

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

EFEITO POLINIZADOR DE *Apis mellifera* EM FLORES DE
Brassica napus L. (HYOLA 432) E POTENCIAL PRODUTOR DE
SEMENTES, NO SUL DO BRASIL.

Annelise de Souza Rosa
Orientadora: Dra. Betina Blochtein

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
PORTO ALEGRE – RS - BRASIL
2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
APRESENTAÇÃO.....	8
CAPÍTULO 1	9
<i>Apis mellifera</i> (Hymenoptera: Apidae) foraging and potential pollinator related to the anthesis phenophases in <i>Brassica napus</i> (cv. Hyola 432) (Brassicaceae), in Três de Maio city, RS, Brazil.	10
CAPÍTULO 2	33
Polinização de canola por abelhas melíferas e potencial produtor de sementes no sul do Brasil.	31
CONCLUSÕES GERAIS	52
ANEXOS	53

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a todas as pessoas que, de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho, especialmente...

Aos Professores da PUCRS que contribuíram para a realização desta pesquisa, especialmente à Profa. Dra. Betina Blochtein por ter aceitado me orientar, pelas críticas e ensinamentos relacionados aos trabalhos desenvolvidos. Agradeço ao Prof. Dr. João Feliz pelo auxílio na escolha dos testes estatísticos a serem aplicados aos dados obtidos no trabalho. Agradeço também ao Prof. Dr. Leandro Astarita pelo auxílio na preparação de material para análise de pólen.

Ao Dr. Nídio Barni pelo auxílio na escolha do cultivo estudado.

Ao Dr. Gilberto Tomm pela recomendação da área de estudo onde foi realizada a pesquisa.

Aos professores Marcos Garrafa, Valdir Benedetti e Dalziro Valdameri pela permissão da realização dos trabalhos de campo na Sociedade Educacional Três de Maio (SETREM). Agradeço infinitamente às demais pessoas dessa mesma instituição pela excelente estadia e hospitalidade, especialmente às gurias da cozinha (Angélica, Vânia e Chica), à Marli (artesanato), à Patrícia (secretaria) e aos motoristas (especialmente o Sr. Guido).

Agradeço imensamente a toda minha família, especialmente aos meus pais (Ione e Ronaldo). Um simples “obrigada” é muito pouco para agradecer a tudo o que eles fizeram e fazem por mim. Agradeço pelo carinho, apoio e compreensão em todas as etapas do meu trabalho. Saliento a minha imensa gratidão à minha mãe por ter me acompanhado e me auxiliado por várias vezes nas coletas de dados no campo. Minha gratidão também ao meu dindo (Getúlio) e à minha prima (Raquel) pelos constantes transportes até campo durante a minha iniciação científica que me proporcionaram experiência na área de pesquisa de polinização, e que agora refletiram no meu trabalho de mestrado.

Ao meu noivo (Lucas Fontana), que sempre esteve do meu lado, pelo amor, companheirismo e apoio em todos os momentos. Agradeço-o imensamente pela paciência e dedicação na edição das imagens para os meus manuscritos. Aos demais integrantes da Família Fontana pelo apoio e por proporcionar momentos de divertidas risadas.

À Andressa Paladini pela grande amizade, e por ter aceitado me acompanhar em diversas idas ao campo, mesmo sabendo que teria que pedalar 13km de chão batido com várias subidas e descidas para chegar até a lavoura de canola, se sujar de barro, ter que almoçar pão com sardinha e jantar galinha crua.

Minha gratidão ao Nadílson Ferreira pela parceria, por me acompanhar nas idas ao campo e pelas sugestões aos meus manuscritos. Agradeço também ao Diego Lima pelo auxílio nas coletas, na análise dos dados e pela ajuda na formatação de manuscritos.

À Sidia Witter, pelos seus valiosos e importantes ensinamentos, críticas e sugestões durante todo o desenvolvimento do meu trabalho.

À Letícia Lopes pelas imensas demonstrações de apoio desde as minhas pesquisas de iniciação científica, que refletiram de forma positiva no meu trabalho de mestrado.

Ao Ney Telles Ferreira Júnior pelo imenso auxílio na construção e instalação das armações de madeira para as coberturas dos tratamentos de polinização no campo.

À Daniela Loose Ferreira pela paciência relacionada aos constantes pedidos de revisão de leitura dos meus resumos, trabalhos e pelas valiosas sugestões na preparação dos manuscritos.

Aos demais amigos do laboratório, especialmente à Juliana Galaschi, pelos constantes abraços nos dias difíceis que antecederam à entrega da dissertação, e por me proporcionar diversos momentos “heavy metal”; à Bruna Ramos, Mariana “Z”aniol e Mateus Pavani pelos momentos de risadas e pela parceria rumo à academia; à Kátia Matiotti pelos momentos “fashion” do laboratório.

À minha professora de inglês (Maria Isabel de Araújo), pelos importantes ensinamentos na preparação para a prova de seleção do mestrado. À Profa. Gilka Ferreira pela revisão de manuscrito em inglês.

À PUCRS pela utilização da infra-estrutura que permitiu a realização dessa pesquisa.

Por fim, ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado.

RESUMO

Brassica napus L. é considerada autofértil, entretanto, estudos indicam que o forrageio de *Apis mellifera* L. eleva sua produtividade. Considerando-se a crescente importância da cultura no Rio Grande do Sul, avaliou-se o potencial polinizador de *A. mellifera* L. em flores de *B. napus* de acordo com as fenofases da antese e o incremento na produção através da indução de polinização. Os estágios da antese foram caracterizados e relacionados à receptividade do estigma e à viabilidade dos grãos de pólen. Paralelamente, o comportamento das abelhas nas flores foi acompanhado considerando-se as estruturas tocadas, os recursos coletados, o número de flores visitadas por planta, o tempo de permanência nas flores e a fidelidade floral. A frequência de visitas de insetos às flores foi registrada e relacionada ao desenvolvimento da cultura. A partir de testes de polinização (autogamia; visitação de insetos; polinização manual entre flores da mesma planta; polinização manual entre flores de plantas distintas) comparou-se a produtividade de siliquis e sementes. Dentre os insetos antófilos registrados Os Hymenoptera (92,35%) destacaram-se entre os insetos mais frequentes, dos quais 99,83% eram *A. mellifera*. Durante o forrageio as abelhas tocaram anteras e estigmas, visitaram entre 1-7 flores/planta, permaneceram nas flores de 1-43 segundos e carregaram exclusivamente grãos de pólen de *B. napus*. O período com potencial de polinização por *A. mellifera* ocorreu durante o segundo e terceiro estágios da antese e a relação entre a frequência dessas abelhas e o curso da floração foi significativamente positiva. A produtividade de sementes/planta elevou-se de 23,63% para 61,87% com indução de polinização. O forrageio das abelhas elevou a produtividade de *B. napus* e essa produção ainda poderia ser aumentada com o adensamento e manejo dirigido de abelhas na cultura durante o período de floração.

ABSTRACT

EFFECT POLLINATOR OF *Apis mellifera* ON FLOWERS OF *Brassica napus* L. (HYOLA 432) AND POTENTIAL SEED PRODUCER, IN SOUTHERN BRAZIL.

Brassica napus L. is considered self-fertile, although, studies indicate that the foraging from *Apis mellifera* L. increase its productivity. Considering the importance of the culture in Rio Grande do Sul, it was evaluated the pollinator potential of *A. mellifera* L. in *B. napus* flowers according to the anthesis phenophases and the increase in production through the pollination induction. The phases of anthesis were characterized and related to the stigma receptivity and the pollen grains viability. In parallel, the behavior of bees on flowers was followed considering the touched structures, the resources collected, the number of flowers visited by plant, the time of permanence on flowers and the floral fidelity. The frequency of insects visits to the flowers was registered and related to the development of the culture. From the pollination tests (autogamy; insects visits: handly pollination among flowers from the same plant: handly pollination among flowers from distinct plants) it was compared the productivity of siliquas and seeds. Including the visitors insects registered the Hymenoptera (92,35%) stood out among the most frequent insects, from which 99,83% were *A. mellifera*. During foraging the bees touched anthers and stigmas, visited among 1-7 flowers/plant, remained on the flowers for 1-43 seconds and carried only *B. napus* pollen grains. The period with potential of pollination by *A. mellifera* happened during the second and third phases of anthesis and the relation among the frequency of these bees and the flowering progress was significantly positive. The productivity of seeds/plant increased from 28,36% to 55,12% with pollination induction. Bees foraging increased the productivity of *B. napus*

and this production could still be increased with the rise and management of bees in the culture during the flowering period.

APRESENTAÇÃO

Brassica napus L., popularmente conhecida como canola, é um cultivo de inverno incorporado nos sistemas de produção de grãos no Sul do Brasil (Barni *et al.*, 1985; Tomm, 2007). Destaca-se como alternativa econômica pela produção de óleo apropriado para consumo humano (Cunha, 2007) e rentável para a produção de biodiesel (Tomm, 2007; Marjanovic-Jeromela *et al.*, 2008). A canola é considerada uma cultura autofértil (Free, 1993; Tomm, 2005). Entretanto, estudos indicam que os insetos, especialmente *Apis mellifera* L., através de seu comportamento de forrageio nas flores, podem elevar de forma significativa os índices de produtividade dessa cultura (McGrecor, 1976, Delaplane & Mayer, 2000; Sabbahi *et al.*, 2005; Abrol, 2007).

A presente pesquisa, relativa ao comportamento de forrageio de *A. mellifera* e ao incremento de produtividade de *B. napus* induzido por testes de polinização, é apresentada em dois capítulos. O primeiro trata das interações de *A. mellifera* com as flores de *B. napus* (cv. Hyola 432), de acordo com as fenofases da antese, objetivando verificar se essas abelhas possuem comportamento propício ao sucesso de polinização da cultivar em estudo, no Rio Grande do Sul. O segundo avalia os índices de incremento na produtividade de *B. napus* resultantes da atividade polinizadora de insetos, especialmente *A. mellifera*, e de testes de geitonogamia e xenogamia induzidos manualmente.

O capítulo 1 foi submetido como artigo à Revista Brasileira de Zoologia e o capítulo 2 será encaminhado como artigo à Pesquisa Agropecuária Brasileira.

CAPÍTULO 1

Apis mellifera (Hymenoptera: Apidae) foraging and potential pollinator related to the anthesis phenophases in *Brassica napus* (cv. Hyola 432) (Brassicaceae), in Três de Maio city, RS, Brazil.

Annelise de Souza Rosa ¹, Betina Blochtein¹, Nadilson Roberto Ferreira ¹
& Sídia Witter ²

¹ Departamento de Biodiversidade e Ecologia, Faculdade de Biociências, Laboratório de Entomologia. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Avenida Ipiranga, 6681, 90619-900, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

¹ annesouzar@gmail.com; ¹ betinabl@puers.br; ¹ nr.ferreira@uol.com.br

² Centro de Meteorologia Aplicada. Fundação Estadual de Pesquisa e Agropecuária. Rua Gonçalves Dias, 570 - Menino Deus, Porto Alegre 90130-060, Rio Grande do Sul, Brasil.

² sidia-witter@fepagro.rs.gov.br

ABSTRACT. *Brassica napus* Linnaeus (Brassicaceae) is considered a self fertile culture, however, studies show that bees foraging raises its productivity of seeds. Considering the need for increase seeds production and the growing importance of the culture in Brazil, it was evaluated the *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae) behavior in *B. napus* flowers and its potential pollinator according to the anthesis phenophases, in culture in RS. The anthesis phases were morphologically characterized and related to the stigma receptivity and the pollen grains viability. In parallel, the behavior of *A. mellifera* individuals in flowers was followed considering the touched structures, the resources collected, the number of flowers visited by plant and the time of permanence on the flowers. The floral fidelity was inferred analyzing the pollen load of bees collected in flowers. The results obtained show *A. mellifera* potential as pollinator agent during the second and third phase of *B. napus* anthesis. The efficiency of honey bees in the productivity of seeds will be determined in pollination treatments that are happening in the region.

KEY WORDS. Behavior; canola; honey bees; phenophases; pollination.

RESUMO. Forrageio de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) e potencial polinizador relacionado às fenofases da antese em *Brassica napus* (cv. Hyola 432) (Brassicaceae), em Três de Maio, RS, Brasil. *Brassica napus* Linnaeus (Brassicaceae) é considerada uma cultura auto fértil, entretanto, estudos indicam que o forrageio de abelhas eleva sua produtividade de sementes. Considerando-se a necessidade de aumento da produção de grãos e a crescente importância da cultura no Brasil, avaliou-se o comportamento de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae) em flores de *B. napus* e seu potencial polinizador de acordo com as fenofases da antese, em cultura no Rio Grande do Sul. Os estágios da antese foram caracterizados morfológicamente e relacionados à receptividade do estigma e à viabilidade dos grãos de pólen. Paralelamente, o comportamento de indivíduos de *A. mellifera* nas flores foi acompanhado considerando-se as estruturas tocadas, os recursos coletados, o número de flores visitadas por planta e o tempo de permanência nas flores. A fidelidade floral foi inferida analisando-se a carga polínica de abelhas coletadas em flores. Os resultados obtidos evidenciam potencial de *A. mellifera* como agente polinizador durante o segundo e terceiro estágios da antese de *B. napus*. A eficiência das abelhas domésticas na produtividade de sementes deverá ser determinada em tratamentos de polinização que estão em andamento na região.

PALAVRAS-CHAVE. Abelhas melíferas; canola; fenofases; forrageio; polinização.

The canola (Canadian oil low acid) is a genetically modified selection of colza, *Brassica napus* Linnaeus (Brassicaceae), developed in Canada. All over the world, this yearly herbal specie is the third most produced oleaginous plant and its biggest consumption takes place in developed countries (TOMM 2005). Growing interest is observed in canola oil as functional food due to its excellent fatty acids composition, with inferior index to 2% of erucic acid and 30 μM of glucosinolates and its crumb constitutes excellent proteic supplement (34 to 38%) in the production of fodder, food for pigs, sheep and birds (CUNHA 2007).

