro. Seu produto principal ainda é a amêndoa da castanha, a qual representa uma cadeia que engloba 195 mil produtores, em uma área plantada de aproximadamente 700 mil hectares, com 11 grandes usinas e 22 minifábricas de processamento, representando um parque industrial com capacidade para processar 270 mil toneladas/ano, gerando 36 mil empregos diretos no campo e 15 mil empregos na indústria. Um total de 170 mil toneladas de amêndoas é beneficiado, anualmente, produzindo uma receita de US\$ 145 milhões de dólares. Diversos outros produtos são também aproveitados, como, por exemplo, o pseudofruto ou pedúnculo, consumido in natura ou utilizado na fabricação de doces, sucos, cajuína e até mesmo na ração animal, além do líquido da casca da castanha (LCC), extraído durante o processamento industrial. Das cascas de ramos e caules extraem-se taninos, de larga aplicação no curtimento de

couros, substituindo, com vantagens, o cromo (FIGUEIREDO JUNIOR, 2006). Dependendo da forma como é obtido industrialmente, o LCC extraído por solvente apresenta uma composição média de ácido anacárdico (60%-65%), cardol (15%-20%), cardanol (10%), e traços de metilcardol, enquanto o LCC técnico contém, principalmente, cardanol (60%-65%), cardol (15%-20%), material polimérico (10%), e traços de metilcardol. O LCC técnico constitui uma fonte natural de compostos de cadeia fenólica longa e insaturada (KUMAR et al., 2002; CARIOCA et al., 2011), podendo ser utilizado industrialmente na fabricação de importantes produtos, tais como cimento, pinturas e vernizes e na indústria de polímeros (MENON et al., 1985; PARAMSHIVAPPA et al., 2001). Não obstante sua importância industrial, o LCC é ainda pouco explorado no Brasil e exportado a preços irrisórios para o exterior, onde é processado e revendido na forma de produtos de fricção e materiais de revestimento, principalmente pela Índia e EUA (MAZZETTO et al., 2009).

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Ph. D. em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Rua Dra. Sara Mesquita, 2.270, Pici, CEP 60511-110, Fortaleza, CE, [freire@cnpat.embrapa.br](mailto:freire@cnpat.embrapa.br).

<sup>2</sup>Química, D. Sc., Universidade Estadual do Ceará (UECE), Av. Paranjana, 1700, Campus do Itaperi, Fortaleza, CE, CEP. 60.740-903.

<sup>3</sup>Químico, D. Sc., professor da Universidade Estadual do Ceará (UECE).

<sup>4</sup>Engenheira Agrônoma, D. Sc. em Fitopatologia, professor da Universidade Estadual do Ceará (UECE).

O presente trabalho objetiva divulgar o desenvolvimento de uma nova molécula do grupo triazol, com interessante atividade fungicida, a partir do LCC do cajueiro.

### Processo de obtenção do fungicida

A partir do LCC aquecido a 170 °C, em laboratório, foram extraídos e separados os lipídios fenólicos, seguindo-se o processamento posterior para a obtenção do cardanol hidrogenado, o qual, por

sua vez, foi utilizado para a obtenção do acetato de 3-pentadecilfenol, do 1-(2-hidróxi-4-pentadecil) acetofenona, do oxirano (epóxido) do cardanol hidrogenado, para a realização final do acoplamento com o triazolato de sódio, previamente sintetizado. A obtenção final do agroquímico azólico foi conseguida por meio da síntese do íldio de enxofre para a posterior epoxidação do cardanol, constituinte presente no LCC e usado como molécula precursora para produzir o derivado triazolado (cardanazol) com propriedades fungistática e fungicida (Figura 1) (DANTAS, 2011).

