

COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA

OUTBREAKS OF *Lobiopa insularis* (LAPORTE, 1840) (COLEOPTERA: NITIDULIDAE, NITIDULINAE) IN THE STATE OF ESPÍRITO SANTO, BRAZIL

Raíza Rainha Dorzenoni¹, Maurício José Fornazier², José Salazar Zanuncio Junior³, David dos Santos Martins⁴, Débora Lorenção Fornazier⁵, Maurício Lorenção Fornazier⁶, Luciana Aparecida Botacin⁷ e Andrea Ferreira da Costa⁸

¹Pós-graduanda, Bióloga, Bolsista, do Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência técnica e Extensão Rural, Incaper, Rod. BR 262, km 94, Fazenda Experimental Mendes da Fonseca, Domingos Martins, ES, CEP:29278-000, raizarainha@outlook.com, ²Doutor, Pesquisador do Incaper, mauriciofornazier@gmail.com, ³Doutor, Pesquisador do Incaper, jjzanuncio@gmail.com, ⁴Doutor, Pesquisador do Incaper, davidmartins@incaper.es.gov.br, ⁵Graduada em Agronomia pela Universidade Federal do Espírito Santo, deborafornazier@gmail.com, ⁶Graduando em Biologia pela Universidade Federal do Espírito Santo, campus Alegre, mauzier_lf@hotmail.com, ⁷Graduanda em Biologia pela Universidade Federal do Espírito Santo, campus Alegre, lucianabotacin@gmail.com; ⁸Doutora, Pesquisadora do Incaper, andreacosta_2000@yahoo.com.br

ABSTRACT- *Lobiopa insularis* (Laporte, 1840) (Coleoptera: Nitidulidae, Nitidulinae), the strawberry sap beetle, is an important economic pest in strawberry cultivation, as several countries report its appearance not only in strawberry cultivation but also in other fruit crops such as raspberry, and blueberry. This paper aimed to relate the occurrence of outbreaks of this insect pest causing economic damage to strawberry in the state of Espírito Santo, Brazil. Despite of this insect be considered as a secondary pest, it has been generating significant amount of damage to strawberry smallholders, mainly due to strawberry “pick and pay” commercialization. The biggest difficulty among producers is the right management of this pest because no chemical or biological control is registered in Brazil. This pest is reported in almost all Brazilian states, except the Northeast. Actions for alternative management of this insect are needed to be improved in the studied region.

KEYWORDS: Economic damage. Strawberry sap beetle. Spread.

RESUMO- *Lobiopa insularis* (Laporte, 1840) (Coleoptera: Nitidulidae, Nitidulinae) é uma importante praga no cultivo econômica de morangueiro em todo mundo, pois vários países relatam o seu aparecimento, não somente em cultivo de morango, mas também em framboesa e mirtilo. Este trabalho relata a ocorrência de surtos desse inseto causando danos econômicos no Estado do Espírito Santo, Brasil. Apesar de ser praga secundária, ela tem causado prejuízo significativo para o produtor de morango, principalmente devido ao comércio para consumo do produto 'in natura' estar crescendo, associado à venda direta no sistema colha e pague. A maior dificuldade para os produtores é a realização do adequado manejo dessa praga em morangueiro devido à inexistência de produtos químicos ou biológicos registrados para seu controle no Brasil. Esta praga é relatada em quase todos os estados brasileiros, com exceção da região Nordeste. Ações para o manejo alternativo desse inseto são necessárias na região estudada.

PALAVRAS-CHAVE: Dano econômico. Broca-do-fruto. Distribuição.

Cultivation of small fruits is generally characterized by production accessible to small producers, good economic return in short term, good adaptation to socioeconomic conditions of local environment, high demand for labor, possibility of cultivation in organic system, and higher demand than supply (POLTRONIERI, 2003). In the state of Espírito Santo, Brazil, strawberry (*Fragaria x ananassa*, Rosaceae) cropping is located in mountainous areas of the Central-South region being mostly found on small farms, on the sides of the BR-262 road. The partnership cultivation is dominant in strawberry crops, and the labor is basically from small family producers (FORNAZIER et al., 1986). Currently the state has a planted area circa 300

ha, with production of ~10,000 tons of fruit, and crops are distributed at the districts of Pedra Azul, municipality of Domingos Martins, Caxixe, in the municipality of Venda Nova do Imigrante; Garrafão, in the municipality of Santa Maria de Jetibá, and in the municipality of Afonso Cláudio, considered as the region of the Strawberry Pole of this Brazilian state (INCAPER, 2015).