Besides these attributes, the high content of oil in its seeds (40 to 46%) (ALBUQUERQUE *et al.* 2007) condition it to production of biodiesel (ALBUQUERQUE 2006). Searching for the increase in the production of seeds in the world, with technologies that twangs to aspects related to the climate and vegetal nutrition, pollination is being gradually valued from studies that indicate its contribution in agricultural crops (IMPERATRIZ-FONSECA 2004). For the plants sexual reproduction to occur, viable pollen grains must be deposited on compatible and receptive stigmas. The efficiency of the transference of pollen grains determines in part, the reproductive success of specie (SCHLINDWEIN *et al.* 2005). In this process insects represent important vectors (BOTS & MARIANI 2005). Most vegetables from Brassicaceae, of commercial interest, are represented by hybrid whose production of seeds depends on the efficiency of the entomophilous pollination (SYAFARUDDIN *et al.* 2006).

The pollinated efficiency from the floral visitors insects is closely related to floral biology from the vegetal specie and to the behavior of foraging (FLORES & TRINDADE 2007). For a pollinator agent to be effective, it must represent the behavior of foraging that favors the pollen transportation from anthers to the flowers stigmas from the same plant or

from different target-specie (FREITAS & PAXTON 1996). In this context, pollination made by bees, besides contributing to the preservation of natural ecosystems, is one of the best alternatives to the increase of the crops productivity (D'ÁVILA & MARCHINI 2005) and conservation of its genic viability (EARDLEY *et al.* 2006).

Bees feed themselves almost exclusively from pollen and nectar (MASIEROWSKA 2003) need to visit a large amount of flowers to satisfy the needs of the hive (CORBET *et al.* 1991). *B. napus* flowers are extremely attractive to bees (ABROL 2007) and this high attractivity is related to the scent they exhale (MUSSURY & FERNANDES 2000) and to the abundant offer of food resources (WILLIAMS, 1980, MESQUIDA *et al.* 1988).

B. napus flowers are hermaphrodite, they have four sepals, four petals, four long stamens and two short stamens. They have four nectaries between each pair of long stamens and two in the internal part of the short stamens (FREE 1993, MUSSURY & FERNANDES 2000). These last ones secrete the biggest amount of nectar, with high sugar concentrations, and they present themselves more accessible to insects during the entire anthesis period (WILLIAMS 1980).

Although *B. napus* is considered to be a self fertile crop (TOMM 2005) and might be pollinated by the wind (GENE TECHNOLOGY REGULATOR 2002) the foraging made by bees raises its productivity rates (MCGRECOR 1976, DELAPLANE & MAYER 2000, SABBABI *et al.* 2005). Nevertheless, studies indicate that in *B. napus* the large part of floral visitors of the fauna insects is composed of honey bees, and BOTS & MARIANI (2005) emphasize the effectiveness of these bees on the transfer of pollen grains. In Georgia (USA), these insects represent about 63.8% of floral visitors (DELAPLANE & MAYER 2000) and in Brazil nearly 64% in Paraná (KOTAKA *et al.*, 2000) and 80.6% in São Paulo (ADEGAS & NOGUEIRA-COUTO 1992).

Considering the increase of grain production in the world and the growing importance of canola in Brazil, it is aimed to value the behavior of *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae) on *B. napus* flowers and its pollinator potential according to anthesis phenophases in crops of Rio Grande do Sul.

Material and methods

Study area

The study was carried out in 13 hectares of *B. napus* cultivar Hyola 432, belonging to the Sociedade Educacional Três de Maio (27°46'24''S 54°14'24''W) located 13 km from Três de Maio city, headquarters in RS, Brazil. Data collections were made during the months of July and August in 2007, during the crop's flowering. In this region of mild climate, the average temperature, rain and humidity reached respectively 14.6°C, 2.8mm e 74.6% in this period. Meteorological data were obtained from the Banco de Dados do Centro de Meteorologia Aplicada da Fundação Estadual e Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO).

Anthesis and stigma receptivity

The floral development was studied, marking with cord, at random, 80 floral buttons in pre-anthesis from 10 plants and, each day 20 flowers were collected and analysed. It was considered as anthesis the definition proposed by FAEGRI & PIJL (1979), that corresponds to

the period between the blossoming of the flower and the beginning of the stamen and pistil senescence.

From the marked flowers, anthesis phases were characterized according to the petals appearance, stamen position, dehiscence and availability of grains of pollen on the anthers, color and secretion of stigma, and with the help of a digital parking meter, the height of the pistil. Later the results were adapted according to the phases defined by BOTS & MARIANI (2005) (table 1).

Table I. Stages of *Brassica napus* floral development proposed by BOTS & MARIANI (2005).

Phase	Description
1	Flowers with dehisced anthers and a partially opened corolla.
2	Flowers were approximately 24 hours older than stage 1. The corolla had fully opened.
3	Flowers were approximately 48 hours older than stage 1. The corolla ends were located below the level of attachment to the flower.
4	Flowers were approximately 72 hours older than stage 1. In these flowers the corolla started to senesce.

The stigma receptivity was verified, marking with cord, at random, 80 floral buttons in pre-anthesis from 10 plants. Taking these buttons, 20 flowers were daily collected and submitted to the stigma receptivity test. For that, the style of each flower was taken out, with the help of tweezers, and its end was immersed in a drop of hydrogen peroxide solution (3%) disposed on a histological glass. Under the stereoscopic microscope was verified the formation of bubbles, indicating receptive stigma (DAFNI 1992).

Interactions between bees and flowers

The interactions between bees and flowers were studied in conditions of temperature higher than 12° C, from observations of behavior from 206 *A. mellifera* individuals in *B. napus* flowers, during seven days between 24/07/2007 and 22/08/2007.

Each day were registered, in three periods of 30 minutes, at 12.30 p.m., 2.30 p.m. and 4.30 p.m.: (i) the contact of the bees with anthers and stigmas, (ii) resources collected (nectar and/or pollen), (iii) the number of flowers visited in each plant (iv) and the time of permanence in the flowers.

The pollen kinds carried by *A. mellifera* were evaluated from 25 individuals with stored pollen in the corbiculas, collected directly from the flowers in the following days; 25/07, 01/08 and 25/08/2007, in three different hours (12 o'clock, 2 p.m. and 4 p.m.), with the help of a entomological net put individually in glasses with ethyl acetate. In order to homogenize the samples, the pollen load of one of the corbiculas from each individual was dissolved in 70% alcohol. Later, laminas with glycerin jelly were prepared (LOUVEAUX *et al.* 1978) and 1000 pollen grains of each sample were analysed under optical microscope, and the percentual of pollen from *B. napus* was calculated.

Viability of pollen grains

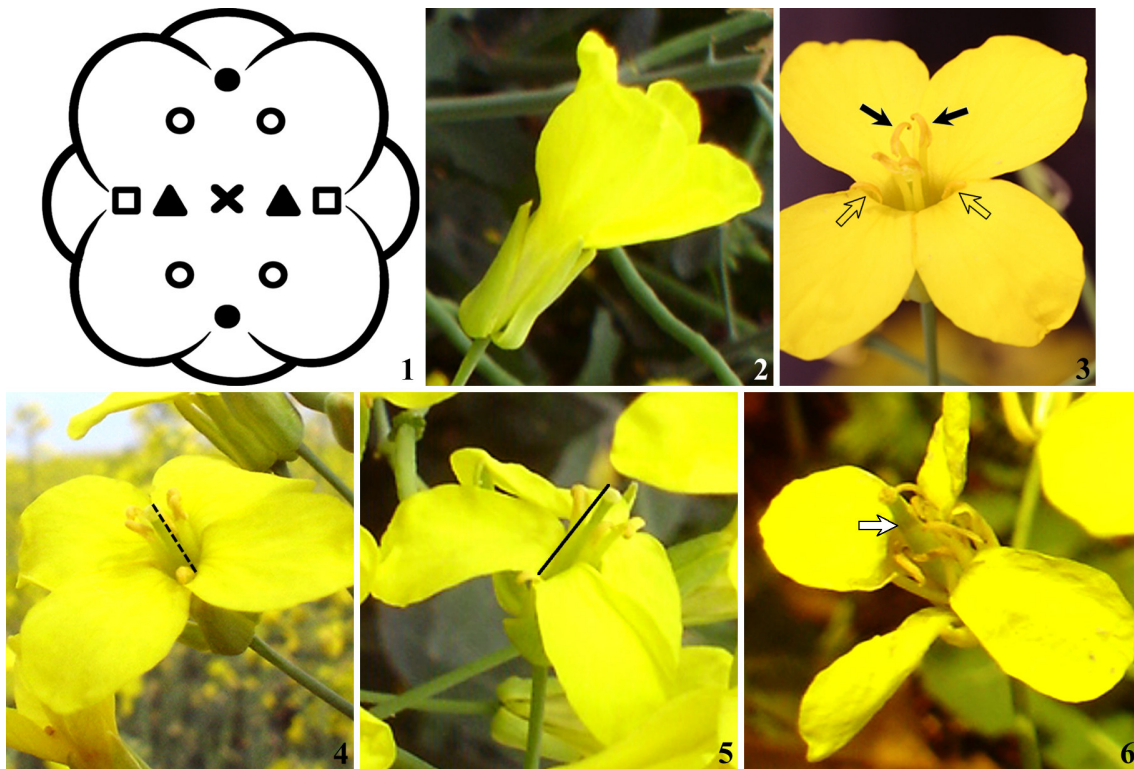
According to the flower age, it was verified the presence of cytoplasmatic content from the contrast of pollen grains with a solution of carmine acetic (DAFNI 1992). For this 45 floral buttons were marked from 10 plants chosen at random, and daily, 15 flowers were collected from the beginning of the anthesis, The samples were individually packed in paper envelopes and kept in a refrigerated chamber (3° to 5°C). Later on, the pollen grains of each sample were put on a histological glass and soaked with carmine acetic 2%. Soon after, under optical microscope, it was counted nearly 1000 grains distinguishing the pollen grains with and without cytoplasmatic content.

The germination rate from the pollen grains was estimated according to the age of the flower, from 42 floral buttons originated from 10 plants chosen at random. In this case, from the beginning of the anthesis, 14 flowers were daily collected and analysed: two anthers of each one were put in Eppendorf, in culture medium of 100µl (PGM: 0.01% H₃BO₃, 0.07% CaCl 2H₂O, 3.0% PEG 6000 e 20% de sacarose) for the germination of the pollen and identified according to collection date, anthesis phase and time of culture. After 2 hours and 4 hours of culture (seven flowers for each time) the samples were fixed with formaldehyde (0.87%). Afterwards each sample was prepared in a histological glass and, with the help of an optical microscope, were counted 1000 pollen grains writing down the number of grains germinated or non-germinated.

Results

Anthesis and stigma receptivity

B. napus flowers (Figs. 1-6) remained open and vigorous for about 3 days, and according to the conditions that they presented during their morphophysiological development, were characterized in five phases of anthesis (table II e Figs. 2-6).



Figures 1-6. Flowers of *B. napus*: (1) scheme of the reproductive elements of a flower; (x) stigma, (filled circles) nectaries between the pair of long stamens, (empty circles) long stamens, (triangles) nectaries in the inner part of the short stamens, (squares) short stamens. Anthesis phases: (2) first phase; (3) second phase (filled arrows indicate the long stamens and empty arrows the short stamens); (4) third phase (dashed lines points out the pistil growing with stigma below the stamens); (5) fourth phase (line indicate the pistil growing and stigma reaching the height of stamens); (6) fifth phase (white arrow points out the pistil higher than anthers).

Table II. Anthesis phases in *B. napus* (cv. Hyola 432) flowers. (+) receptive; (-) not receptive.

Phase	Corolla	Pistil (mm) (\bar{x} ; sd)	Stigma	Long stamens (4)	Short stamens (2)	Availability of pollen	Nectaries between the long stamens	Nectaries between the short stamens
1°	Partially opened	6,84; 0,30	-	Above the stigma, bent to the inner part	Below the stigma, bent to the outside	High	Hidden	Accessible
2°	Fully opened	6,84; 0,31	+	Above the stigma, bent to the outside	Below the stigma, bent to the outside	High	Partially hidden	Accessible
3°	Beggining of the senescence	7,99; 0,46	+	Above the stigma, bent to the outside	Below the stigma, bent to the outside	High	Accessible	Accessible
4°	Senescence	8,25; 0,65	-	Same height the stigma, bent to the outside	Below the stigma, bent to the outside	Low	Accessible	Accessible
5°	Falling	10,73; 0,81	-	Below the stigma	Below the stigma	None	Accessible	Accessible

The dehiscence of the anthers from the six stamens happens in the pre-anthesis. In that way, it is already observed the availability of pollen when the flower blossoms. However, the stigma is not receptive yet. Its structure presents this condition in the second and third phase of anthesis (table 2), and it is verified the presence of dry secretion on the stigmatic surface. When the stigma is no more receptive, this secretion dries, making it to change the color, from yellow to dark beige. The two short stamens release the pollen grains below the stigma during all the anthesis period and the four long stamens release the grains above this one until the third phase, since, in the fourth phase the stigma reaches the height of the stamen. Following this phase the formation process of siliques is begun.

Interactions between bees and flowers

Along the *B. napus* flowering period the honey bees intensively forage their flowers looking for food resources. In all the visits, they touched their anthers and stigma.

In the majority of visited flowers (89.3%), nectar was the resource most looked for, being actively collected during the three evaluated periods. It was verified that the bees looked for this reward, preferably in the nectaries situated in the internal part of the short stamens, which presented themselves more accessible to them during all the anthesis period (Fig. 7).