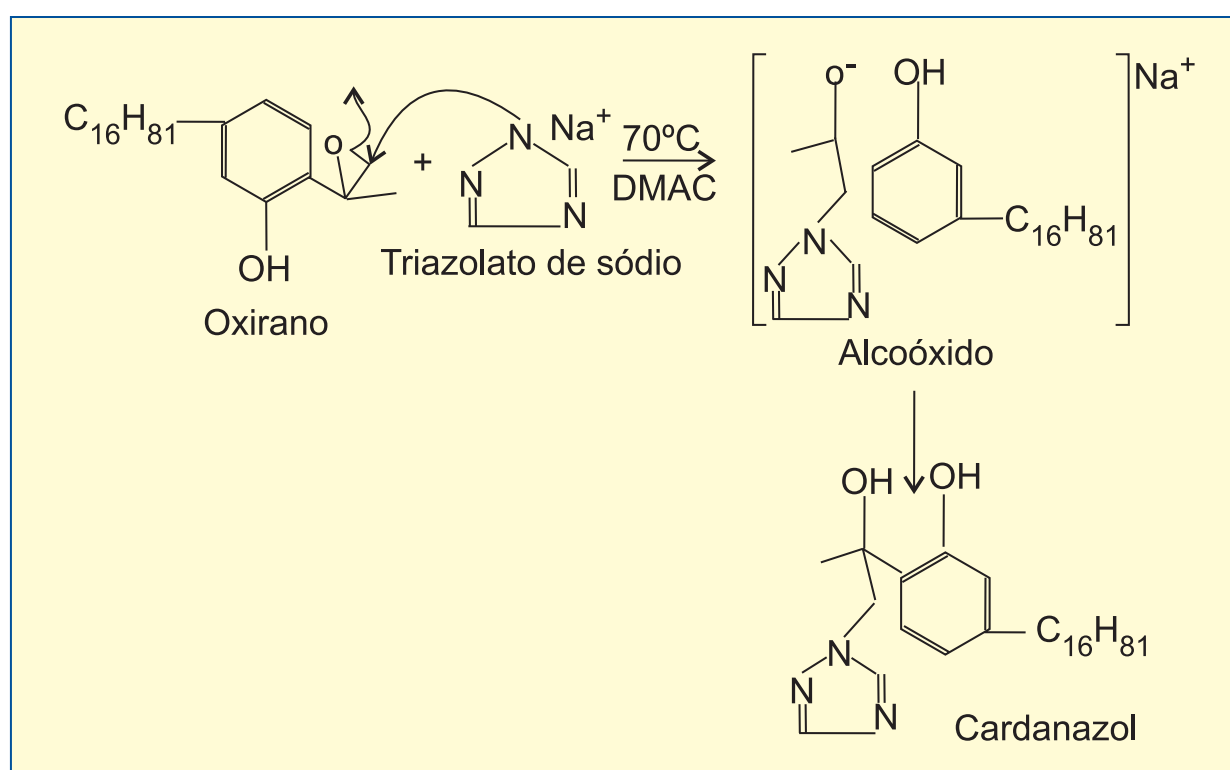


Figura 1. Mecanismo de síntese desenvolvido para a obtenção do cardanazol.

### Avaliação do produto in vitro e in vivo

O cardanazol foi emulsionado em dimetilsulfóxido (DMSO) e adicionado ao meio de batata-dextrose-água (BDA) fundente, em placas de Petri contendo 20 mL do meio. Foram utilizadas as concentrações de 1 ppm e 1.000 ppm de cardanazol, além de placas testemunhas, contendo apenas o meio de cultivo, perfazendo 3 placas para cada tratamento. O fungo utilizado no teste foi o *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl, um reconhecido patógeno de fruteiras tropicais no Brasil (FREIRE et al., 2011).

No centro de cada placa foi colocado um disco de 7 mm de diâmetro de uma cultura do fungo, com 7 dias de crescimento em meio de BDA. O crescimento do fungo nas placas foi avaliado 24 e 48 horas após o início do experimento, medindo-se o diâmetro das culturas, em milímetros, com o auxílio de um paquímetro. As duas dosagens de 1 ppm e 1.000 ppm inibiram o crescimento micelial do fungo em 8,64% e 100,0%, respectivamente, em relação à testemunha, conforme comparação estatística das médias (Tabela 1).

**Tabela 1.** Percentagens de inibição in vitro do crescimento micelial de *L. theobromae*, em duas dosagens de cardanazol, após 24 e 48 horas.