Sap beetles (Coleoptera: Nitidulidae) may feed on flowers, fungi, fruits, sap, stored products, and fermenting plant tissues from a diversity of cultures. Sap beetles may carry a lot of microorganisms that is responsible by plant diseases, and acting associated to yeasts and other fungi may cause fermentation of infested plants (DOWD; WEBER, 1991). They are often considered minor pests, however, can cause direct damage to fresh fruits, and be responsible to contamination of products caused by adults and larvae (RONDON et al., 2017).

Lobiopa insularis (Laporte, 1840) (Coleoptera: Nitidulinae, Nitidulidae), the strawberry sap beetle, is worldwide one of the most important sap beetles. This species has been found in high populations in the strawberry cropping region of the state of Espírito Santo, Brazil, and causing direct economic damage to fruits of strawberry. It is a polyphagous insect that feeds on fruits of several crops such as apple, banana, fig, grape, guava, melon, orange, peach, strawberry, and tomato (CALLAHAN, 1958; LUSSENHOP; WICKLOW, 1990, DOWD; WEBER, 1991; BERNARDI et al., 2015), and may cause economic losses in ripe fruits of strawberry (BENA; FUHRMANN, 2009). Adults are approximately 8 mm long, light brown in color with dark yellowish spots on the back. Females put eggs inside the fruits, preferring the more mature ones, and in those that has direct contact with the plastic mulch that covers the growing bed, giving rise to the larvae. Both larvae and adults cause damage to fruits by feeding on their pulp, and making them useless for commercialization (BOTTON et al., 2014). Last instar larvae leave the fruit to litter in the soil near the plants. The longevity of males is approximately 270 days, and females 318 days, with the biological cycle (egg-adult) of about 37 days at 25°C (BERNARDI et al., 2015) (Figure 1).

The genus *Lobiopa* Erichson, 1843 is endemic to the Neotropical region, comprises eighteen species, eight of which occur in Brazil, and *L. insularis* is the species with largest geographical distribution of this genus. It occurs in the Caribbean, and Americas, from the USA to Argentina (BENA; FUHRMANN, 2009). Although it is an important pest, little information is available on the biology of this species, particularly due to the difficulty of maintaining laboratory populations because of the reduced conservation of ripe strawberries (BORTOLI BORTOLI; MACHOTA JR; BOTTON, 2014). One of the main difficulties in the management of this sap beetle is its preference for ripe fruits, where it housed internally. In this case, as the fruit is harvested daily, the use of chemicals becomes impracticable due to the high risk of finding chemical residues (BRAZILIAN NATIONAL HEALTH SURVEILLANCE AGENCY, 2013).

Outbreaks of the strawberry sap beetle may occur with rapid growth of population. Adults can be attracted by ripe fruits in agricultural settings such as apple, blueberry, melon, peach, pineapple, raspberry, strawberry, tomato, dried fruit, as well as maize and stored corn where they may feed, and reproduce (GRECCO et al., 2017).

Figure 1: *Lobiopa insularis* (Laporte, 1840) (Coleoptera: Nitidulidae, Nitidulinae): adult insect (A), damage to fruit (B), larva (C); fruit damaged by the larva under field conditions (D).



For the first time *L. insularis* is recorded occurring in severe outbreaks of attack on strawberry crop in the state of Espírito Santo, Brazil, and causing economic damage. The first record of its occurrence in this Brazilian state was in 1978, with reports of early fruit damage in strawberry. Subsequent report of population outbreak was carried out in 1985, in strawberry crops at the district of Pedra Azul, municipality of Domingos Martins (FORNAZIER et al., 1986).

The strawberry sap beetle has been reported in 15 plant species around the world, mainly in strawberry, and raspberry (*Rubus idaeus*). In the United States this species has been reported associated with corn crops, orange, raspberry, and strawberry, causing damage to bee hives, feeding on the remains of a wide variety of foods such as fermentation substrates, plant sap and flowers. About 70% of worldwide reports of damage caused by this insect are found in Brazil, where it has been associated with blueberry, raspberry, strawberry, jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*), beans of *Canavalia ensiformis*, and causing damage to canjerana cedar (*Cabrlea canjerana*), gerbera (*Gerbera jamesonii*), chrysanthemum (*Chrysanthemum* sp.), cucumber (*Cucumis sativus*), and *Duguetia marcgraviana*. However, strawberry is reported as the crop most attacked by this insect. Among all Brazilian states, the largest number of reports (75%) of the attack of this pest can be found in the state of Rio Grande do Sul, in the south Brazil (Table 1 and 2).

