

# Biologia floral e polinização por abelhas em siratro (*Macroptilium atropurpureum* Urb.)

Renata Eunice Vieira<sup>1</sup>, Carolina Satie Kotaka<sup>1</sup>, Marina Hitomi Mitsui<sup>1</sup>, Ana Paula Taniguchi<sup>2</sup>, Vagner de Alencar Arnaut de Toledo<sup>1\*</sup>, Maria Claudia Colla Ruvolo-Takasusuki<sup>2</sup>, Yoko Terada<sup>2</sup> (*in memoriam*), Sílvia Helena Sofia<sup>3</sup> e Fabiana Martins Costa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.

<sup>2</sup>Departamento de Biologia Celular e Genética, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. <sup>3</sup>Departamento de Biologia Geral, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, Brasil. \*Autor para correspondência. e-mail: vaatoledo@uem.br

**RESUMO.** O objetivo deste trabalho foi realizar estudos sobre polinização em siratro, avaliando o período de antese, abelhas visitantes, viabilidade dos grãos de pólen e produção de sementes, utilizando dois tratamentos, um de plantas cobertas e outro de descobertas. O período de antese foi 2,48 dias e 3,56 dias ( $P=0,0023$ ) e a produção foi de 8,62 e 11,15 sementes ( $P=0,0001$ ), para os tratamentos descoberto e coberto, respectivamente. O teste de receptividade do estigma indicou que 91,95% das flores abertas estavam receptivas. A viabilidade dos grãos de pólen foi 100%. Das seis famílias de abelhas que ocorrem no Brasil, foram encontradas cinco delas visitando as flores desta planta: Andrenidae (12%), Anthophoridae (4%), Apidae (56%), Halictidae (16%) e Megachilidae (12%). Pode-se concluir que as flores de siratro são importantes fontes de pólen e néctar para as abelhas que contribuem para a polinização desta planta.

**Palavras-chave:** polinização, abelhas, siratro, *Macroptilium atropurpureum*, leguminosa forrageira.

**ABSTRACT. Floral biology and bees pollination by bees in siratro (*Macroptilium atropurpureum* Urb).** This research was carried out to evaluate the pollination in siratro studying the anthesis period, pollen grain viability and seed production. Two treatments were used, one covered and another uncovered. The anthesis period was 2.48 days and 3.56 days ( $p=0.0001$ ) and the production was 8.62 and 11.15 seeds ( $p=0.0023$ ), in covered and uncovered treatments, respectively. The stigma receptivity test showed that 91.95% of opened flowers were receptive. Pollen grains viability was 100%. In Brazil, there are six families of bees and we have found five of them in Maringá region visiting the flowers of this plant: Apidae (56%), Megachilidae (12%), Halictidae (16%), Andrenidae (12%) and Anthophoridae (4%). Results showed that the flowers of siratro are important as pollen and nectar source for bees which contribute to its pollination.

**Key words:** pollination, bees, siratro, *Macroptilium atropurpureum*, forage legume.

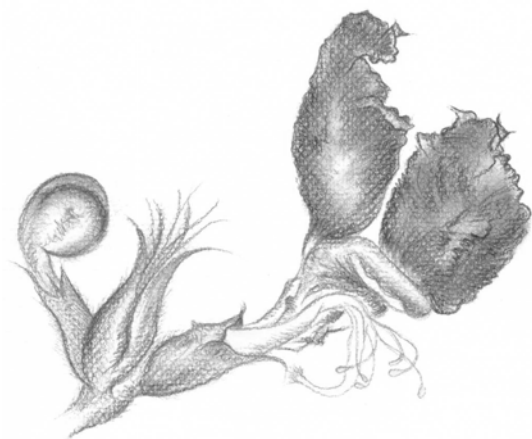
## Introdução

O siratro (*Macroptilium atropurpureum*) é uma leguminosa perene, estolonífera, radicante que possui raízes profundas, hastes rasteiras volúveis e folhas típicas com a página ventral cinzento-prateada e lóbulos característicos, que lhe conferem o aspecto de uma palma de mão com dedos unidos (Pupo, 1979), sendo originário do México. As flores do siratro são de coloração roxa avermelhada, com duas pétalas com uma terceira sendo o estandarte ou vexilo (Figura 1). O local onde os insetos se direcionam para o pouso, possui nove estiletes que são recobertos pela carena e um outro estilete não-