Figure 7. *A. mellifera* collecting nectar in nectary in the internal part of the short stamen in *B. napus* flower.

In the first hour of observation, the bees looked for both resources in a same flower (6.04%) and collected pollen actively (4.65%), being this last one behavior also verified in other periods, however, just sporadically (Fig. 8). In the hours that there was no active pollen collection, this resource was obtained passively during the dislocation of the bees in the flowers. However, along the time of visit to the flowers, the bees stored large amounts of pollen in the corbiculas (Fig. 9).

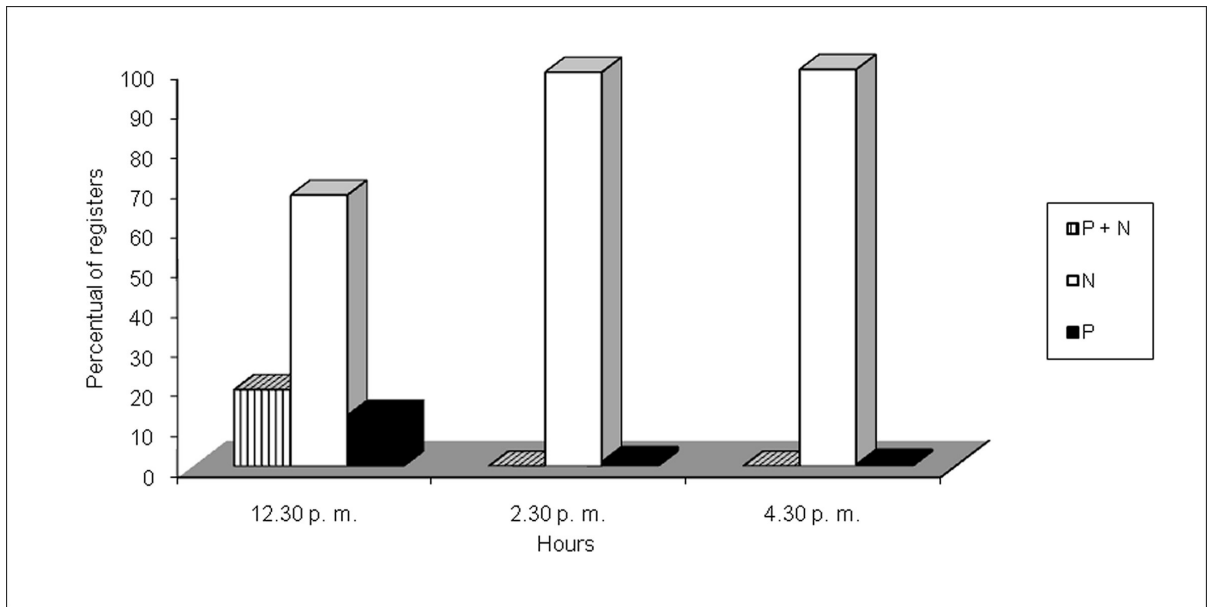


Figure 8. Collected resources by *A. mellifera* in visits to *B. napus* (cv. Hyola 432) flowers de. P= pollen; N= nectar.



Figure 9. *A. mellifera* with pollen load in their corbiculas.

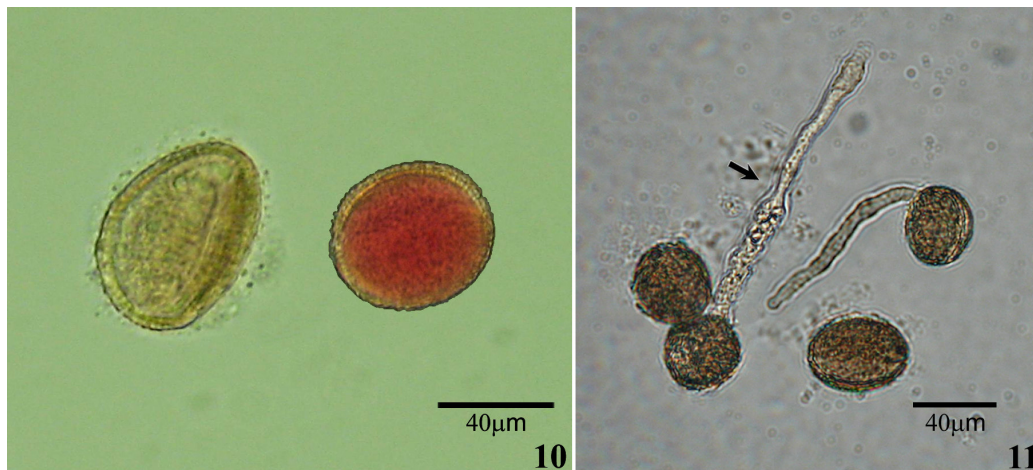
During foraging, the bees visited among 1-7 flowers/plant ($\bar{x} = 2.02$; $sd = 1.16$) and their time of permanence in one flower varied from 1 to 43 seconds ($\bar{x} = 3.29$; $sd = 2.36$). In those, they stayed for a period longer than 10 seconds, it was observed pollen discard behavior stuck to the body ($n = 8$) hanging in the flowers, agitating themselves, until they get rid of the excess of pollen load.

The analysis of the pollen load stored in the corbiculas showed that the bees carried exclusively *B. napus* pollen.

Viability of pollen grains

As the anthesis takes place in this cultivar, visibly occurred a decrease in the amount of pollen grains, especially from the flowers of phase 4, a fact that happened from the senescence process and also from the intense bees visitation in search of food resources.

From the analysis of the cytoplasmatic content (Fig. 10) and of the potential germination (Fig.11) from the pollen grains it was observed that the medium percentual of viability decreased in the first and last hours of anthesis, especially in the first test. It was verified that the grains kept some viability for about 72 hours. (Fig.12).



Figures 10-11. Pollen grains. (10) grains contrasted with acetic carmine (to the left grain without cytoplasmatic content and to the right with cytoplasmatic content); (11) grains in culture medium (arrow indicate germinated pollen tube).

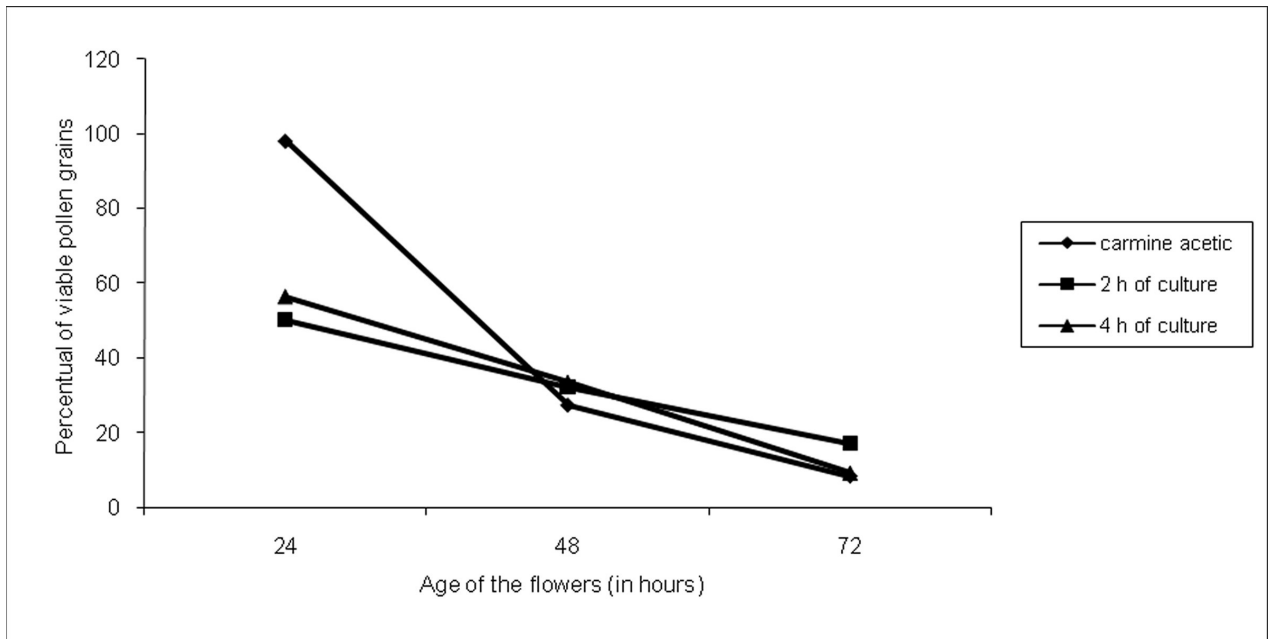


Figure 12. Percentual of viability of *B. napus* (cv. Hyola 432) pollen grains according to the flower age, in three tests made.

Discussion

Anthesis and stigma receptivity

The morphophysiological development of the flowers show that from two short stamens the probability of autopollination occurrence is limited, since these stamen release pollen grains below the stigma during the entire anthesis period. From the four long stamens, there would be self pollination probability only in the first phase of the anthesis, once the stamens are above the stigma and bent to the inner part. However, at this moment, its structure is not receptive. The stigma presents this condition in the second and third phases, periods where the four long stamens are above this and bent to the outside. In this

way, coinciding with the high disponibility of pollen, the flower morphology favors the crossed pollination. This indicates that, in these two phases the action of the pollinators agents is required. The crossed pollination can be made by bees looking for food resources in the flowers, or even by pollen transportation by the wind (BOTS & MARIANI 2005). The possibility of pollination was not feasible from the fourth anthesis phase, because the stigma is not receptive any more.

Different results were found in tests developed by MUSSURY & FERNANDES (2000) in Dourados, MS, with cultivar CTC-4 and by DELAPLANE & MAYER (2000) in Georgia, USA, where it was found that when the flower opens, the stigma is receptive, but anthers are still not dehisced. These last authors state that the behavior and the morphology of flowers stimulate first, the crossed pollination and, later the self pollination. In contrast with these results, ABROL (2007) states that the majority of the *Brassica* species are self incompatible until a certain point, but this varies according to the specie with cultivar and with the age of the plant. It is suggested the existence of genetic variability of the specie, there are possibilities of improvement and selection of cultivars that promote better conditions for the pollination with consequent increase in seeds production. These differences can also be related to distinct climate conditions in the regions of study.

Interactions between bees and flowers

Favoring the crossed pollination, in all visits to the flowers the bees touched their anthers and stigma due to the size of their body being compatible with the size of the flower and to their landing behavior and movement on it. Bees and *Brassica* flowers are mutually adapted to one another. As these insects put the head into the flower to suck the nectar, the

body hair touch the anthers and stick to the pollen grains. When they fly to another flower, the grains unfasten and fall over the stigma, which favors the cross pollination (ABROL 2007).

The preference of the bees for the nectar collection coincide with the results obtained by WILLIAMS (1980) & ADEGAS & NOGUEIRA-COUTO (1992), where they found active collection of this resource during the entire day. The results from this study are stressed by WILLIAMS (1980), where he states that bees benefit more from internal nectaries, because, beside being more accessible, they secrete a large amount of nectar and have large concentration of sugar. It still reinforces the low percentual for the active collection of pollen, stating that during foraging in *B. napus* culture, the bees never looked exclusively for this resource.

As stated by THORP (2000), during the passive pollen collection, in the displacement among the flowers, sometimes the body of the bees becomes overworked. This author states that, in these cases, these insects present discard behavior from the excess of pollen aiming becoming lighter for their flight activities. WILLIAMS (1980) observed the same discard behavior. In contrast with the results obtained in this study, ADEGAS & NOGUEIRA-COUTO (1992) verified active pollen collection with longer time of permanence in the flowers ($\bar{x} = 21s$; $sd = 14s$) instead of grains discard. In the bees that were observed, the despised pollen represents low percentual (1.2%), therefore, the contact with anthers and stigmas, the visit to few flowers/plant and the short permanence the flowers, favor cross pollination. KOTAKA *et al.* (2000) add short permanence time of *A. mellifera* in the flowers ($\bar{x} = 4.9 s$; $sd = 2.0$) reinforcing that, for being fast and abundant, benefits cross pollination.

The composition of the bees pollen load is essential to verify their foraging habits and, analyzing the pollen content found in their corbiculas one can infer their efficiency as pollinators of certain species of plants (WITTMANN & SCHLINDWEIN 1995). The full constancy of *A. mellifera* to the target-specie, in this case, *B. napus*, can be justified by the abundant offer of nectar and pollen along the day. However melittophilous flowering, as for example the *Raphanus sativus* L., happened simultaneously, the *B. napus* flowers showed themselves attractive to *A. mellifera*.

Viability of pollen grains

Similar results to this study were verified by BOTS & MARIANI (2005), that found some viability for until 72 hours, where it was verified that the medium percentual of pollen grains germination decreased from 35% in young flowers (with dehisced anthers and the corolla partially open) to 15% in senescent flowers (after 72 hours).

For OCKENDON & GATES (1976), there is difficulty in measuring the fertility of pollen grains and the methods available tend to superestimate their viability. According to these authors, the method with carmine acetic shows that the pollen without cytoplasm is certainly sterile, but the one that has cytoplasm is not necessarily fertile. Therefore, more accurate tests can present bigger efficiency and reveal lower average, as for example the tests of grain germination. This tendency was confirmed in this study since the germination index was nearly 50% smaller in the germination tests in comparison to the presence of cytoplasmatic content.

Honey bees tend to visit young flowers (with dehisced anthers and partially open corolla) more regularly than the senescent flowers (BOTS & MARIANI 2005) happening a

large probability that the pollen grains transported by them are viable, once the biggest percentual of viability happen in the first hours of anthesis. This way, it is suggested that these insects make efficient pollination in *B. napus* flowers.