Table 1: Reports of occurrence of *Lobiopa insularis* (Laporte, 1840) (Coleoptera: Nitidulidae, Nitidulinae) in strawberry crop in Brazil

Country	Region	References
Brazil	South	WILLIAMS; DE SALLES, 1986; NAKASU et al., 2004; ANTUNES et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2008; CAPENEDO et al., 2009; COCCO et al., 2009; NORMBERG et al., 2010; BERNARDI et al., 2010; BERNARDI et al., 2011; BRUGNARA et al., 2011; OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2011; PINENT et al., 2011; AMARAL et al., 2012; ANTUNES et al., 2012; GONÇALVES et al., 2012; NONDILLO et al., 2012; STASSBURGUER et al., 2012; WITTER et al., 2012; ARAUJO et al., 2013; FORNARI et al., 2013; MARCHI et al., 2013; SANTOS; PAULA, 2013; BOTTON et al., 2014 LAZZAROTTO; FIORAVANÇO, 2014; MATTOSO et al., 2014; SANTOS et al., 2014; BERNARDI et al., 2015; GONÇALVES et al., 2015; MARCHI et al., 2015; SILVA et al., 2017
	Southeast	FORNAZIER et al., 1986; WATANABE et al., 1994; SAEGER, 2007; CALEGARIO; IWASSAKI; HAMMES, 2008; MORAIS et al., 2008; IWASSAKI et al., 2009; NICASTRO, 2009; SANTOS, 2010; YURI et al., 2011
	Middle-West	SILVA; NETTA, 2009; MICHEREFF FILHO et al., 2010; GUIMARÃES et al., 2010; RIBEIRO et al., 2011; GRAVINA et al., 2014; MOURA et al., 2015
	North	MOLITERNO, 2017
	Northeast	No report

In the United States (Table 2), besides strawberry this pest was found in maize (*Zea mays*), orange (*Citrus sinensis*), *Eugenia* (Mirtaceae), residual fruit compost, European bee hive, surrounding swamps, palm (Arecaceae), and atemoia (*Annona atemoya*) (Kelts, 2004). Myers (2001) reported there are more than 4,500 species of sap beetles, and about 165 species of them occurring in North America. In Florida, 21 genera have been reported, and species in these genera are typically the most problematic agricultural pests. Nine species were found in Florida strawberries, and *L. insularis* was the second most frequent sap beetle recorded, but several other smaller species inhabit the fields (POTTER et al., 2013; RONDON et al., 2017).

The follow-up of *L. insularis* infested crops in the Espírito Santo Mountains region showed that this coleopteran is widespread in all strawberry cultivation regions of this Brazilian state. In this region, this sap beetle was also found associated with *Morus nigra* fruits, both in the plant, and fallen to the ground. It was also collected from peach fields, on ground fruits, and fruits of italian tomatoes discarded from the trade. However, the main association of occurrence of this pest was in strawberry in which this insect was mainly associated with crops with more advanced stage of fruit maturation. This was caused due to the excess of fruits in the market, and the new harvest and pay mode associated with rural tourism. Also, the traditional unprotected open field cultivation system may be favoring outbreaks of this pest. However, with the growing flow of tourists to this Mountains region of this state, producers have been investing in direct trade, in the "pick and pay" format, where consumers directly harvest the fruit from the plants. Thus, fruits have to remain ripe longer under field conditions, and consequently with longer period of exposure to this pest infestation.

Tabela 2: Reports of worldwide occurrence of *Lobiopa insularis* (Laporte, 1840) (Coleoptera: Nitidulidae, Nitidulinae)

Country	Region	Crops	References
Brazil	South	<i>Rubus idaeus</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i>	SANTOS et al., 2014
	Southeast	<i>Artocarpus heterophyllus</i> , <i>Canavalia ensiformis</i> , <i>Rubus idaeus</i> , <i>Gerbera jamesonii</i> , <i>Chrysanthemum</i> sp., <i>Cucumis sativus</i> , <i>Cabralea oblongifoliol</i>	WATANABE et al., 1994; PIZO, 1997; BENA; FUHRMANN, 2009; NICASTRO, 2009
	Middle-West	<i>Duguetia marcgraviana</i>	SILVA; NETTA, 2010
	North	<i>Fragaria</i> spp.	MOLITERNO, 2017
	Northeast	No report	No report
USA		<i>Zea mays</i> , <i>Citrus sinensis</i> , bee hive, <i>Eugenia l.</i> (Mirtaceae), residual fruit compost, swamp surroundings, strawberry	VOGT, 1915; MYERS, 2001; LAGO et al., 2002; LIU et al., 2006; KENDRA et al., 2007; ATKINSON; ELLIS, 2011; WRIGHT, 2013; KALSI, 2014; RONDON et al., 2017
Canary Islands		<i>Phoenix canariensis</i>	LASON; PRZEWOZNY, 2009
Australia		<i>Annona atemoya</i>	BLANCHE; CUNNINGHAM, 2005
Puerto Rico		<i>Annona</i> spp.	JENKINS, 2015
North America		Species of beetles in family Nitidulidae	PARSONS, 1938
Dominican Republic		Beetle fauna diversity	PECK; COOK; HARDY Jr., 2002; PECK, 2006