recoberto, totalizando 10, típico das Fabáceas. Ocorre naturalmente em vários países da América Central e do Sul, e é uma das leguminosas mais populares para as pastagens nos trópicos e subtropicais. Distribui-se entre latitudes 30° Norte e 28° Sul, porém possui reduzido crescimento a altitudes acima de 610 m. É uma leguminosa que requer precipitações anuais de 850 a 1500 mm. Acima de 1800 mm, é de desempenho fraco, sensível ao frio e desenvolve-se melhor a temperaturas médias diárias de 21°C (Pupo, 1979).

A biologia floral contribui sobremaneira para a produção de grãos e frutos, pois através da polinização cruzada os aspectos quantitativos

(aumento da produção) e qualitativos são melhorados. Tais contribuições são observadas na medida em que ocorre diminuição de frutos com deformidades, o que auxilia na comercialização, ao mesmo tempo em que proporciona um aumento no fluxo de genes entre plantas, diversificando-as, com resultados notavelmente favoráveis (Malerbo e Nogueira-Couto, 1990).



**Figura 1.** Desenho da flor de siratro (*Macropodium atropurpureum* Urb.)

Na revisão de literatura realizada, não foi localizada nenhuma referência bibliográfica sobre polinização em siratro. As comparações feitas foram baseadas na família das leguminosas.

Algumas Fabaceae de flores grandes são visitadas quase exclusivamente por abelhas também grandes como *Xylocopa*, *Apis*, *Centris* e *Bombus*. *Centrosema*, *Canavalia*, *Vigna* e *Harpalice* são polinizadas principalmente por *Xylocopa* (Van der Pijl, 1954; Arroyo, 1981, Gottsberger e Silberbauer-Gottsberger, 1988). Muitas Fabaceae de flores menores de regiões tropical e temperada são polinizadas por uma ampla variedade de espécies de abelhas (Batia, 1967). Em *Erythrina* e *Mucuna* (ambas Phaseolae), as flores polinizadas por pássaros e morcegos evoluíram de ancestrais polinizadas pelas abelhas. *Centrosema* (Phaseolae) e alguns outros poucos gêneros são polinizados por pássaros (Arroyo, 1981). Morcegos funcionam como agentes polinizadores em algumas espécies de leguminosas, conforme descrito por Proctor e Yeo (1972) e Proctor et al. (1996).

As leguminosas da família Fabaceae, especialmente *Phaseolus vulgaris* (feijão), são cleistogâmicas, os índices de autofecundação são elevados e, geralmente, maiores do que 90% em inúmeros trabalhos realizados em toda a América,

incluindo o Brasil. Em cultura de soja, mesmo que seja considerada autopolinizável e não se beneficie pela presença de insetos (Morse e Cartter, 1937; Rubis, 1970), autores como Erickson (1975) e McGregor (1976) constataram que muitas variedades apresentaram incremento na produção, quando foram visitadas pelas abelhas. Estudos efetuados por Erickson (1975) mostraram que as abelhas podem aumentar a produção de soja em até 20%, quando comparadas áreas cobertas com e sem abelhas, por aumentar o número de vagens, mas o número de sementes/vagens e o peso das sementes não sofreram alteração.

Devido à importância das leguminosas e ao pouco estudo sobre polinização em siratro, o objetivo desse trabalho foi avaliar aspectos da biologia floral e polinização nesta planta.

### Material e métodos

O trabalho foi realizado no campus da Universidade Estadual de Maringá, Estado do Paraná, no município de Maringá, Brasil, localizado à latitude de 23° 55' S, longitude de 51° 57' W, altitude de 542 m, precipitação média de 1677 mm anual, com temperatura média anual de 22°C, onde o siratro cresce de forma abundante. O período experimental foi de março de 1999 a agosto de 2000.