Acknowledgments

To the teachers Marcos Garrafa, Valdir Benedetti e Dalziro Valdameri for the permission of doing the field research at the Sociedade Educacional Três de Maio (SETREM). To the Professor Leandro Vieira Astarita for helping preparing material to the pollen analysis. To Lucas Lima Fontana for the images edition. To Ione Maria de Souza Rosa e Andressa Paladini for helping in the field data collection. To CNPq for the concession of the Master Degree scholarship (Programa de Pós Graduação em Zoologia, PUCRS) to the first author (Proc. 131357/2007-7). To PUCRS for the use of the environment for fulfillment of this research.

Literature cited

- ABROL, D. P. 2007. Honeybees rapeseed pollinator plant interaction. **Advances in Botanical Research** **45**: 337-369.
- ADEGAS, J. E. B. & R. H. NOGUEIRA–COUTO. 1992. Entomophilous pollination in rape (*Brassica napus* L. var oleifera) in Brazil. **Apidologie** **23**: 203-209.
- ALBUQUERQUE, G. A. 2006. Avaliação Reológica e Caracterização Físico-Química do Biodiesel de Canola e Misturas. Available online at:
<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2006/Armazenamento/AvaliacaoReologica3.pdf>. [Accessed in 09.VII. 2007].
- ALBUQUERQUE, G. A.; M. A. SOUZA; R. A. CANDEIA; M. B. DANTAS; M. C. D. SILVA; I. M. G. SANTOS & A. G. SOUZA. 2007. Compatibilidade Térmica dos Biodieseis da Canola, Milho, Soja e Misturas – Uma Avaliação Termogravimétrica. Available online at:
<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2007/caracterizacao/15.pdf> [Accessed in 04.IX.2008].
- BOTS, M. & C. MARIANI. 2005. Pollen viability in the field. In: Radboud Universiteit Nijmegen. Available online at: www.cogem.net/ContentFiles/Pollen_viability.pdf [Accessed in 08.V.2007].

CORBET, S. A.; I. H. WILLIAMS & J. L. OSBORNE. 1991. Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European Community. **Bee World** 72: 47–59.

CUNHA, G. R. 2007. Agroenergia – O futuro que chegou. Passo Fundo, LVI+52p.

DAFNI, A. 1992. Pollination Ecology: A Pratical Approach. Oxford University Press, New York, VII+250 p.

D'ÁVILA, M. & L. C. MARCHINI. 2005. Polinização realizada por abelhas em culturas de importância econômica no Brasil. **Boletim da Indústria Animal** 62 (1): 79-90.

DELAPLANE, K. S. & D. F. MAYER. 2000. Crop Pollination by bees. CABI, Cambridge, LI+344p.

EARDLEY, C.; D. ROTH; J. CLARKE; S. BUCHMANN & B. GEMMILL. Pollinators and Pollination: A resource book for policy and pratice. African Pollinator Initiative, Africa, IV+77 p.

FAEGRI, K.; V. D. PIJL. 1979. The principles of pollination ecology. Oxford, United Kingdom, 244p.

FLORES, L. R. F. & TRINDADE, J. L. F. 2007. Importância da polinização entomófila em diferentes culturas de interesse econômico para o Brasil. In: V Semana de Tecnologia em Alimentos. Available online at:

http://www.pg.cefetpr.br/setal/docs/artigos/2007/polinizacao_entomofila.pdf

[Accessed in 09. X. 2008].

FREE, J. B. 1993. Insect pollination of crops. London, LXX+684 p.

FREITAS, B. M.; R. J. PAXTON. 1996. The role of wind and insects in cashew (*Anacardium occidentale*) pollination in NE Brazil. **Journal of Agriculture Science** **126**: 319-326.

GENE TECHNOLOGY REGULATOR. 2002. The biology and ecology of canola (*Brassica napus*). In: Office of the Gene Technology Regulator. Available online at:
<http://www.ogtr.gov.au/pdf/ir/brassica.pdf> [Accessed in 20.III.2008].

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. 2004. Serviços aos ecossistemas, com ênfase nos polinizadores e polinização. Available online at:
http://www.ib.usp.br/vinces/logo/servicos%20aos%20ecossistemas_polinizadores_ve-ra.pdf [Accessed in 10.V.2008].

KOTAKA, C. S.; M. H. MITSUI; R. E. VIEIRA; Y. TERADA; V. A. A. TOLEDO; L. C. V. ÍTAVO & L. R. RIBEIRO. 2004. Polinização por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em cultura de canola (*Brassica napus* e *B. campestris*, Cruciferae) na região de Maringá, PR. **Sociedade Brasileira de Zootecnia** **37**: 510-510.

LOUVEAUX, J.; A. MAURIZIO & G. VORWHL. 1978. Methods of melissopalynology. **Bee World** **59** (4): 139-157.

- MASIEROWSKA, M. L. 2003. Floral nectaries and nectar production in brown mustard (*Brassica juncea*) and white mustard (*Sinapis alba*) (Brassicaceae). **Plant Systematics and Evolution** **238** (1-4): 97-107.
- MCGRECOR, S. E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. Washington, USDA, 411p.
- MESQUIDA, J.; R. MARILLEAU & M. PHAM-DELEGUE. 1988. A study of rapeseed (*Brassica napus* L. var. *oleifera* Metzger) flower nectar secretions. **Apidologie** **19** (3): 307-318.
- MUSSURY, R. M. & W. FERNANDES. 2000. Studies of the Floral Biology and Reproductive System of *Brassica napus* L. (Cruciferae). **Brazilian Archives of Biology and Technology** **43** (1): 111-117.
- OCKENDON, D. J. & P. J. GATES. 1976. Reduced pollen viability in the onion (*Allium cepa*). **New Phytologist** **76**:511-517.
- THORP, R. W. 2000. The collection of pollen by bees. **Plant Systematics and Evolution** **222**: 211-223.
- TOMM, G. O. 2005. Situação em 2005 e perspectivas da cultura de canola no Brasil e em países vizinhos. In: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Available online at: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp26.htm [Accessed in 11.III.2008].

- SABBAHI, R.; D. OLIVEIRA & J. MARCEAU. 2005. Influence of Honey Bee (Hymenoptera: Apidae) Density on the Production of Canola (Cruciferae: Brassicaceae). **Journal Economic Entomology** **98** (2): 367-372.
- SCHLINDWEIN, C.; D. WITTMANN; C. F. MARTINS; A. HAMM; J. A. SIQUEIRA; D. SCHIFFLER & C. MACHADO. 2005. Pollination of *Campanula rapunculus* L. (Campanulaceae): How much pollen flows into pollination and into reproduction of oligolectic pollinators? **Plant Systematics and Evolution** **250**: 147–156.
- SYAFARUDDIN; A. HORISAKI; S. NIKURA; Y. YOSHIOKA & R. OHSAWA. 2006. Effect of floral morphology on pollination in *Brassica rapa* L. **Euphytica** **149**: 267-272.
- WILLIAMS, I. H. 1980. Oilseed rape and beekeeping particularly in Britain. **Bee World** **61**: 141-153.
- WITTMANN, D. & C. SCHLINDWEIN. 1995. Melittophilous plants, their pollen and flower visiting bees in southern Brazil. 1. Losaceae. **Biociências** **3** (2): 19-34.

CAPÍTULO 2

1 **Polinização de canola por abelhas melíferas e potencial produtor de sementes**
2 **no sul do Brasil.**

3
4 Annelise de Souza Rosa⁽¹⁾, Betina Blochtein⁽¹⁾ e Diego Kweco Lima⁽¹⁾
5 (1) Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Faculdade de Biociências, Av.
6 Ipiranga 6681, CEP 90619-900. Porto Alegre, RS. E-mail: annesouzar@gmail.com;
7 betinabl@puers.br; kwecko85@hotmail.com

8
9 Resumo – A canola é considerada autofértil, entretanto, estudos indicam aumento na
10 produtividade da cultura resultante da polinização efetuada por *Apis mellifera* L.
11 Considerando-se a crescente importância dessa cultura no Rio Grande do Sul avaliou-se o
12 incremento da produtividade de siliquis e sementes a partir de interações com insetos
13 antófilos e com testes de polinização manual. A frequência de visitas de *A. mellifera* foi
14 relacionada com desenvolvimento da floração da cultura e a produtividade foi comparada
15 entre plantas visitadas por insetos, polinizadas manualmente (geitonogamia e xenogamia) e
16 com ausência de indução de polinização. Em cada tratamento avaliou-se a produtividade de
17 siliquis e de sementes formadas por planta. Dentre os 8624 insetos visitantes florais
18 registrados destacaram-se representantes de Hymenoptera (92,35%), dos quais 99,83%
19 eram *A. mellifera*. A relação entre essas abelhas e o curso da floração foi significativamente
20 positiva ($R^2 = 0,76$; $P = 0,0024$). A indução de polinização elevou a produtividade de
21 sementes de 28,36% (autogamia) para 50,45% com livre visita de insetos e com polinização
22 manual, respectivamente, para 48,75 (geitonogamia) e 55,12% (xenogamia). Infere-se que a
23 produtividade de canola ainda pode ser aumentada com o acréscimo e o manejo dirigido de
24 abelhas na cultura durante o período de floração.

25 Termos para indexação: *Apis mellifera*, abelhas melíferas, *Brassica napus*, visitantes
26 florais, floração, produtividade agrícola.

27

28 **Canola pollination by honeybees and the potential producer of seeds in the south of**
29 **Brazil.**

30 Abstract – Canola is considered to be self-fertile, however, studies indicate an increase in
31 productivity of the culture resulting from pollination carried out by *Apis mellifera* L.
32 Considering the increasing importance of this culture in Rio Grande do Sul it was evaluated
33 the rise of productivity of siliquas and seeds from interactions with visitors flower insects
34 and with handly pollination. The frequency of *A. mellifera* visits was related to the
35 development of culture flowering and the productivity was compared among plants visited
36 by insects, handly pollinated (geitonogamy and xenogamy) and with the absence of
37 induction of pollination. In each treatment was evaluated the productivity of siliquas and
38 the seeds formed by plant. Among the 8624 flower visitors insects registered, Hymenoptera
39 representatives stood out (92.35%) from which 99.83% were *A. mellifera*. The relation
40 among these bees and the course of flowering was significantly positive ($R^2= 0,76$; $P=$
41 $0,0024$). The induction of pollination increased the seeds productivity from 28,36%
42 (autogamy) to 50,45% with free insects visit and with handly pollination, respectively, to
43 48,75 (geitonogamy) and 55,12% (xenogamy). It is inferred that canola's productivity can
44 still be increased with the addition and the management of bees in the culture during
45 flowering period.

46 Index terms: Agroproductivity, *Apis mellifera*, honeybees, *Brassica napus*, floral visitors
47 insects, flowering.

48

49

Introdução

50

51 *Brassica napus*, popularmente conhecida como canola, é uma seleção
52 geneticamente modificada da colza. Mundialmente, é a terceira planta oleaginosa mais
53 produzida e seu maior consumo ocorre nos países desenvolvidos (Canola Council of
54 Canada, 1999; Tomm, 2005). Essa Brassicaceae integra os sistemas de produção de grãos
55 no sul do Brasil (Barni *et al.*, 1985; Tomm, 2007), onde destaca-se como excelente
56 alternativa econômica, pois além da produção de óleo para o consumo humano, a canola
57 também é apropriada à produção de biodiesel (Cunha, 2007; Tomm, 2007; Marjanovic-
58 Jeromela *et al.*, 2008).

59

Mais de 75% das plantas que apresentam potencial agrícola no mundo dependem da
60 polinização realizada por insetos ou outros animais para a produção de frutos e sementes
61 (Malerbo-Souza *et al.*, 2008). A polinização efetuada por abelhas, além de contribuir para a
62 preservação dos ecossistemas naturais é uma das melhores alternativas para o aumento da
63 produtividade de culturas (Westcott & Nelson, 2001; D'Ávila & Marchini, 2005) e
64 conservação de sua viabilidade gênica (Eardley *et al.*, 2006). Neste contexto inserem-se as
65 abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.), consideradas como principais visitantes florais
66 (Delaplane & Mayer, 2000) e eficientes polinizadoras de *B. napus* (Free, 1993; Sabbahi *et*
67 *al.*, 2005). Esses insetos representaram aproximadamente 64% dos visitantes florais da
68 cultura na Geórgia, EUA, e no Paraná, Brasil, (Delaplane & Mayer, 2000; Kotaka *et al.*,
69 2004) e 81% em São Paulo, Brasil (Adegas & Nogueira-Couto, 1992). A eficiência
70 polinizadora dos insetos antófilos está intimamente relacionada à biologia floral da espécie
71 vegetal e ao seu comportamento de forrageio (Flores & Trindade, 2007; Gullan & Craston,

72 2008). Além disso, as abelhas melíferas possuem o corpo adaptado para a transferência de
73 grande número de grãos de pólen de espécies de *Brassica* (Abrol, 2007).

74 Embora a canola seja considerada uma cultura autofértil, a presença de insetos
75 polinizadores, especialmente *A. mellifera*, aumenta sua produtividade (Eisikowitch, 1981;
76 Delaplane & Mayer, 2000; Westcott & Nelson, 2001). Uma adequada polinização,
77 resultante de visitas consecutivas de abelhas, assegura o processo reprodutivo das
78 brassicáceas elevando significativamente seus índices de produtividade (Abrol, 2007).
79 Entretanto, estudos destacam que os efeitos do incremento na produtividade de sementes de
80 *B. napus*, através da polinização realizada por insetos, além de outros atributos, dependem
81 da cultivar, das condições ambientais e da capacidade compensatória da cultura (Mesquida
82 et al., 1988; Free, 1993). Mussury & Fernandes (2000) constataram aumento de 31,88% no
83 número de sementes formadas por planta sob condições naturais de polinização em relação
84 à autogamia. Com relação ao peso médio de sementes, Williams *et al.* (1986) e Adegas &
85 Nogueira-Couto (1992) constataram, respectivamente, aumento de 37,47% e 19,24% na
86 produtividade de plantas com visitas de abelhas quando comparadas a outras com exclusão
87 de insetos. Com a introdução de 3 a 4 colônias por hectare, em comparação a áreas com
88 ausência de insetos, Sabbahi *et al.* (2005) e Abrol (2007) registraram, respectivamente,
89 46% e 36,2% de aumento no peso das sementes.