The strawberry sap beetle is an important pest in crops where its occurrence was found in the state of Espírito Santo, Brazil, mainly in the soft fruits' cultivation of strawberry, and raspberry. Outbreaks of this insect have been associated mainly in crops harvested in the "pick and pay" system, and in periods of the year with excess of fruit production, where more mature fruits are found under field conditions. Effective management of this insect is important to reduce its population. This management should be performed through attractive bait to adult beetles, removing the leftovers of the ripe strawberry from the crop to avoid new infestations, and destruction of larvae-infested fruits. Protected cultivation in a closed tunnel is an option to reduce the strawberry sap beetle population due to the physical barrier to the access of this pest in the plantation. There are no chemicals registered in Brazil to control this insect in strawberry crop.

REFERENCES

AMARAL, P. A. et al. Desempenho de mudas de morangueiro cv. strawberry festival em substrato com diferentes quantidades de esterco de peru. SIMPÓSIO NACIONAL DE MORANGO/ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL,

2012, Pelotas. **Anais do VI Simpósio nacional de morango e V Encontro sobre pequenas frutas nativas do Mercosul**. Rio Grande do Sul: 2012.

ANTUNES, L. et al. Tecnologia para produção de frutas e mudas de morangueiro. SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO-SENAFRUT, 10º, São Joaquim, SC. **Anais do Seminário nacional sobre fruticultura de clima temperado**. São Joaquim: 2012.

ARAUJO, V. et al. Influência na adubação foliar à base de água de xisto na produção de morangueiro Camarosa e Camino real. JORNADA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA-CONGREGA URCAMP-11º, 2013, Pelotas-RS. **Anais do Congresso UNICAMP**. Pelotas-RS. 2013.

ATKINSON, E. B; ELLIS, J. D. Adaptive behavior of honeybees (*Apis mellifera*) toward beetle invaders exhibiting various levels of colony integration. **Physiological Entomology**, v. 36, n. 3, p.282-289. 2011. Available at: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-3032.2010.00774.>>. Accessed: 22 feb. 2019.

BENA, D. C, FUHRMANN, J. Descrição do primeiro e último instares larvais de *Lobiopa insularis* (Laporte) (Coleoptera, Nitidulidae). REUNIÃO ANUAL DO INSTITUTO BIOLÓGICO-RAIB, 22, 2009. **Anais do 22º Reunião anual do Instituto Biológico**. São Paulo: 2009.

BERNARDI, D. et al. **Bioecologia, monitoramento e controle de *Chatosiphon fragaefolli* (Cockerell, 1901) (Hemiptera: Aphididae) na cultura do morangueiro**. Bento Gonçalves, RS, 2011. 8p. (Circular Técnica, 84).

BERNARDI, D. et al. **Bioecologia, monitoramento e controle do ácaro-rajado com o emprego da azadiractina e ácaros predadores na cultura do morangueiro**. Bento Gonçalves, RS, 2010. (Circular Técnica, 83).

BERNARDI, D. et al. Broca-do-morango. **Guia para a identificação e monitoramento de pragas e seus inimigos naturais em morangueiro**. Brasília: EMBRAPA, 2015. p.31-32.

BLANCHE, R; CUNNINGHAM, S. A. Rain forest provides pollinating beetles for atemoya crops. **Horticultura Entomology**. v. 98, n.4, p. 1193 – 1201, 2005.

BORTOLI, L. G; MACHOTA Jr., R; BOTTON, M. Biologia e tabela de fertilidade da broca-do-morangueiro criada em dieta artificial. 2014. Available at: <<https://www.researchgate.net/publication/275636230>>. Accessed: 28 mar. 2019.