Foram realizados experimentos com dois tratamentos, um com flores descobertas e outro com flores cobertas com tecido de voile, sendo marcados 100 botões para cada tratamento, devidamente etiquetados. Para estudar o ciclo da flor, foram feitas observações no início do dia e anotando a data do murchamento a fim de estabelecer o período de antese até sua frutificação para posteriormente analisar sua produtividade. A antese é a fase da reprodução vegetal que se inicia com a abertura do botão floral. Nesta fase, a extremidade do vexilo encontra-se ligeiramente afastada da extremidade da carena, porém não oferece possibilidade de acesso a nenhum agente polinizador (Almeida, 1986).

O período de receptividade do estigma foi realizado coletando-se 20 flores, logo após sua abertura, de duas em duas horas das 8h até as 16h, nos dois tratamentos, com cinco repetições no tempo. Após a coleta, as flores foram dissecadas e os seus estigmas mergulhados em placa de Petri contendo água oxigenada 20 volumes. Os estigmas foram considerados receptivos aos grãos de pólen quando ocorria o desprendimento de bolhas e apresentava aspecto umectante (King, 1960).

Para averiguar a viabilidade dos grãos de pólen, ou seja, saber se o mesmo está vivo ou não, foi utilizado o corante carmim acético sobre lâminas

contendo 500 grãos de pólen coletados de flores recém-deiscentes às 8h, 10h, 12h, 14h e 16h, com quatro repetições no tempo, para posterior observação através da microscopia óptica (Dafni, 1992). Grãos de pólen encontrados nos pêlos de abelhas visitantes também foram analisados da mesma forma. Os grãos de pólen eram considerados viáveis quando se coravam com carmim acético.

Para verificação da germinação, 171 sementes foram coletadas de frutos recém-amadurecidos obtidos nos tratamentos coberto (70 sementes) e descoberto (101 sementes) e colocadas em placas de Petri, contendo filtro de papel e água destilada, com a temperatura e umidade controladas em câmara climatizada. As sementes foram distribuídas nas placas de Petri com três repetições para cada tratamento (20, 25 e 25 sementes no coberto e 34, 40 e 27 sementes, no descoberto). Os dados de germinação das sementes foram analisados utilizando o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. O comprimento das vagens (cm) e a produção de sementes por vagem também foram avaliados e submetidos à análise estatística.

Os insetos visitantes foram coletados com o auxílio de uma rede entomológica e sacrificados em câmara de éter. Em seguida, foram montados em alfinetes entomológicos número um e devidamente etiquetados para posterior identificação. A frequência dos visitantes foi realizada por três participantes, cada um observando três flores, durante os primeiros 10 minutos de cada horário, das 8h às 16h, com quatro repetições no tempo. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado e os dados foram submetidos à análise de variância.

## Resultados e discussão

Em 1999, de um total de 108 flores cobertas, 44,4% frutificaram, enquanto que no tratamento descoberto, 87,3% frutificaram entre 55 flores marcadas. Isso significa que a ação dos insetos polinizadores aumentou em 96,62% a taxa de frutificação, demonstrando que, apesar de ser uma planta com autofecundação, a polinização cruzada exerce um papel fundamental no processo reprodutivo desta planta. No siratro, esse mecanismo é desencadeado na falta do agente polinizador. Nesse mesmo ano, as abelhas *Apis mellifera* não foram vistas nas flores de siratro, porém as do gênero *Euglossa* foram vistas com frequência.

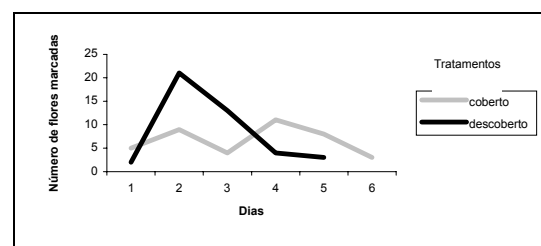
O período de antese e o comprimento das vagens apresentaram diferenças ( $P=0,0001$ ) entre os tratamentos, entretanto, em relação à produção de sementes por vagem, os tratamentos apresentaram