Tratamento	Dosagem (ppm)	Média (24h)	% de inibição (24h)	Média (48h)	% de inibição (48h)
Testemunha	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Cardanazol	1	0,32a	8,64	0,32a	8,64
Cardanazol	1.000	4,10b	100,00	4,30b	100,00

Fonte: Dados do autor.

O cardanazol foi também testado contra o *L. theobromae* em mudas de pé-franco de cajueiro-anão precoce CCP 76, com 4 meses de idade. Foram utilizadas 10 plantas por tratamento em delineamento inteiramente casualizado, com a avaliação preventiva e curativa dos efeitos do cardanazol, em comparação ao fungicida comercial Folicur® (tebuconazole). Os seguintes tratamentos foram testados:

- T1 - plantas somente com furo (controle 1).
- T2 - plantas com furo + meio de cultura (controle 2).
- T3 - plantas com furo + fungo (controle 3).
- T4 - plantas com furo + fungo + tebuconazole (1 dia após o fungo).
- T5 - plantas com furo + fungo + tebuconazole (3 dias após o fungo).
- T6 - plantas com furo + tebuconazole + o fungo (1 dia após o fungicida).
- T7 - plantas com furo + tebuconazole + o fungo (3 dias após o fungicida).
- T8 - plantas com furo + fungo (1 dia após o cardanazol).
- T9 - plantas com furo + fungo (3 dias após o cardanazol).
- T10 - plantas com furo + cardanazol (1 dia após o fungo).
- T11 - plantas com furo + cardanazol (3 dias após o fungo).

Os furos nos caules das mudas foram realizados com o auxílio de uma furadeira elétrica, com uma broca de 2 mm de diâmetro, penetrando 2 mm no tecido vegetal, na parte mediana do caule. Em seguida, um fragmento de 2 mm<sup>2</sup> do meio de cultivo (com ou sem o fungo) era introduzido no orifício, o qual era

protegido com vaselina neutra e coberto com uma fita de Parafilm® (LIMA, 2011). Ambos os fungicidas foram utilizados na dosagem de 150 g i.a/ha (150 ppm), conforme recomendação do fabricante do tebuconazole, sendo aplicados sobre os orifícios com um pincel Condor® n° 10.

Quinze e trinta dias após os tratamentos, todas as mudas foram avaliadas, considerando-se infectadas as plantas com a presença de sintomas de amarelecimento e/ou seca foliar, bem como apresentando lesão necrótica no ponto de inoculação. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, sem que apresentassem qualquer diferença estatística significativa entre o cardanazol e o Folicur® (tebuconazole) (Tabela 2). O tratamento para testemunha inclui apenas as plantas com furo e meio de cultura, sem o fungo, enquanto para o fungicida comercial (Folicur®) e o produto testado (cardanazol), os resultados incluem, sem distinção, os tratamentos preventivo e curativo.

**Tabela 2.** Médias das avaliações (aos 15 e 30 dias) do fungicida comercial tebuconazole e o do cardanazol, aplicados preventiva e curativamente em mudas de cajueiro.

Tratamento	15 dias	30 dias
Testemunha	0,0	0,0
Folicur®	94,5±5,2	95,4±4,7
Cardanazol	91,9±5,8	87,3±5,6

Fonte: Dados do autor.

## Considerações finais

O cardanazol, desenvolvido a partir do LCC do cajueiro, apresentou características fungistáticas e fungicidas contra o fitopatógeno *Lasiodiplodia theobromae*, exibindo eficiência estatisticamente