BOTTON, M. et al. **Biologia, Monitoramento e Controle de *Lobiopa insularis* (Castelnau, 1840) (Coleoptera: Nitiduliade) na Cultura do Morangueiro no Rio Grande do Sul**. Bento Gonçalves, RS, 2014. 8p. (Circular Técnica, 113).

BRAZILIAN NATIONAL HEALTH SURVEILLANCE AGENCY (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, BRASIL). **Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos**. Brasília-DF. Available at:

<portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/58a5580041a4f6669e579ede61db78cc/Relatório+PARA+2011-12+ +30_10_13_1.pdf?MOD=AJPERES>. Accessed: 24 jun. 2018.

BRUGNARA, E. C. et al. Desempenho do morangueiro sob filme de polietileno transparente e leitoso. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 27, n. 1, p.66-70, 2014.

BRUGNARA, E. C. et al. **Produção orgânica de diferentes cultivares de morangueiro cultivados em solo coberto com Acículas de pinus e plástico preto na região de Chapecó, SC**. Pelotas, RS, 2011. (Circular Técnica, 133).

CALLAHAN, P. S. Strawberry sap beetle, *Lobiopa insularis*. **Insect conditions in Louisiana**, Baton Rouge, v. 1, p. 15, 1958.

CAPENEDO, S. et al. **Resposta das cultivares de morangueiro Camarosa e Festival para diferentes adubações a base de torta de mamona**. 2010. Available at: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/865917/resposta-das-cultivares-de-morangueiro-camarosa-e-festival-para-diferentes-adubacoes-a-base-de-torta-de-mamona>>. Accessed: 28 mar. 2019.

COCCO, C. et al. Tamanho e forma de parcela em experimentos com morangueiro cultivado em solo ou em hidroponia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, 2009. v. 44, n.7, p. 681-686.

CALEGARIO, F. F; IWASSAKI, L. A; HAMMES, V. S. **A situação da cultura e o desenvolvimento da produção integrada do morangueiro no Estado de São Paulo**. São Paulo, 2008. Available at: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/16100/a-situacao-da-cultura-e-o-desenvolvimento-da-producao-integrada-do-morangueiro-no-estado-de-sao-paulo>>. Accessed: 20 mar. 2019.

DOWD, P. F.; WEBER, C. M. A labor-saving method for rearing a corn sap beetle, *Carpophilus freeman* Dobson (Coleoptera: Nitidulidae), on pinto beanbased diet. **Journal of Agricultural Entomology**, v. 3, n. 8, p. 149-153, 1991.

FERNANDES, D. R. R. et al. Nitidulidae (Coleoptera) associado a frutos de café (*Coffe arabica* L.). Cravinhos, 2012. Available at: <http://sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/7909/Coffee%20Science_v7_n2_p135-138_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Accessed: 23 jan. 2019.

FORNARI, R. et al. Evaluation of damage, food attractants and population dynamics of strawberry sap beet. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 380-385, 2013.

FORNAZIER, M. J. et al. **Constatação da broca do morango *Lobiopa insularis* no estado do Espírito Santo**, 1986. Available at: <<http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=753337&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22FORNAZIER,%20M.J.%22&qFacets=autoria:%22FORNAZIER,%20M.J.%22&sort=&paginaAtual=1>>. Accessed: 11 feb. 2019.

GARCIA, I. F. Coleópteros de la superfamilia Cucujoidea depositados em el Instituto de Ecología y Sistemática, la Habana, Cuba. **Poeyana**. v. 495, p.1 – 7, 2006.

GONÇALVES, M. et al. **Cultivares de morangueiro de dias curtos para a região de Pelotas-RS**. Pelotas, RS, 2015. 8p. (Circular Técnica,322).

GONÇALVES, M. et al. **Produção de morangueiro a partir de mudas com diferentes origens**. CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, XXII, Bento Gonçalves-RS. **Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura**. Bento Gonçalves-RS. 2012.

GRAVINA, C. S. et al. Eficiência de produtos alternativos sobre *Tetranychus urticae* e sua compatibilidade com *Neoseiulus californicus* em morangueiro. Congresso Brasileiro de entomologia-CBE, XXV, 2014, Goiânia. **Anais do XXV Congresso Brasileiro de Entomologia**, Goiás. 2014.

GRECCO, N. et al. **Traços da história de vida e análise da vida de *Lobiopa insularis* (Coleoptera: Nitidulidae) alimentados com morangueiro**, 2017. Available at: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180093>>. Accessed: 24 oct. 2018.