resultados semelhantes ( $P=0,7005$ ). O horário de abertura das flores ocorria por volta das 9h e o pico de visitação pelos insetos ocorria às 11h. As médias do período de antese foram  $3,56 \pm 1,40$  dias e  $2,48 \pm 0,83$  dias, para os tratamentos coberto e descoberto, respectivamente. A produção de sementes foi de  $7,83 \pm 1,07$  e  $7,94 \pm 1,05$  sementes por vagem, nos tratamentos coberto e descoberto, respectivamente. O comprimento médio das vagens foi de  $11,15 \pm 3,14$  cm no coberto  $8,62 \pm 3,72$  cm no tratamento descoberto (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valores de F com sua respectiva probabilidade (P), coeficiente de variação(CV), médias do período de antese (dias), comprimento das vagens (cm) e produção de sementes por vagem (*Macropitilium atropurpureum* Urb.), no Câmpus da Universidade Estadual de Maringá-PR de março a junho de 2000

Fontes de Variação	Período de antese (dias)	Comprimento das vagens (cm)	Produção de sementes por vagem
Tratamentos	17,55 $P=0,0001$	9,94 $P=0,0023$	0,15 $P=0,7005$
CV (%)	37,84	35,65	13,42
Médias Coberto	$3,56 \pm 1,40$	$11,15 \pm 3,14$	$7,83 \pm 1,07$
Descoberto	$2,48 \pm 0,83$	$8,62 \pm 3,72$	$7,94 \pm 1,05$

Pode-se observar na Figura 2 que no tratamento coberto o período de antese foi maior. Provavelmente a planta, mesmo possuindo autofecundação, retarda esse processo para que ocorra a polinização cruzada, justificando a importância de agentes polinizadores para essa leguminosa. Inúmeros trabalhos realizados em toda a América, inclusive no Brasil, apresentaram elevados índices de autofecundação em leguminosas. Royer (1999) encontrou, em Maringá, Estado do Paraná, índices de fecundação cruzada, inferiores a 2%, durante o verão, para *Phaseolus vulgaris*.



**Figura 2.** Período de antese das flores de siratro (*M. atropurpureum* Urb.) nos tratamentos coberto e descoberto

Segundo Faegri e Van der Pijl (1979), a antese só ocorre quando anteras e estigma ficam expostos aos agentes polinizadores, ou seja, pela abertura da flor ou pela exteriorização dos órgãos reprodutivos na flor fechada, de maneira que fiquem expostos ao mesmo agente. Em *Crotalaria mucronata*, embora a polinização ocorra na flor fechada, por conseguinte

uma cleistogamia, pode-se afirmar que ocorre antes, uma vez que os órgãos reprodutores podem ser exteriorizados por algumas abelhas, como o fazem *X. ordinaria* e *A. mellifera* (Almeida, 1986). Mecanismo semelhante ocorre quando as flores de siratro foram expostas a seus agentes visitantes. Em controvérsia, Frankel e Galun (1977) citam que, em grande número de *Leguminosae* cultivada apesar das flores apresentarem-se claramente como do tipo entomófilo, a polinização da flor ainda em botão é comum.

O teste de receptividade indicou que 76,9% dos botões e 91,95% das flores abertas estavam com o estigma receptivo aos grãos de pólen, durante todo tempo de abertura das flores. Segundo King (1960) a presença da enzima peroxidase reflete a receptividade do estigma.

A viabilidade dos grãos de pólen foi de 100% ao longo do dia ficando o estigma receptivo aos grãos de pólen e estes viáveis para fecundação, resultando em uma polinização eficiente em qualquer hora do período.

Quando os insetos visitam as flores em busca de néctar, os grãos de pólen ficam aderidos a seus corpos e são levados, por sua vez, ao estigma das flores. Conseqüentemente, as flores receberão o pólen aderido ao corpo do visitante ocorrendo, assim, a fertilização cruzada. Dessa maneira, na natureza, as flores embora sendo de autopolinização, recebem normalmente pólen de outras flores através dos insetos visitantes (Almeida, 1986).

*Apis mellifera* e *Xilocopa ordinaria* são especificamente os visitantes das flores de *Crotalaria mucronata*, que, ao pousarem na flor em busca de alimento, provocam a exteriorização do estigma, sob a forma de êmbolo, a cada visita que realizam, ocasionando conseqüentemente, a liberação do pólen, que por sua vez fica aderido, em grande parte a seus corpos. Dessa forma, apesar de já estar polinizada, a flor recebe pólen de outras flores (Almeida, 1986).