90 Considerando-se a necessidade mundial de aumento na produção de sementes e a
91 crescente importância de *B. napus* no Rio Grande do Sul, avaliou-se o efeito polinizador da
92 interação de abelhas domésticas com flores e da polinização manual na produtividade de
93 síliquas e sementes.

Material e Métodos

94

95

96 O estudo abrangeu desde o período da pré-floração até a colheita das siliquas de *B.*
97 *napus*, cultivar Hyola 432, e foi implantado em 13 ha da cultura, em uma área agrícola
98 pertencente à Sociedade Educacional Três de Maio (27°46'24''S 54°14'24'O), no
99 município de Três de Maio, RS, Brasil. Na região, onde as áreas para a manutenção de
100 abelhas silvestres eram reduzidas, haviam dois apiários com 20 e 18 colônias,
101 respectivamente, a cerca de 0,2 km e 1 km da borda da lavoura.

102 A coleta de dados foi realizada entre os meses de julho a outubro de 2007, período
103 no qual, nesta região de clima temperado, as médias de temperatura atingiram 14,6°C e a
104 precipitação e a umidade relativa do ar foram de 2,8mm e 74,6%, segundo informações
105 meteorológicas do Banco de Dados do Centro de Meteorologia Aplicada da Fundação
106 Estadual de Pesquisa e Agropecuária (FEPAGRO).

107 Os registros de *A. mellifera* e outros insetos foram realizados ao longo do período de
108 floração a fim de verificar quais os mais freqüentes e aqueles de ocorrência esporádica.
109 Esse procedimento foi realizado em três períodos de 30 minutos (a partir das 12h, 14h e
110 16h), duas vezes por semana, em condições de temperaturas superiores a 12°C, totalizando
111 27 horas de registros. Para tanto, percorreu-se um transecto de 300 metros, a uma
112 velocidade média de cerca de 600m/h. A contagem dos insetos foi realizada em nível de
113 Ordem, exceto para *A. mellifera* que foi identificada em nível de espécie.

114 O florescimento foi acompanhado utilizando-se 120 plantas, marcadas com fitas
115 coloridas, distribuídas nas extremidades (4 pontos) e no interior da lavoura (8 pontos). Para

116 acompanhar a progressão da floração, o número de flores na inflorescência principal de
117 cada planta foi avaliado durante todo o período de florescimento.

118 No teste de eficiência da polinização, foi comparada a produtividade de sementes
119 em quatro experimentos: (a) autogamia, cobrindo-se as inflorescências durante todo o
120 período de antese (ausência de insetos); (b) controle, com acesso espontâneo dos insetos;
121 (c) geitonogamia (ausência de insetos - polinização manual entre flores da mesma planta);
122 (d) xenogamia (ausência de insetos - polinização manual entre flores de plantas distintas).
123 Para cada tratamento, foram realizadas 4 repetições, com 7 plantas em cada uma delas. Para
124 a avaliação dos tratamentos de autogamia, geitonogamia e xenogamia, as plantas foram
125 protegidas com armações de madeira (1m x 1m x 1,80), cobertas com tecido de malha fina,
126 impedindo o acesso dos insetos às flores. O tratamento controle foi marcado com estacas
127 de madeira sem qualquer proteção, uma vez que era permitida a livre visitação de insetos.
128 Para a realização da polinização manual, os grãos de pólen foram transferidos entre as
129 flores vigorosas, utilizando-se pincel de ponta fina, em intervalos de quatro dias.
130 Considerando-se que nos dias com ausência de tratamento de polinização determinado
131 número de flores desenvolveu-se e ultrapassou o período vigoroso, calculou-se o índice de
132 flores tratadas com polinização manual, a partir da totalidade de flores produzidas, tendo
133 sido de respectivamente 51,91% e 42,57% nos tratamentos de geitonogamia e xenogamia.
134 Ao final do ciclo da cultura, as plantas foram colhidas e avaliados os parâmetros (1)
135 número total de síliquas produzidas/ planta (n=28 plantas/ tratamento; (2) número de
136 sementes/ síliqua (n=160 síliquas/ tratamento); (3) peso das síliquas (n=160 síliquas/
137 tratamento) e (4) peso das sementes (n=160 síliquas/ tratamento).

138 Para estimar o índice de óvulos desenvolvidos por planta (%), em cada um dos
139 tratamentos, verificou-se o número médio de flores e o número médio de óvulos por planta,

140 em 100 flores com ovários maduros. O peso das sementes por planta foi obtido
141 considerando-se o peso médio de uma semente e o número de sementes formadas por
142 planta.

143

144 **Análise estatística**

145 A fim de averiguar a atratividade das flores às abelhas, verificou-se a relação entre a
146 frequência de *A. mellifera* e a progressão da floração de *B. napus* por meio da análise de
147 regressão linear simples.

148 Para a comparação entre as médias dos parâmetros 1, 2, 3 e 4 nos diferentes
149 tratamentos de polinização foi utilizada a análise de variância (ANOVA) seguida pelo teste
150 de Games-Howell (com intervalo de confiança de 95%) para amostras não homogêneas
151 (número de siliquas/ planta, peso das siliquas e peso das sementes). O parâmetro número de
152 sementes/ síliqua apresentou dados não-paramétricos. Neste caso, para a comparação entre
153 as médias, foi utilizado o teste Kruskal-Wallis seguido pelo teste Student – Newman –
154 Keuls (com intervalo de confiança de 95%).

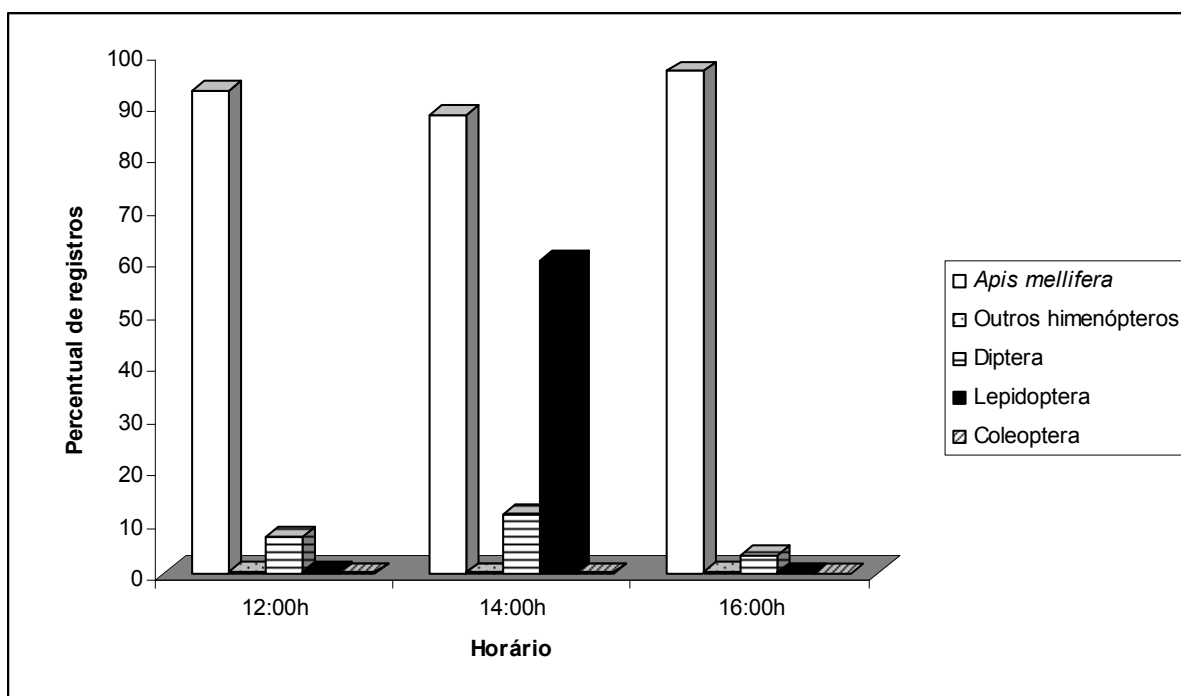
155 Em todas as análises utilizou-se o pacote estatístico SPSS, versão 11.5 para MS
156 Windows, com exceção do teste Student – Newman – Keuls que foi aplicado ao programa
157 Bioestat versão 5.0.

158 **Resultados e Discussão**

159

160 Ao longo da floração de *B. napus* foram registrados 8624 insetos visitando suas
161 flores. Dentre eles, foram encontrados representantes de Hymenoptera (92,35%),
162 destacando-se *A. mellifera* com 99,83%, além de Diptera (7,27%), Lepidoptera (0,33%) e

163 Coleoptera (0,03%) (Fig. 1). A atratividade das flores de *B. napus*, indicada pela frequência
 164 de *A. mellifera*, está associada à oferta de recursos alimentares, tanto de néctar quanto de
 165 pólen, conforme registros anteriores de Free (1993), Delaplane & Mayer (2000), Mussury
 166 et al. (2003) e Kotaka et al. (2004). Outro fator relacionado à intensa procura das abelhas
 167 pelas flores é o fato de *B. napus* ser uma cultura de inverno e nesse período haver escassez
 168 de fontes de alimento para insetos antófilos.



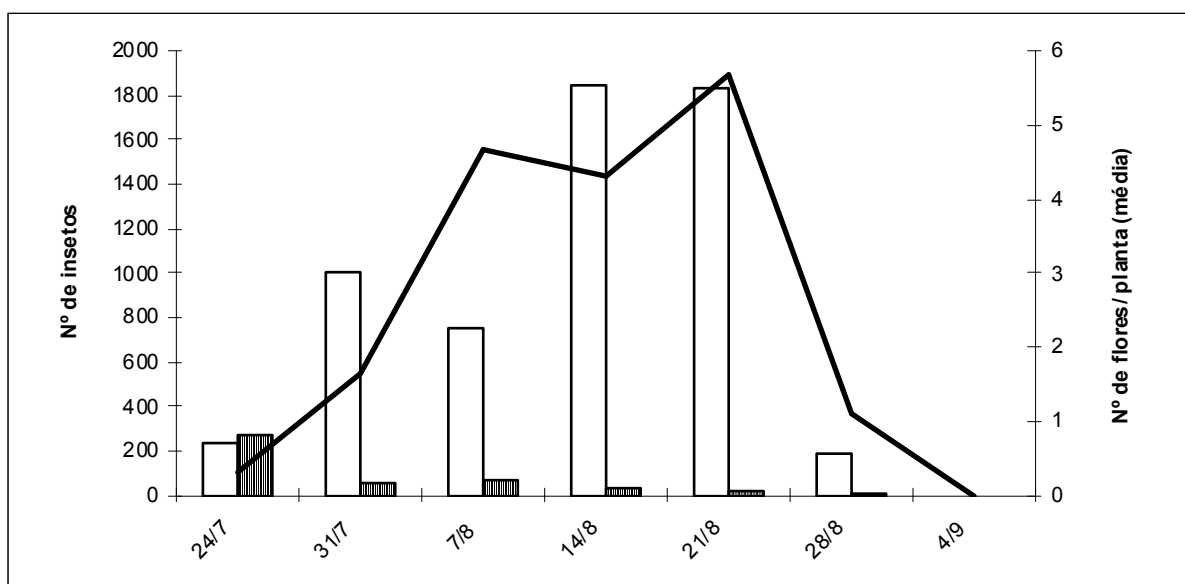
169 Figura 1. Insetos visitantes florais observados ao longo das linhas de cultivo durante a floração de *B. napus*.

170

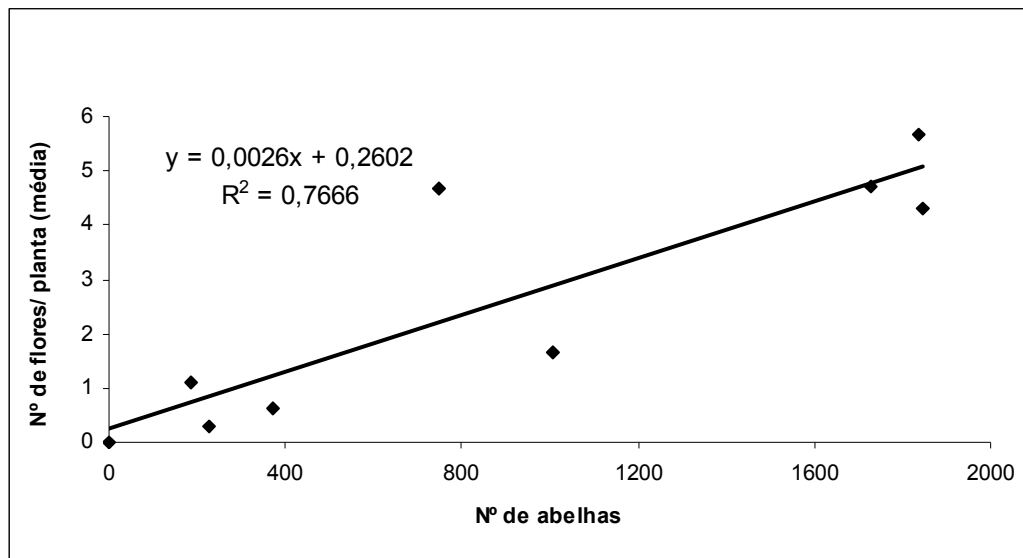
171 Além do elevado índice de *A. mellifera* na lavoura, relativamente aos demais grupos
 172 de insetos visitantes florais, sua frequência esteve diretamente relacionada à progressão da
 173 floração de *B. napus*, diferentemente dos demais grupos de insetos registrados (Fig. 2). A
 174 relação entre a quantidade de flores de *B. napus* na lavoura e o número de abelhas melíferas
 175 registradas no período de floração foi significativamente positiva ($n= 9$ dias; $R^2= 0,76$; $P=$
 176 $0,0024$) (Fig. 3). A abundante oferta de recursos alimentares de *B. napus* para as abelhas

177 durante esse período incrementa a atratividade das flores e, conseqüentemente a atividade
178 polinizadora das abelhas que resulta em aumento na produtividade de sementes (Manning
179 & Boland, 2000; Kotaka et al. 2004).