GUIMARÃES, J. A. et al. **Descrição e manejo das principais pragas do morangueiro**. Brasília, DF. 2010. 8p. (Circular técnica,90).

INCAPER (INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL). **Polos de fruticultura-morango**. 2015. Available at: <<https://incaper.es.gov.br/fruticultura-morango>>. Accessed: 14 feb. 2019.

IWASSAKI, L. A. et al. **Proposta de escala de cores para monitoramento de ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch) em cultura de morangueiro**. 2009. Available at: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/577398/proposta-de-escala-de-cores-para-monitoramento-de-acaro-rajado-tetranychus-urticae-koch-em-cultura-de-morangueiro>>. Accessed: 20 mar. 2019.

JENKINS, D. A. Attraction of pollinators to atemoya (*Annona squamosa* x *Annona cherimola*) in Puerto Rico using commercial lures and food attractants. **Horticultural Entomology**. v. 108, n. 4, p. 1923 – 1929, 2015.

KALSI, M. et al. Seasonal timing, abundance, and predatory status of arthropods associated with corn infested by picture winged flies (Diptera: Ulidiidae) in South Florida. *Florida Entomologist*, v. 97, n. 1: 168-178, <https://doi.org/10.1653/024.097.0123>. 2014.

KELTS, C. et al. Behavior and attraction of sap beetles to different stages of strawberry fruit. **Annual Meeting**. Available at: https://esa.confex.com/esa/2004/techprogram/program_57.htm. Accessed: 14 feb. 2019.

KENDRA, P. E. et al. Residential composting of infested fruit: a potential pathway for spread of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**, v. 90, n. 2, p. 314-320, 2007. Available at: <http://www.bioone.org/doi/full/10.1653/00154040%282007%2990%5B314%3ARCOIFA%5D2.0.CO%3B2>. Accessed: 12 feb. 2019.

LAGO, P. K. et al. The terrestrial coleopteran of Point Clear Island and surrounding marshlands, Hancock Country, Mississippi. **Journal of the Mississippi Academy of**

Sciences, v. 47, n. 4, p. 197-209, 2002. Available at: <<https://msacad.org/past-journals>>. Accessed: 11 mar. 2019.

LASON, A.; PRZEWOZNY, M. *Lobiopa insularis* (Castelnau, 1840) (Coleoptera Nitidulidae: Nitidulinae) – an introduced beetle species new for the Palearctic fauna. **Polish Journal of Entomology**, v. 78, p. 347 – 350, 2009.

LAZZAROTTO, J. et al. **Gest Fruit_Morango: Sistema para avaliações econômico-financeiras da produção de morangos**. Bento Gonçalves, RS, 2014. 15p. (Circular Técnica, 106).

LIU, H. et al. Insect herbivore faunal diversity among invasive, non-invasive and native *Eugenia* species: implications for the enemy release hypothesis. **Florida Entomologist**, v. 89, n. 4, p. 475-484, 2006. Available at: <<http://journals.fcla.edu/flaent/article/view/75585>>. Accessed: 18 feb.2019.

LUSSENHOP, J.; WICKLOW, D. T. Nitidulid Beetles (Nitidulidae: Coleoptera) as vectors of *Aspergillus flavus* in pre-harvest maize. **Transactions Mycological Society**, v. 31, p. 63-74, 1990.

MATTOSO, L. et al. Precocidade da produção de frutas em função do comprimento e da hidratação radicular de mudas de morangueiro. **V ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA CLIMA TEMPERADO**. p. 89. 2014. Available at: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/145352/1/Luis-eduardo1-Iniciacao-Cientifica-incluido.pdf>>. Accessed: 18 feb. 2019.

MARCHI, P. et al. Banco ativo de germoplasma de morangueiro-Situação atual. SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS PARA A AMÉRICA LATINA E CARIBE-SIGEALC, 10°, 2015. Bento Gonçalves. **Anais do 10° Simpósio de recursos genéticos para a América Latina e Caribe**. Rio Grande do Sul. 2015.

MARCHI, P. et al. Produção de frutas de morangueiro utilizando mudas de diferentes origens. ENCONTRO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO UFPEL-XVI, 2013, Pelotas. **Anais do XVI Encontro de pós-graduação UFPEL**. Rio Grande do Sul. 2013.

MICHEREFF FILHO, M. et al. **Flutuação populacional do ácaro-rajado e seus predadores da família *Phytoseiidae* em cultivos de morango no Distrito Federal**. Brasília, DF. 2010. 32p. (Circular Técnica, 71).