Quanto às abelhas visitantes em flores de siratro, foram encontradas: *Apis mellifera* (4%); *Trigona spinipes* (24%); *Bombus morio* (8%); *Euglossa* sp (20%); duas espécies de Megachilidae (12%); *Pseudaugochloropsis graminea* (8%); *Oxaea flavescens* Klug (12%); *Centris* sp (4%) e duas espécies de Halictidae (8%).

Para retirar o néctar do nectário intrafloral, é necessário que o inseto visitante abaixe o vexilo, para possibilitar a introdução da probóscide, até alcançar o néctar. Essa morfologia da flor implica uma seleção de insetos e mostra haver uma relação entre flor e polinizador. Assim, verifica-se que cada parte

da flor desempenha importante papel, direta ou indiretamente, no mecanismo da polinização. Nas flores de siratro, a maioria das abelhas visitantes provocavam a exteriorização do estigma, quando pousavam nas flores, com exceção das abelhas *Trigona spinipes*, que danificavam as flores do siratro, uma vez que perfuravam a parte externa do nectário, evitando muitas vezes o contato com os grãos de pólen. Essas mesmas abelhas não danificavam nem as flores de melancia (*Citrullus lanatus* Thunb)-Cucurbitaceae, segundo Malerbo-Souza et al. (1999), nem as flores de abóbora menina brasileira (*Cucurbita mixta*), em estudo realizado por Peraro (1997).

Observou-se que as fêmeas das espécies encontradas, visitando as flores, coletavam néctar e pólen, enquanto que na identificação das abelhas foi observada a presença de grãos de pólen aderidos ao corpo dos machos, provavelmente à espera de fêmeas para reprodução. As abelhas das famílias Apidae, Halictidae e Megachilidae foram eficientes na polinização. As do gênero *Euglossa* (Figura 3) são as principais abelhas que, ao irem à coleta do néctar, ativam o mecanismo floral tendo contato direto com o pólen. Algumas Fabaceae de flores grandes são visitadas quase que exclusivamente por abelhas também grandes como, *Xylocopa*, *Apis*, *Centris* e *Bombus*. Segundo Batia (1967), as de flores pequenas, em regiões tropicais e temperada são polinizadas por uma ampla variedade de espécies de abelhas. Já o siratro (*M. atropurpureum* Urb.), pode-se dizer que possui flores de tamanho médio e seu principal visitante é *Euglossini*.



Figura 3. *Euglossa* sp visitando a flor de siratro (*Macropitilium atropurpureum* Urb.)

Pode-se ressaltar que houve uma grande diversidade de abelhas que visitaram as flores de siratro, pois das seis famílias de abelhas que ocorrem no Brasil, foram encontradas cinco delas: Apidae (56%), Megachilidae (12%), Halictidae (16%),

Andrenidae (12%) e Anthophoridae (4%), demonstrando que as flores de siratro são importantes fontes de pólen e néctar para esses insetos que, por sua vez, contribuem para a polinização dessa planta.

Na Tabela 2 são apresentados os dados médios da taxa de germinação (%) de sementes de siratro (*M. atropurpureum*) após três, sete e oito dias.

**Tabela 2.** Taxa de germinação das sementes de siratro (*M. atropurpureum* Urb.) após três, sete e oito dias obtidas nos tratamentos descoberto e coberto no Câmpus Universitário da Universidade Estadual de Maringá - PR, no período de março a junho de 2000

Tratamento	Após 3 dias	Após 7 dias	Após 8 dias	Total
Descoberto	14,85%	15,83%	19,80%	50,49%
Coberto	17,14%	18,57%	21,43%	57,14%

No ano de 2000 (Tabela 2), as porcentagens de germinação das sementes de siratro não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos em nenhum dia. Provavelmente isso ocorreu pelo baixo número de repetições realizadas em virtude do baixo número de sementes obtidas. A maior porcentagem de germinação no tratamento coberto em 2000 se deve ao fato de que este era protegido com tecido voile, enquanto que no tratamento descoberto muitas vagens e sementes foram perdidas por ação de insetos pragas.

Robacker *et al.* (1982), trabalhando com atratividade das flores de soja para abelhas, comprovaram que vários fatores ambientais afetam esta atratividade através de seus efeitos sobre as características florais.