semelhante a um fungicida triazol comercial, conforme demonstrado no presente trabalho. Considerando-se que essa nova molécula inclui-se no grupo dos triazóis, seu modo de ação deve ser semelhante aos demais fungicidas triazolados, ou seja, deve atuar na inibição da biossíntese do ergosterol, componente essencial da membrana das células fúngicas. A presente invenção se situa no campo da Química e da Biologia e representa, ademais, a primeira patente da Embrapa Agroindústria Tropical, em colaboração com a Universidade Estadual do Ceará (UECE) (50% de participação para cada instituição). O Depósito de Pedido de Patente encontra-se no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), sob o número 0000221002544682. Caso aproveitado industrialmente, o cardanazol possui potencial para se tornar uma excelente opção de agregação de valor ao LCC produzido no Nordeste brasileiro, gerando mais divisas na cadeia produtiva da cajucultura. Testes serão iniciados em breve, com o intuito de avaliar a eficiência fungicida desse produto contra outros patógenos, tais como *Phakopsora pachyrhizi*, agente causal da ferrugem asiática da soja, e o *Oidium anacardii*, causador do oídio ou cinza do cajueiro, atualmente uma enorme preocupação para os produtores nordestinos.

## Referências

- CARIOCA, J. O. B.; VASCONCELOS, G. F. C.; ABREU, R. F. A.; MONTEIRO, C. T. F. **Processo de purificação do líquido da castanha do caju (LCC) para isolamento do cardanol**. Disponível em: <<http://www.portalbpg.org.br/PD/Petro/3/trabalhos/l...>>. Acesso em: 15 out. 2011.
- DANTAS, J. D. P. **Síntese e estudo da atividade antifúngica do cardanazol contra *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl.** 2011. 87 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO), Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza.
- FIGUEIRÉDO JUNIOR, H. S. de. Desafios para a cajucultura no Brasil: o comportamento da oferta e da demanda da castanha de caju. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 37, n. 4, p. 551-570, 2006.
- FREIRE, F. C. O.; CARDOSO, J. E.; VIANA, F. M. P.; MARTINS, M. V. V. Status of *Lasiodiplodia theobromae* as a plant pathogen in Brazil. **Essentia**, v. 12, n. 2, p. 53-71, 2011.
- KUMAR, P. P.; PARAMASHIVAPPA, P. J.; VITHAVATHIL, P. J.; SUBRA RAO, P. V.; SRINIVASA RAO, A. Process for isolation of cardanol from technical cashew (*Anacardium occidentale*) nut shell liquid. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 4705-4708, 2002.
- LIMA, J. S. **Diversidade fisiológica, cultural, morfológica, e patogênica de isolados de *Lasiodiplodia theobromae* associado a frutíferas tropicais**. 2011. 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- MAZZETTO, S. E.; LOMONACO, D.; MELE, G. Óleo da castanha do caju: oportunidades e desafios no contexto do desenvolvimento e sustentabilidade industrial. **Química Nova**, v. 32, n.3, p. 732-741, 2009.
- MENON, A. R. R.; PILLAI, C. K. S.; SUDHA, J. D.; MATHEW, A. G. (1985) Cashew nut shell liquid-its polymeric and other industrial products. **Journal of Science and Industrial Research**, v. 44, p. 324-338, 1985.
- PARAMSHIVAPPA, R.; PHANI KUMAR, P.; VITHAYATHIL, P. J.; SRINIVASA RAO, A. Novel method for isolation of major phenolic components from cashew (*Anacardium occidentale* L.) nut shell liquid. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 2548-2551, 2001.

### Comunicado Técnico, 178

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Agroindústria Tropical**  
Endereço: Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici,  
CEP 60511-110 Fortaleza, CE  
Fone: (0xx85) 3391-7100  
Fax: (0xx85) 3391-7109 / 3391-7141  
E-mail: vendas@cnpat.embrapa.br

1ª edição (2011): on-line

### Comitê de Publicações

**Presidente:** Antonio Teixeira Cavalcanti Júnior  
**Secretário-Executivo:** Marcos Antonio Nakayama  
**Membros:** Diva Correia, Marlon Vagner Valentim Martins, Arthur Cláudio Rodrigues de Souza, Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho, Adriano Lincoln Albuquerque Mattos e Carlos Farley Herbster Moura.

### Expediente

**Revisão de texto:** Marcos Antonio Nakayama  
**Editoração eletrônica:** Arilo Nobre de Oliveira  
**Normalização bibliográfica:** Rita de Cassia Costa Cid