MOLITERNO, A. A. C. Identificação do feromônio de agregação da broca do morangueiro: *Lobiopa insularis* (Castelnau, 1840) (Coleoptera: Nitidulidae) e sua aplicação em testes de campo. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná. 47 p. 2017.

MORAIS, P. et al. **Controle biológico do ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1936) (Acari: Tetranychidae) em morangueiro em cultivo protegido.2008**. Available at: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/15785/control-biologico-do-acaro-rajado-tetranychus-urticae-koch-1936-acari-tetranychidae-em-morangueiro-em-cultivo-protegido>>. Accessed: 19 feb. 2019.

MOURA, A. P. et al. **Manejo do ácaro-rajado e de tripes em morangueiro no Distrito Federal**. Brasília, DF, 2015. 8 p. (Circular técnica, 108).

MYERS, L. **Sap beetles (of Florida), Nitidulidae (Insecta: Coleoptera: Nitidulidae)**. Featured Creatures Series, Entomology and Nematology Department, University of Florida, n. EENY-256, 3. rev., 2013. Available at: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN52500.pdf>. Accessed: 23 aug. 2019.

NAKASU, B. H. et al. Diagnóstico da redução e comercialização de pequenas frutas no Brasil. **Anais do II Seminário brasileiro sobre pequenas frutas**. Rio Grande do Sul: 2004.

NONDILLO, A. et al. **Manejo de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) na cultura de morangueiro no Rio Grande do Sul**. Bento Gonçalves, RS, 2012. p. 1-12. (Circular Técnica, 90).

NEUMANN, P. et al. Hit-and-run trophallaxis of small hive beetles. **Ecology and evolution**. v. 5, n. 23, p. 5478-5486, 2015.

NICASTRO, R. L. **Resistência de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) ao acaricida Milbemectin e manejo do ácaro-praga em morangueiro e ornamentais com utilização de ácaros predadores (Acari: Phytoseiidae)**. 2009. 70 f. Dissertação (Mestrado em sanidade, segurança alimentar, e ambiental no agronegócio) - Instituto Biológico. Programa de pós-graduação, São Paulo, SP, 2009.

NORMBERG, A. et al. **Ampliação do período produtivo pela adoção conjunta de cultivares de morangueiros de dias curtos e neutros em sistema de produção orgânica**. ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, VI, 2010, Pelotas, RS.

OLIVEIRA, R. P., SCIVITTARO, W. B. Desempenho produtivo de cultivares de morangueiro. Curitiba, PR, **Scientia Agraria**. v. 12, n. 2, p. 69-74. 2011.

OLIVEIRA, R. P. **Desempenho produtivo**. In: ANTUNES, L. et al. Tecnologia para produção de frutas e mudas de morangueiro. SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO - SENAFRUT, 10º, São Joaquim, SC. **Anais do Seminário Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado**. São Joaquim: 2012.

OLIVEIRA, R. et al. Produção de morangueiro cv. “Cegnidarem” sob tunel plástico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, p. 2613-2617, 2008.

OLIVEIRA, R. et al. Produção de morango, utilizando túnel baixo em Pelotas. **Revista Ceres**. Viçosa, v. 58, n. 5, p. 625-631, 2011.

PARSONS, C. T. Notes on north American Nitidulidae, III: Phenolia, Soronia, *Lobiopa amphotis*. **Psyche**. p. 156 – 164, 1938.

PECK, S. B. The beetle fauna of Dominica, lesser Antilles (Insecta: Coleoptera): Diversity and distribution. **Insecta mundi**. v. 20, n. 3-4, p. 165 – 210, 2006.

PECK, S. B.; COOK, J; HARDY Jr, J. D. Beetle fauna of the island of Tobago, Trinidad and Tobago, west Indies. **Insecta mundi**. v. 16, n. 1 - 3, p. 9 – 23, 2002.

POLTRONIERI, E. **Alternativas para o mercado interno de pequenas frutas**. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 1., 2003, Vacaria, RS. Anais... Vacaria, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2003, p. 37-40. (Documentos, 37).

PINENT, S. et al. Species of thrips (Insecta, Thysanoptera) in two strawberry production systems in Rio Grande do Sul State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, 2011, v.55, n.3, p.419-423.

PIZO, M. Seed dispersal and predation in two populations of *Cabralea canjerana* (Meliaceae) in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 13, n. 4, 559-577. doi:10.1017/S0266467400010713. 1997.

RASEIRA, M. et al. **Simpósio nacional do morango - Encontro sobre pequenas frutas e frutas nativas do Mercosul**. Pelotas. 2006.