180 Para Abrol (2007), a introdução colônias de *A. mellifera* nessa cultura é uma
181 alternativa para a elevação da produtividade e deve ser realizada quando,
182 aproximadamente, 10% da floração estiver em evidência. O mesmo autor afirma que, se as
183 colméias forem colocadas antes desse período, as abelhas podem ser conduzidas ao
184 forrageio em outras plantas que estiverem em floração e não resultar em acréscimo de
185 polinização para a cultura. No caso da cultivar em estudo, Hyola 432, o índice de 10% de
186 floração ocorreu entre a segunda e a terceira semanas de floração, período no qual seria
187 indicada a introdução de colônias na lavoura.



188 Figura 2. Frequência de insetos de acordo com a progressão da floração de *B. napus*. Barras sem
189 preenchimento correspondem à *A. mellifera*; barras preenchidas correspondem a outros insetos; linha
190 corresponde à progressão da floração.



191

192 Figura 3. Regressão linear da relação entre o número de indivíduos de *A. mellifera* na lavoura e a quantidade
 193 de flores na inflorescência principal de *B. napus* (P= 0,0024).

194

195 A produtividade de *B. napus* Hyola 432, em todas as situações de indução de
 196 polinização, seja por insetos (controle) ou manual (geitonogamia e xenogamia) foi superior
 197 à condição de autogamia (tabelas 1 e 2).

198

199 **Tabela 1.** Parâmetros de produtividade de siliquas e de sementes de *B. napus* avaliados estatisticamente.
 200 \pm refere-se aos valores de erro padrão. ⁽¹⁾Média calculada com base no valor percentual de produtividade.
 201 ⁽²⁾Valores referentes aos postos médios, com utilização do teste Kruskal-Wallis seguido pelo teste Student –
 202 Newman – Keuls (p<0,05), para dados não-paramétricos. Letras seguidas das médias nas colunas relativas ao
 203 número de siliquas/ planta, peso das siliquas e peso das sementes, indicam semelhança ou diferença pelo teste
 204 Games-Howell (p<0,05).

Tratamentos	Percentual médio do número de siliquas/planta (n= 28 plantas/tratamento) ⁽¹⁾	Número de sementes/ siliqua ⁽²⁾ (n= 160 siliquas/tratamento)	Peso médio das siliquas (g) (n= 160 siliquas/tratamento)	Peso médio das sementes/ siliqua (g) (n= 160 siliquas/tratamento)
Controle	59,52 ± 1,55b	390,53a	0,14 ± 0,002a	0,07 ± 0,001a
Xenogamia	70,64 ± 2,18a	307,67b	0,12 ± 0,003b	0,06 ± 0,002b
Geitonogamia	65,59 ± 1,56a	321,22b	0,12 ± 0,003b	0,06 ± 0,002b
Autogamia	43,88 ± 2,61c	252,16c	0,10 ± 0,003c	0,04 ± 0,002c

205 **Tabela 2.** Produtividade de siliquis e de sementes de *B. napus* formadas por planta.

206 \pm Refere-se aos valores de desvio padrão.

Tratamentos	Número médio de flores/ planta (n= 28)	Número médio de siliquis/ planta (n= 28) (% de formação das siliquis)	Estimativa do número de óvulos/ planta	Estimativa do número de sementes/ planta (% óvulos desenvolvidos)	Estimativa do peso de sementes/ planta (g)
Controle	318,57 \pm 154,69	189,07 \pm 101,98	6836,51	3449,35 (50,45)	14,56
Xenogamia	409,96 \pm 206,59	291,87 \pm 67,57 ⁽¹⁾	8797,74	4890,65 (55,12)	19,88
Geitonogamia	438,1 \pm 189,69	286,51 \pm 79,3 ⁽¹⁾	9401,62	4583,97 (48,75)	18,34
Autogamia	306,75 \pm 134,44	128,46 \pm 60,54	6582,85	1867,49 (28,36)	5,66

207

208

209 O resultado da produtividade das plantas polinizadas manualmente, com
210 geitonogamia e xenogamia, foi estatisticamente semelhante tanto no número de siliquis/
211 planta e de sementes por síliqua, quanto no peso das siliquis e das sementes/ síliqua (tabela
212 1). Nessas plantas o número de siliquis produzidas foi mais elevado do que nos demais
213 tratamentos. Entretanto, nas plantas submetidas à livre visita de insetos (controle) o número
214 de sementes/ síliqua e o peso das siliquis e das sementes/ síliqua resultaram em médias
215 mais elevadas do que nos demais tratamentos de polinização manual, sobretudo em relação
216 à autogamia. A menor produtividade no número de sementes/ síliqua e no peso das siliquis
217 e das sementes, resultante dos tratamentos de polinização manual, pode ser atribuída à
218 baixa receptividade do estigma em determinadas flores no momento da polinização
219 (Muthugapatti et al., 1993). Esta situação poderia ser justificada pelo fato do estigma
220 permanecer receptivo durante 2 dias (Free, 1993) e os intervalos entre os procedimentos de
221 polinização manual terem sido de quatro dias. Como somente flores vigorosas foram
222 tratadas manualmente é plausível que determinadas flores estivessem em fase anterior a da
223 receptividade. Em contrapartida, uma vez que os grãos de pólen tenham sido depositados
224 no estigma em período anterior ao de sua receptividade, Bots & Mariani (2005) afirmam
225 que com o decorrer do tempo, a viabilidade dos grãos de pólen decresce. Dessa forma os

226 grãos que ficaram depositados anteriormente à receptividade do estigma sofreram
227 decréscimo na sua viabilidade, afetando assim, a produção de sementes.

228 Ao longo da antese, foi registrada elevada taxa de visitação de insetos (figura 2),
229 especialmente *A. mellifera*. Considerando-se a intensa pressão polinizadora, provavelmente
230 as flores receberam mais de uma visita durante todo o período de antese. Dessa maneira,
231 possivelmente no momento da receptividade do estigma, grãos de pólen foram aderidos a
232 essa estrutura por meio desses insetos. Contrariamente, as flores dos tratamentos de
233 polinização manual receberam grãos de pólen apenas uma vez. Para Kwak & Jennersten
234 (1991), na polinização manual, perdas na produção são atribuídas a quantidades
235 insuficientes de pólen depositadas sobre o estigma das flores. Abrol (2007) ressalta a
236 eficiência polinizadora de *A. mellifera*, pois o seu corpo possui adaptações morfológicas
237 favoráveis ao transporte e deposição de grandes quantidades de grãos de pólen em flores
238 dessa cultura. No caso de *B. napus* (cv. Hyola 432), evidencia-se a importância da atividade
239 dos agentes polinizadores diante da necessidade de aproximadamente 21,46 grãos de pólen
240 ($n= 100$; $sd= 2,89$) a serem depositados no estigma para que ocorra plena fertilização dos
241 óvulos e desenvolvimento das sementes. Os procedimentos de polinização manual adotados
242 possivelmente não foram tão eficientes na deposição de grãos de pólen no estigma das
243 flores quanto às abelhas melíferas em suas visitas.

244 A produtividade de síliquas e de sementes, formadas nas plantas polinizadas
245 manualmente, sobretudo nos tratamentos com xenogamia, foi maior do que a dos demais
246 tratamentos em todos os parâmetros avaliados, com exceção de geitonogamia, cujo índice
247 de fertilização dos óvulos foi inferior em 1,7% em relação ao tratamento controle (tabela 2).
248 Resultados divergentes foram constatados por Mussury & Fernandes (2000) em trabalho
249 com a cultivar CTC-4 em Dourados (MS), em que a polinização sob livre visita de insetos

250 (controle) produziu maiores números de sementes por planta (51,53% e 77,87%) do que os
251 tratamentos manuais com geitonogamia e xenogamia, respectivamente. Sugere-se que essa
252 variação esteja relacionada às diferenças quanto ao desenvolvimento das síliquas entre as
253 cultivares, às metodologias utilizadas na a realização dos trabalhos e ainda às distintas
254 condições climáticas entre as regiões de estudo.

255 O índice de autofertilidade *B. napus* Hyola 432, resultante do teste de autogamia,
256 indicou o desenvolvimento de 28,36% dos óvulos em sementes. Entretanto, com os
257 resultados obtidos nos tratamentos realizados, seja sob livre visita de insetos ou por meio de
258 polinização manual, pode-se verificar que a indução de polinização elevou a produtividade,
259 atingindo até 55,12% de fertilização de óvulos, como no tratamento com xenogamia. A
260 partir destes resultados pode-se inferir que a produtividade de sementes pode ser aumentada
261 com o acréscimo de abelhas na cultura durante o período de floração, dado que o número e
262 o peso das sementes das plantas tratadas com xenogamia foram superiores aos das plantas
263 com livre visita de insetos. Destaca-se que um fator limitante para as atividades de
264 forrageio das abelhas e conseqüentemente do seu potencial polinizador foi determinado
265 pelas baixas temperaturas da área de estudo, onde os registros de abelhas em flores
266 iniciaram a partir das 12h, quando as temperaturas atingiam 12°C.

267 Diversos estudos indicam o número ideal de colônias de abelhas requeridas para o
268 aumento na produtividade de canola e as recomendações variam, entre outros fatores,
269 conforme o local, a cultivar, a densidade de plantas, o número de flores/ inflorescência de
270 cada planta, a duração da floração, a intensidade das colônias e o número de flores/ hectare
271 (Abrol 2007). O mesmo autor recomenda a introdução de três a quatro colônias por hectare
272 e Sabbahi *et al.* (2005) indicam a importância de, no mínimo 3 colônias por hectare para se

273 obter uma produtividade satisfatória. Abrol (2007) afirma que as colônias devem ser
274 dispostas conforme o seu raio de forrageio e assegura que quando essa distância ultrapassa
275 0,5 km, a atividade polinizadora decresce. Experimentos realizados por Manning & Boland
276 (2000) indicaram que o número de siliquas por planta de *B. napus* (cv. Karoo) diminuiu
277 quando a distância do apiário aumentou, atingindo uma perda de 16% das siliquas a uma
278 distância de 1 km do apiário.

279 Dois apiários localizados nos arredores da lavoura de canola em estudo possuíam 20
280 colônias de *A. mellifera* (0,2 km) e 18 estavam situadas em maior distância (1 km). Com
281 base na estimativa de que, para a obtenção de uma produtividade satisfatória é necessária a
282 introdução de no mínimo 3 colônias por hectare, estima-se que o número indicado para esse
283 incremento na lavoura de canola em estudo seja de 39 colônias, uma vez que a extensão da
284 lavoura era de 13 ha. Entretanto, as colônias que se encontravam no raio de forrageio
285 satisfatório totalizaram 20. Esse número deveria ser duplicado para que houvesse aumento
286 considerável na produtividade de siliquas e sementes de *B. napus*. De fato, o índice de
287 siliquas produzidas no experimento controle pode, potencialmente, ser aumentado em até
288 40,48%. Também o número de sementes pode ser elevado com o aumento da polinização,
289 dado que o número de óvulos abortados foi de 49,55%.

290

Conclusões

291

- 292 1. A indução manual de polinização eleva a taxa de produtividade de *B. napus*;
- 293 2. *A. mellifera* é o inseto mais freqüente nas flores de canola;
- 294 3. O adensamento de colônias de *A. mellifera* nos arredores da lavoura, associados a
- 295 um adequado manejo, elevam os índices de produtividade de siliquas e sementes de
- 296 *B. napus*.

297

298

Agradecimentos

299

300 Agradeço ao Dr. Nídio Barni e ao Dr. Gilberto Tomm pelas sugestões sobre a
301 escolha da cultura e da área para o estudo e aos professores Marcos Garrafa, Valdir
302 Benedetti e Dalziro Valdameri pela permissão de uso da lavoura e suporte a realização dos
303 trabalhos de campo na Sociedade Educacional Três de Maio (SETREM). Agradeço também
304 ao Ney Telles Ferreira Júnior, Ione Maria de Souza Rosa, Andressa Paladini e Nadílson
305 Roberto Ferreira pelo auxílio nos trabalhos em campo, ao Professor Dr. João Feliz de
306 Moraes pelo auxílio nas análises estatísticas e à Daniela Loose Ferreira pelas sugestões na
307 revisão do manuscrito. Ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado (Programa de Pós
308 Graduação em Zoologia, PUCRS) ao primeiro autor (Proc. 131357/2007-7) e à PUCRS
309 pela infra-estrutura que permitiu a realização dessa pesquisa.