A flor de siratro é uma importante fonte de pólen e néctar para muitas espécies de abelhas que ocorrem no Brasil, ressaltando que das seis famílias ocorrentes, cinco foram encontradas visitando a flor. Portanto, mais estudos devem ser realizados com o intuito de entender melhor o comportamento dos insetos visitantes dessa planta fornecedora de pólen e néctar, assim como sua biologia floral.

**Referências**

ALMEIDA, E.C. Biologia floral e mecanismo de reprodução em *Crotalaria mucronata* Desv. *Revista Ceres*, Viçosa, v.33, n.190, p.528-540, 1986.  
 ARROYO, M.T.K. Breeding systems and pollination biology in Leguminosae. In: POLHIL, R.M.; RAVEN, P.H. *Advances in legume systematics*. Kew: Royal Botanic Gardens, Part 2, 1981. p.723-769.  
 BATIA, S.W.T. Crop pollination and the flower relationships of the wild bees of Ludhiana, India

(Hymenoptera: Apoidea). *J. Kans. Entomol. Soc.*, Lawrence, v.40, p.77-164, 1967.  
 DAFNI, A. *Pollination ecology: a practical approach*. New York: Oxford University Press, 1992.  
 ERICKSON, E.H. Variability of floral characteristics influences honey bee visitation to soybean blossoms. *Crop Sci.*, Madison, v.15, p.767-771, 1975.  
 FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. *The principles of pollination ecology*. 3.ed. Oxford: Pergamon Press, 1979.  
 FRANKEL, T.; GALUN, E. *Pollination mechanisms, reproduction and plant breeding*. Berlin: Springer-Verlag, 1977.  
 GOTTSBERGER, G.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. Evolution of flower structures and pollination in Neotropical Cassiinae (Caesalpinaceae) species. *Phyton*, Horn, v.28, p.293-320, 1988.  
 KING, J.R. The peroxidase reaction as an indicator of pollen viability. *Stain Technol.*, Baltimore, v.36, p.225-227, 1960.  
 MALERBO, D.T.S.; NOGUEIRA-COUTO, R.H. Abelhas no algodão. *Revista Brasileira de Apicultura*, Rio de Janeiro, v.7, n.38, p.24-26, 1990.  
 MALERBO-SOUZA, D.T. *et al.* Importância dos insetos na produção de melancia (*Citrullus lanatus* Thunb.) - Cucurbitaceae. *Acta Scientiarum*, Maringá, v.21, n.3, p.579-583, 1999.  
 MCGREGOR, S.E. *Insect pollination of cultivated crop plants*. Washington: Usda. (Agriculture Handbook, 496), 1976.  
 MORSE, R.A.; CARTTER, J.L. Improvement in soybeans. *Yb. U.S. Dep. Agric.*, p.1154-1159, 1937.  
 PERARO, D.T. *Polinização entomófila em abóbora-menina precoce (Cucurbita mixta)*. 1997. Monografia (Trabalho de Graduação) - Faculdade de Agronomia Dr. Francisco Maeda, Ituverava, 1997.  
 PROCTOR, M.; YEO, P. *The pollination of flowers*. New York: Taplinger Publishing Company, 1972.  
 PROCTOR, M. *et al.* *The natural history of pollination*. London: Harper Collins Publishers, 1996.  
 PUPO, N.I.H. *Manual de pastagens e forrageiras*. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1979.  
 ROBACKER, D.C. *et al.* Why soybean attract honey bees? *Am. Bee J.*, Hamilton, v.122, n.7, p.481-485, 1982.  
 ROYER, M. *Índices de fecundação cruzada, conforme espaçamento no plantio, em Phaseolus vulgaris*. 1999. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1999.  
 RUBIS, D.D. Breeding insect pollinated crops. *Arkansas Agricultural Extension Service*, v.127, p.19-24, 1970.  
 VAN DER PIJL, L. Xylocopa and flowers in the tropics. I - III. *Proc. K. Ned. Akad. Wet. C*, Amsterdam, v.57, p.413-23, 541-562, 1954.

Received on August 14, 2001.  
 Accepted on March 12, 2002.