RIBEIRO, M. G. et al. Adubação química e infestação de *Tetranychus urticae* Kock (Acari: Tetranychidae) em morangueiro. Congresso Brasileiro de Oleicultura - CBO, 51, 2011, Viçosa. **Anais do 51º Congresso brasileiro de olericultura**. Minas Gerais: 2011.

RONDON, S. L.; PRICE, J. F.; CANTLIFFE, D. J.; RENKEMA, J. M. **Sap Beetle (Coleoptera: Nitidulidae) management in strawberries**. HS993, Horticultural Sciences Department, UF/IFAS Extension. University of Florida. Revised July 2017. Available at <https://growables.com/information/TropicalFruit/documents/BeetleSapManagementEdis.pdf>. Accessed: 23 aug. 2019.

SAEGER, S. C. S. **Avaliação da ação de vigilância sanitária quanto á redução dos níveis de resíduos de agrotóxicos em morangos produzidos na região serrana do estado do Rio de Janeiro. – Uma contribuição para a avaliação de risco**. 2007. 113f. Dissertação (Pós-graduação em Vigilância Sanitária) – Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, 2007.

SANTOS, O. M. **Nitrogênio e potássio na formação, produção e incidência de pragas na cultura do morangueiro**. 2010. 51f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção na Agropecuária) - Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, Minas Gerais, 2010.

SANTOS, R. S; PAULA, L. A. **VII Seminário Brasileiro de pequenas frutas**. p. 1-43, 2013, Vacaria, RS.

SANTOS, R. et al. ***Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera:Drosophilidae) atacando frutos de morangueiro no Brasil**. 2014. Available at: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/992353/ocorrencia-de-drosophila-suzukii-matsumura-1931-diptera-drosophilidae-atacando-frutos-de-morango-no-brasil>>. Accessed: 23 oct. 2018.

SILVA, C. A.; NETA, A. M. D. Aspectos reprodutivos e visitantes florais de *Duguetia marcgraviana* Mart. (Annonaceae) na região sudoeste de Mato Grosso. **Biotemas**, v. 23, n. 1, p. 69-76, 2010.

SILVA, J. B. et al. **Ecological base production system of strawberry plant culture**. p. 410-419. Available at:

<<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1052606/1/JoseErnaniAnaisXICSBSP2016.pdf>> Accessed: 27 nov. 2017.

SILVA, K. F. A. S. et al. **Dinâmica populacional de fungos benéficos em solo nos sistemas de cultivo convencional e orgânico de morango**. Brasília, DF. 2009. 25p. (Circular técnica, 60).

STASSBURGUER, A. S. et al. **Cultivo orgânico do morangueiro: densidade de plantio, crescimento e produtividade de cultivares de ‘dia neutro’**. Pelotas, RS. 2012. 20p. (Circular Técnica, 160).

VOGT, G. B. Occurrence and records of Nitidulidae (Concluded). **The Coleopterists Society**, v. 5, p. 4-12, 1915. Available at:

https://www.jstor.org/stable/3998881?seq=1#page_scan_tab_contents. Accessed: 20 mar. 2019.

WATANABE, M. A. et al. Controle biológico do ácaro rajado com ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) em culturas de pepino e morango. 1994.

Available at: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90161994000100012&script=sci_abstract&tlng=pt>. Accessed: 19 feb. 2019.

WILLIAMS, R. N.; SALLES, L. A. B. Nitidulidae associated with fruit crops in Rio Grande do Sul, Brazil. **Florida Entomologist**, v. 69, n. 2, p. 298-302. 1986.

WRIGHT, N. A. **Studies o the structure and pathogens of the Small Hive Beetle (Coleoptera: Nitidulidae)**. 2013. 157 f. Tese (Mestrado em Entomologia) – Universidade da Florida, Universidade do Arkansas, Fayetteville, EUA. 2013. Available at:

<<http://scholarworks.uark.edu/etd>>. Accessed: 26 feb. 2019.

WITTER, S. R. B. et al. Desempenho de cultivares de morango submetidos a diferentes tipos de polinização em cultivo protegido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 47, n. 1, p. 58-65, 2012.

YURI, J. E. et al. Uso de mulching como cobertura de solo no cultivo de morangueiro. Congresso Brasileiro de Olericultura, 51, 2011, Viçosa. **Anais do 51º Congresso Brasileiro de Olericultura**. Minas Gerais: 2011.

Recebido para publicação: 11 de maio de 2019.

Aprovado: 17 de julho 2019.