Referências

- 310
- 311
- 312 ABROL, D. P. Honeybees rapeseed pollinator plant interaction. **Advances in Botanical**
313 **Research**, v. 45, p. 337-369. 2007.
- 314
- 315 ADEGAS, J. E. B. & NOGUEIRA – COUTO, R. H. Entomophilous pollination in rape
316 (*Brassica napus* L. var *oleifera*) in Brazil. **Apidologie**, v. 23, p. 203-209, 1992.
- 317
- 318 BARNI, N. D.; HILGERT, E. R.; ZANOTELLI, V.; VARGAS, J. N. R.; TEDESCO, A.;
319 BOHN, D.; GOMES, J. E. S. & GONÇALVES, J. C. Introdução e avaliação de
320 cultivares de colza (*Brassica napus* L. var. *oleifera* Metzg.) no Estado do Rio
321 Grande do Sul. **Agronomia Sulriogradense**, v. 21,p. 21-54, 1985.
- 322
- 323 BOTS, M & MARIANI, C. **Pollen viability in the field**. Radboud Universiteit Nijmegen:
324 2005. 51p. Disponível em: http://www.cogem.net/ContentFiles/Pollen_viability.pdf.
325 Acesso em: 08 Mai. 2007.
- 326
- 327 CANOLA COUNCIL OF CANADA. **Annual report**. Canadá: 2007. 16p. Disponível em:
328 <[http://www.canola-council.org/uploads/Canola%20Council%20of%20Canada%20](http://www.canola-council.org/uploads/Canola%20Council%20of%20Canada%20annual%20report%20-%202007.pdf)
329 [annual%20report%20-%202007.pdf](http://www.canola-council.org/uploads/Canola%20Council%20of%20Canada%20annual%20report%20-%202007.pdf)>. Acesso em: 16 Jan. 2009.
- 330
- 331 CUNHA, G. R. **Agroenergia – O futuro que chegou**. Passo Fundo, 2007. 52p.
- 332

333 D'AVILA, M. & MARCHINI, L. C. Polinização realizada por abelhas em culturas de
334 importância econômica no Brasil. **Boletim da Indústria Animal**, v. 62, p. 79-90,
335 2005.

336

337 DELAPLANE, K. S. & MAYER, D. F. **Crop Pollination by bees**. Cambridge, 2000. 344p.

338

339 EARDLEY, C.; ROTH, D.; CLARKE, J.;BUCHMANN, S. & GEMMIL, B. **Pollinators**
340 **and Pollination: A resource book for policy and practice**. Africa, 2006. 77p.

341

342 EISIKOWITCH, D. Some aspects of pollination of oil seed rape (*Brassica napus* L.).
343 **Journal of Agricultural Science**, v. 96, p. 321-326, 1981.

344

345 FLORES, L. R. F. & TRINDADE, J. L.F. **Importância da polinização entomófila em**
346 **diferentes culturas de interesse econômico para o Brasil**. Paraná: V Semana de
347 Tecnologia em Alimentos, 2007. 8p. Disponível em: <[http://www.pg.cefetpr.br](http://www.pg.cefetpr.br/setal/docs/artigos/2007/polinizacao_entomofila.pdf)
348 [/setal/docs/artigos/2007/polinizacao_entomofila.pdf](http://www.pg.cefetpr.br/setal/docs/artigos/2007/polinizacao_entomofila.pdf)>. Acesso em: 09. Out 2008.

349

350 FREE, J. B. **Insect pollination of crops**, London, 1993. 684p.

351

352 GULLAN, P. J. & CRANSTON, P. S. 2008. **Os Insetos: Um Resumo de Entomologia**.
353 São Paulo, 2008. 456p.

354

355 KWAK, M. M.; JENNERSTEN, O. Bumblebee visitation and seedset in *Melampyrum*
356 *pratense* and *Viscaria vulgaris*: heterospecific pollen limitation. **Oecologia**, v. 86, p.
357 99-104, 1991.

358

359 KOTAKA, C. S.; MITSUI, M. H.; VIEIRA, R. E.; TERADA, Y.; TOLEDO, V. A. A.;
360 ÍTAVO, L. C. V. & RIBEIRO, L. R. Polinização por abelhas (Hymenoptera,
361 Apoidea) em cultura de canola (*Brassica napus* e *B. campestris*, Cruciferae) na
362 região de Maringá, PR. **Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 510-510,
363 2004.

364 MALERBO-SOUZA, D. T.; TOLEDO, V. A. A. & PINTO, A. S. **Ecologia da**
365 **Polinização**. São Paulo, 2008. 31p.

366

367 MANNING, W. G. & BOLAND, W. T. A preliminary investigation into honey bee (*Apis*
368 *mellifera*) pollination of canola (*Brassica napus* cv. Karoo) in Western Australia.
369 **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 40, p. 439-442, 2004.

370

371 MARJANOVIĆ–JEROMELA, A.; MARINKOVIĆ, R.; MIJIĆ, A.; ZDUNIĆ, Z.;
372 IVANOVSKA, S. & JANKULOVSKA, M. Correlation and Path Analysis of
373 Quantitative Traits in Winter Rapeseed (*Brassica napus* L.). **Agriculturae**
374 **Conspectus Scientificus**, v. 73, p. 13-18, 2008.

375

376 MESQUIDA, J.; MARILLEAU, J. & PHAM-DELEGUE, M. A study of rapeseed
377 (*Brassica napus* L. var. *oleifera* Metzger) flower nectar secretions. **Apidologie**, v.
378 19, p. 307-318, 1988.

379 MUSSURY, R. M. & FERNANDES, W. Studies of the Floral Biology and Reproductive
380 System of *Brassica napus* L. (Cruciferae). **Brazilian Archives of Biology and**
381 **Technology**, v. 43, p. 111-117, 2000.

382

383 MUSSURY, R. M.; FERNANDES, W. D. & SCALON, S. P. Q. Atividades de alguns
384 insetos em flores de *Brassica napus* L. em Dourados-MS e a interação com fatores
385 climáticos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, p.382-388, 2003.

386

387 MUTHUGAPATTI, K. K.; THORSNESS, M. K.; RUNDLE, S. J.; GOLDBERG, M. L.;
388 NASRALLAH, J. B. & NASRALLAH, M. E. Ablation of papillar cell function in
389 *Brassica* flowers results in the loss of stigma receptivity to pollination. **The Plant**
390 **Cell**, v. 5, p. 263-275, 1993.

391

392 SABBAHI, R.; OLIVEIRA, D. & MARCEAU, J. Influence of Honey Bee (Hymenoptera:
393 Apidae) Density on the Production of Canola (Cruciferae: Brassicaceae). **Journal**
394 **Economic Entomology**, v. 98, p. 367-372, 2005.

395

396 TOMM, G. O. **Situação em 2005 e perspectivas da cultura de canola no Brasil e em**
397 **países vizinhos**. Passo Fundo: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 2005. 12p.
398 Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp26.htm>. Acesso em:
399 11 Mar. 2008.

400

401 TOMM, G. O. **Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul**.
402 Passo Fundo: Sistemas de produção online, 2007. 32p. Disponível em:

403 <http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/p_sp03_2007.pdf>. Acesso em: 15
404 Jan. 2009.

405

406 WESTCOTT, L. & NELSON, D. Canola pollination: An update. **Bee World**, v. 82, p. 115-
407 129, 2001.

408

409 WILLIAMS, I.; MARTIN, A. P. & WHITE, R. P. The pollinations requirements of oil-
410 seed rape (*Brassica napus* L.). **Journal of Agricultural Science**, v. 106, p. 27-30,
411 1986.

CONCLUSÕES GERAIS

O período com potencial polinizador entomófilo das flores de canola limita-se ao segundo e terceiro estágios da antese, pois o estigma encontra-se receptivo e as flores são atrativas à *Apis mellifera* tanto pela oferta de néctar quanto pela elevada disponibilidade de pólen.

A viabilidade dos grãos de pólen decresce a partir das primeiras horas de antese até, aproximadamente, 72 horas.

O comportamento de forrageio de *A. mellifera*, resultante do contato com anteras e estigma, na visita a poucas flores/ planta, na curta permanência sobre as flores e na plena constância floral, permite inferir que são eficientes agentes polinizadores.

A. mellifera é o inseto mais freqüente nas flores de canola e sua freqüência é positivamente relacionada com o curso da floração.

A indução de polinização de *Brassica napus* eleva significativamente a produtividade de síliquas e grãos.

A introdução e o manejo dirigido de colônias de *Apis mellifera* em lavoura de canola, durante o período de floração, eleva a produtividade de sementes.

ANEXOS

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

GENERAL ORIENTATIONS

ZOOLOGIA, the journal of the Sociedade Brasileira de Zoologia (SBZ), publishes original scientific articles on Zoology, authored by members and non-members of the Society. Members of the SBZ publish free of charge, whereas non-members are required to pay page charges, as indicated in the updated price list published in the Society's homepage (<http://www.sbzoologia.org.br>).

Manuscripts should be prepared solely in English. Manuscript submission to ZOOLOGIA is available online only at the address <http://submission.scielo.br/index.php/ZOOLOGIA/index>. The system is user-friendly and allows authors to monitor the submission process. If you have any difficulty with the system, there are many tutorials at the SBZool site that can help you. All documents should be prepared with a word-processor software (preferably MS WORD or compatible).

ZOOLOGIA refrains from publishing simple occurrence notes, new records (e.g. geographic, host), distribution notes, case studies, list of species, and similar purely descriptive studies, unless well justified by the authors. Justification should be sent prior submission to the Managing Editor.

RESPONSIBILITY

Manuscripts are received by ZOOLOGIA with the understanding that:

- all authors have approved submission;
- the results or ideas contained therein are original;
- the paper is not under consideration for publication elsewhere and will not be submitted elsewhere unless rejected by ZOOLOGIA or withdrawn by written notification to the Managing Editor;
- the manuscript has been prepared according to these instructions to authors;
- if accepted for publication and published, the article, or portions thereof, will not be published elsewhere unless consent is obtained in writing from the Managing Editor;
- reproduction and fair use of articles in ZOOLOGIA are permitted provided the intended use is for nonprofit educational purposes. All other use requires consent and fees where appropriate;
- the obligation for page charges and text revision fees is accepted by the authors.
- the authors are fully responsible for the scientific content and grammar of the article.
- the authors agree with additional fees associated with English revisions, if necessary.

FORMS OF PUBLICATION

Articles: original articles on all areas of the Zoology.

Short Communications: this form of publication represents succinct, definitive information (as opposed to preliminary results) that does not lend itself to inclusion in a typical, more comprehensive article. A new or modified technique may be presented as a research note only if the technique is not to be used in ongoing studies. Ordinarily, tech-

niques are incorporated into the materials and methods section of a regular article.

Review articles: only invited reviews are published. Unsolicited reviews should not be submitted, but topics may be suggested to the editor or members of the editorial board.

Opinion: letters to the editor, comments on other publications and ideas, overviews and other texts that are characterized as the opinion of one or a group of scientists.

Book reviews: books having a broad interest to the membership of the Society are reviewed by invitation.

Short biography: biography of important zoologists that significantly contributed with the knowledge on animal sciences.

MANUSCRIPTS

The text must be left-justified and the pages and lines should be numbered. Use the Times New Roman font, 12 points. The front page must include: 1) the title of the article including the name(s) of the higher taxonomic category(ies) of the animals treated; 2) the name(s) of the author(s) with their professional affiliation, only for correspondence purposes, additional affiliations should be included in the Acknowledgments section; 3) name of the Corresponding Author with complete addresses for correspondence, including e-mail; 4) an abstract in English; 5) up to five key words in English, in alphabetical order and different of those words used in the title. The total information on the items 1 to 5 cannot exceed 3,500 characters including the spaces, except if authorized by the Managing Editor.

Literature citations should be typed in small capitals, as follows: SMITH (1990), (SMITH 1990), SMITH (1990: 128), SMITH (1990, 1995), LENT & JURBERG (1965), GUIMARAES *et al.* (1983). Articles by the same author or sequences of citations should be in chronological order.

Only the names of genera and species should be typed in italics. The first citation of an animal or plant taxon in the text must be accompanied by its author's name in full, the date (of plants, if possible) and the family.

The manuscript of scientific articles should be organized as indicated below. Other major sections and subdivisions are possible but the Managing Editor and the Editorial Committee should accept the proposed subdivision.

ARTICLES AND INVITED REVIEW

Title. Avoid verbiage such as "preliminary studies on...", "aspects of ...", and "biology or ecology of...". Do not use author and date citations with scientific names in the title. When taxon names are mentioned in the title, it should be followed by the indication of higher categories in parenthesis.

Abstract. The abstract should be factual (as opposed to indicative) and should outline the objective, methods used, conclusions, and significance of the study. Text of the abstract should not be subdivided nor should it contain literature citations (exceptions are analyzed by the editors). It should contain a single paragraph.

Key words. Up to five key words in English, in alphabetical order and different of those words used in the title, separated by semicolon. Avoid using composite key words.

Introduction. The introduction should establish the context of the paper by stating the general field of interest, presenting findings of others that will be challenged or expanded, and specifying the specific question to be addressed. Accounts of previous work should be limited to the minimum information necessary to give an appropriate perspective. The introduction should not be subdivided.

Material and Methods. This section should be short and concise. It should give sufficient information to permit repetition of the study by others. Previously published or standard techniques must be referenced, but not detailed. If the material and methods section is short, it should not be subdivided. Avoid extensive division into paragraphs.

Results. This section should contain a concise account of the new information. Tables and figures are to be used as appropriate, but information presented in them should not be repeated in the text. Avoid detailing methods and interpreting results in this section.

Taxonomic papers have a distinct style that must be adhered to in preparing a manuscript. In taxonomic papers the results section is to be replaced by a section headed TAXONOMY, beginning at the left-hand margin. The description or redescription of species is accompanied by a taxonomic summary section. The **taxonomic summary** section comprises a listing of site, locality and specimens deposited (with respective collection numbers). The appropriate citation sequence and format include: COUNTRY, Province or State: City or County (minor area as locality, neighborhood, and others, lat long, altitude, all in parenthesis), number of specimens, sex, collection date, collector followed by the word *leg.*, collection number. This is a general guideline that should be adapted to different situations and groups. Several examples can be found in the previous numbers of the ZOOLOGIA. The taxonomic summary is followed by a remarks section (Remarks). The Remarks section replaces the discussion of other articles and gives comparisons to similar taxa. Museum accession numbers for appropriate type material (new taxa) and for voucher specimens (surveys) are required. Type specimens, especially holotypes (syntypes, cotypes), should not be maintained in a private collection. Appropriate photographic material should be deposited if necessary. Frozen tissues must also include accession numbers if deposited in a museum.

Discussion. An interpretation and explanation of the relationship of the results to existing knowledge should appear in the discussion section. Emphasis should be placed on the important new findings, and new hypotheses should be identified clearly. Conclusions must be supported by fact or data. Subdivisions are possible. A section labeled Conclusion is not allowed in ZOOLOGIA.

Acknowledgments. These should be concise. Ethics require that colleagues be consulted before being acknowledged for their assistance in the study.

Literature Cited. Citations are arranged alphabetically. All references cited in the text must appear in the literature cited section and all items in this section must be cited in the text. Citation of unpublished studies or reports is not permitted, i.e., a volume and page number must be available for serials and a city, publisher, and full pagination for books. Abstracts not subjected to peer review may not be cited. Work may be cited as "in press" only exceptionally and until the copyediting stage when the reference should

be completed or suppressed if not published by then. If absolutely necessary, a statement may be documented in the text of the paper by "pers. comm.", providing the person cited is aware of the manuscript and the reference to his person therein. Personal communications do not appear in the Literature Cited section. The references cited in the text should be listed at the end of the manuscript, according to the examples below. The title of each periodical must be complete, without abbreviations.

Periodicals

NOGUEIRA, M.R.; A.L. PERACCHI & A. POL. 2002. Notes on the lesser white-lined bat, *Saccopteryx leptura* (Schreber) (Chiroptera, Emballonuridae), from southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 19 (4): 1123-1130.

LENT, H. & J. JURBERG. 1980. Comentários sobre a genitália externa masculina em *Triatoma* Laporte, 1832 (Hemiptera, Reduviidae). *Revista Brasileira de Biologia* 40 (3): 611-627.

SMITH, D.R. 1990. A synopsis of the sawflies (Hymenoptera, Symphita) of America South of the United States: Pergidae. *Revista Brasileira de Entomologia* 34 (1): 7-200.

Books

HENNIG, W. 1981. *Insect phylogeny*. Chichester, John Wiley, XX+514p.

Chapter of book

HULL, D.L. 1974. Darwinism and historiography, p. 388-402. In: T.F. GUCK (Ed.). *The comparative reception of Darwinism*. Austin, University of Texas, IV+505p.

Electronic resources

MARINONI, L. 1997. Sciomyzidae. In: A. SOLIS (Ed.). *Las Familias de insectos de Costa Rica*. Available online at: <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/texto630.html> [Accessed: date of access].

Illustrations. Photographs, line drawings, graphs, and maps should be termed figures. Photos must be clear and have good contrast. Please, organize, whenever possible, line drawings (including graphics, if it is the case) as plates of figures or pictures considering the size of the page of the journal. The size of an illustration, if necessary, should be indicated using horizontal or vertical scale bars (never as a magnification in the legend). Each figure must be numbered in Arabic numerals in the lower right corner. When preparing the illustrations, authors should bear in mind that the journal has a matter size of 17.0 by 21.0 cm and a column size of 8,3 by 21,0 cm including space for captions. Figures must be referred to in numerical sequence in the text; indicate the approximate placement of each figure in the margins of the manuscript. All figures should be inserted at the end of the text, following the tables for review purposes. The authors should be aware that, if accepted for publication in ZOOLOGIA, all figures and graphics should be sent to the editor in the adequate quality (below). Illustrations must be saved and sent as separate TIFF files with LZW compression. The required final resolution is 300 dpi for half-tone or color photos and 600 dpi for line art. The illustration files should be uploaded to the submission system as a supplementary file. Upload is limited to 10 MB per file. Color figures can be published if the additional cost are covered by the the au-

thors. Alternatively, the authors may choose to publish black and white illustrations in the paper version of the manuscript and retain the color versions in the electronic version at no additional cost. These same figures should be incorporated, with good lower resolution, directly in the manuscript for review purposes only. Captions of the figures should be typewritten right after the References. Use a separate paragraph for the caption of each figure or group of figures.

Tables. Tables should be generated by the table function of the word-processing program being used, numbered in Roman numerals and inserted after the list of figures captions. Do not use paragraph marks inside of table cells.

SHORT COMMUNICATIONS

Manuscripts are to be organized in a format similar to original articles with the following modifications.

Text. The text of a research note (i.e. Introduction + Material and methods + Discussion) is written directly, without sections. Acknowledgments may be given, without heading, as the last paragraph. Literature is cited in the text as described for articles.

Literature cited, figures captions, tables, and figures. These items are in the form and sequence described for articles.

OPINIONS

Title. Simply provide a title for the opinion.

Text. Should be concise, objective and contain no figures (unless absolutely necessary).

Name and address of author. This information follows the text or, if present, the literature cited section. The reviewer's name should be in bold type.

BOOK REVIEWS

Title. Give the title of the book, cited as indicated below:

Toxoplasmosis of Animals and Man, by J.P. DUBEY & C.P. BEATTIE. 1988. Boca Raton, CRC Press, 220p.

The words "edited by" are substituted for "by" when appropriate.

Text. The text usually is not subdivided. If literature must be cited, a headed literature cited section follows the text in the style described for articles. Figures and tables should not be used.

Name and address of author. This information follows the text or, if present, the literature cited section. The reviewer's name should be in bold type.

SHORT BIOGRAPHIES

Title. Give the name of the person for which this biography is being written in boldface, followed by the date of birth and death (if it is the case), in parenthesis: **Lauro Travassos (1890-1970)**

Text. The text usually is not subdivided. If literature must be cited, a headed literature cited section follows the text in the style described for articles. Figures and tables should not be used.

Name and address of author. This information follows the text or, if present, the literature cited section. The reviewer's name should be in bold type.

PROCEDURES

Manuscripts submitted to ZOOLOGIA will be initially evaluated by the Managing and Assistant Editor for adequacy and to determine the specific area. A first evaluation of the English (if it is the case) is performed at this moment. Manuscripts with problems may be returned to the authors. Once the area is determined/confirmed, the manuscript is sent to the appropriate Section Editor by the Managing Editor. The Section Editor sends the manuscript for Reviewers. The copies of the manuscript with the Reviewers' comments and the Section Editor's decision will be returned to the corresponding author for evaluation. The authors have up to 30 days to respond or comply to the revision and return revised version of the manuscript to the adequate area of the electronic system. Once approved, the original manuscript, Reviewers comments, Section Editor's comments, together with the corrected version and the respective figure files, properly identified, are returned to the Managing Editor. Exceptionally, the Managing Editor may, after consultation with the Section Editors, modify the recommendation of the Reviewers and Section Editor, based on adequate justification. Later changes or additions to the manuscript may be rejected. A copyedited version of the manuscript is sent to authors for approval. It represents the last chance for the author to make any substantial changes to the text, as the next stage is restricted to typographic and formatting corrections. Electronic proofs will be submitted to the corresponding author prior to publication for approval.

REPRINTS

The corresponding author will receive an electronic reprint (in PDF format) after publication. Authors may print and distribute hardcopies of their article on demand. Authors may also send the electronic file to individuals, as one would send a printed reprint. However, we would appreciate if you refrain from distributing PDF files via discussion groups and bulk-mail systems. It is important for ZOOLOGIA that users access the journal homepage for statistical purposes. By doing this, you are helping increase the indexes of quality of ZOOLOGIA.

VOUCHER AND TYPE SPECIMENS

Manuscripts must report the museums or the institutions where the specimens (types or vouchers) are deposited and respective deposit numbers whenever possible.



ISSN 0100-204X *versão impressa*
ISSN 1678-3921 *versão online*

Instruções aos autores

Análise dos artigos

A Comissão Editorial faz a análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista, formulação do objetivo de forma clara, clareza da redação, fundamentação teórica, atualização da revisão da literatura, coerência e precisão da metodologia, resultados com contribuição significativa, discussão dos fatos observados em relação aos descritos na literatura, qualidade das tabelas e figuras, originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassa a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério é aplicado somente aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

Forma e preparação de manuscritos

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos e não podem ter sido encaminhados a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas, Novas Cultivares e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor.

Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.

O texto deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, com margens de 2,5 cm e com páginas e linhas numeradas.

Organização do Artigo Científico

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

Artigos em português - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.

Artigos em inglês - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Index terms, título em português, Resumo, Termos para indexação, Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, tables, figures.

Artigos em espanhol - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, Abstract, Index terms, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, cuadros e figuras.

O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.

O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

Título

Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.

Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

Deve ser iniciado com palavras chaves e não com palavras como “efeito” ou “influência”.

Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário.

Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.

As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura.

Nomes dos autores

Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção “e”, “y” ou “and”, no caso de artigo em português, espanhol ou em inglês, respectivamente.

O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses, correspondente à chamada de endereço do autor.

Endereço dos autores

São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente.

Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.

Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

Resumo

O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separado do texto por travessão.

Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos.

Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos, os resultados e a conclusão.

Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.

O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

Termos para indexação

A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.

Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.

Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.

Não devem conter palavras que componham o título.

Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.

Devem, preferencialmente, ser termos contidos no AGROVOC: Multilingual Agricultural Thesaurus (http://www.fao.org/aims/ag_intro.htm) ou no Índice de Assuntos da base SciELO (<http://www.scielo.br>).

Introdução

A palavra Introdução deve ser centralizada e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

Deve ocupar, no máximo, duas páginas.

Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.

O último parágrafo deve expressar o objetivo de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

Material e Métodos

A expressão Material e Métodos deve ser centralizada e grafada em negrito; os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.

Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.

Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.

Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.

Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.

Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.

Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.

Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.

Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

Resultados e Discussão

A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

Deve ocupar quatro páginas, no máximo.

Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos.

As tabelas e figuras são citadas seqüencialmente.

Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos em relação aos apresentados por outros autores.

Evitar o uso de nomes de variáveis e tratamentos abreviados.

Dados não apresentados não podem ser discutidos.

Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.

As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.

Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.

As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

Conclusões

O termo Conclusões deve ser centralizado e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo.

Devem ser elaboradas com base no objetivo do trabalho.

Não podem consistir no resumo dos resultados.

Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.

Devem ser numeradas e no máximo cinco.

Agradecimentos

A palavra Agradecimentos deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

Devem ser breves e diretos, iniciando-se com “Ao, Aos, À ou Às” (pessoas ou instituições).

Devem conter o motivo do agradecimento.

Referências

A palavra Referências deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.

Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 6023 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.

Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração.

Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.

Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.

Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.

Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.

Devem ser trinta, no máximo.

Exemplos:

Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos)

AHRENS, S. A fauna silvestre e o manejo sustentável de ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p.153-162.

Artigos de periódicos

SANTOS, M.A. dos; NICOLÁS, M.F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.67-75, 2006.

Capítulos de livros

AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.

Livros

OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. **Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de produção, 6).

Teses

HAMADA, E. **Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR**. 2000. 152p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Fontes eletrônicas

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa Agropecuária Oeste**: relatório do ano de 2003. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 97p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 66). Disponível em: <<http://www.cpao.embrapa.br/publicacoes/ficha.php?tipo=DOC&num=66&ano=2004>>. Acesso em: 18 abr. 2006.

Citações

Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados.

A autocitação deve ser evitada.

Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 10520 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.

Redação das citações dentro de parênteses

Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.

Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.

Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.

Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.

Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.

Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento original, seguido da expressão "citado por" e da citação da obra consultada.

Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.

Redação das citações fora de parênteses

Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

Fórmulas, expressões e equações matemáticas

Devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte Times New Roman.

Não devem apresentar letras em itálico ou negrito, à exceção de símbolos escritos convencionalmente em itálico.

Tabelas

As tabelas devem ser numeradas seqüencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após as referências.

Devem ser auto-explicativas.

Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.

Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.

O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.

No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.

Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.

Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo.

Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.

Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a probabilidade.

Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares. Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.

As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.

Notas de rodapé das tabelas

Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.

Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.

Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ns (não-significativo); * e ** (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Figuras

São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.

Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.

O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.

Devem ser auto-explicativas.

A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.

Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.

Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.

O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração.

As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.

Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).

Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.

As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.

Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura.

Devem ser gravadas nos programas Word, Excel ou Corel Draw, para possibilitar a edição em possíveis correções.

Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.

No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis).

Não usar negrito nas figuras.

As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto.

Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.

Notas Científicas

Notas científicas são breves comunicações, cuja publicação imediata é justificada, por se tratar de fato inédito de importância, mas com volume insuficiente para constituir um artigo científico completo.

Apresentação de Notas Científicas

A ordenação da Nota Científica deve ser feita da seguinte forma: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, texto

propriamente dito (incluindo introdução, material e métodos, resultados e discussão, e conclusão, sem divisão), Referências, tabelas e figuras.

As normas de apresentação da Nota Científica são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:

Resumo com 100 palavras, no máximo.

Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.

Deve apresentar, no máximo, 15 referências e duas ilustrações (tabelas e figuras).

Novas Cultivares

Novas Cultivares são breves comunicações de cultivares que, depois de testadas e avaliadas pelo Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), foram superiores às já utilizadas e serão incluídas na recomendação oficial.

Apresentação de Novas Cultivares

Deve conter: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, título em inglês, Abstract, Introdução, Características da Cultivar, Referências, tabelas e figuras. As normas de apresentação de Novas Cultivares são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:

Resumo com 100 palavras, no máximo.

Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.

Deve apresentar, no máximo, 15 referências e quatro ilustrações (tabelas e figuras).

A introdução deve apresentar breve histórico do melhoramento da cultura, indicando as instituições envolvidas e as técnicas de cultivo desenvolvidas para superar determinado problema.

A expressão Características da Cultivar deve ser digitada em negrito, no centro da página.

Características da Cultivar deve conter os seguintes dados: características da planta, reação a doenças, produtividade de vagens e sementes, rendimento de grãos, classificação comercial, qualidade nutricional e qualidade industrial, sempre comparado com as cultivares testemunhas.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)