

## Artículo científico

## Impacto dos insetos predadores e fatores meteorológicos sobre pulgões em couve consorciada

### Impact of predatory insects and weather factors on aphids on kale intercropping

T.O. Ramos<sup>1\*</sup>; F.J. Cividanes<sup>1</sup>; T.M.S. Cividanes<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista (UNESP), Departamento de Fitossanidade, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, (CEP 14884-900), Jaboticabal-SP, Brasil. \*E-mail: tatiorbio@gmail.com

<sup>2</sup> Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Avenida Bandeirantes, n 2419, Vila Virgínia, (CEP 14030-670), Ribeirão-Preto-SP, Brasil.

#### Resumo

O objetivo desse estudo foi avaliar o impacto dos insetos predadores associados ao solo e fatores meteorológicos sobre os pulgões *Brevicoryne brassicae* (L.) e *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) (Hemiptera: Aphididae), em couve, *Brassica oleracea* (L.), solteira e consorciada com sorgo [*Sorghum bicolor*, (L.) Moench] ou feijão-guandu [*Cajanus cajan*, (L.) Huth]. A amostragem foi quinzenal, sendo os insetos predadores amostrados com armadilhas tipo alçapão. Na couve consorciada com sorgo às duas espécies de pulgões apresentaram-se mais relacionadas com os insetos predadores e fatores meteorológicos. Na couve com sorgo ou feijão-guandu verificou-se um potencial de predação entre *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville, (Coleoptera: Coccinellidae) e *Polpochila impressifrons* (Dejean) (Coleoptera: Carabidae) e as duas espécies de pulgão. As temperaturas máxima e mínima, a umidade relativa e a insolação foram os fatores físicos que atuaram sobre a ocorrência de *B. brassicae* e *L. erysimi* nos consórcios da couve com sorgo ou feijão-guandu. Na couve solteira os fatores meteorológicos e os insetos predadores apresentaram-se menos relacionados com a ocorrência de *B. brassicae* e *L. erysimi*.

**Palavras-chave:** *Brassica oleracea*; *Cajanus cajan*; Controle biológico; *Sorghum bicolor*.

#### Abstract

The aim of this study was to evaluate the impact of predatory insects associated with soil and weather factors on aphids *Brevicoryne brassicae* (L.) and *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) (Hemiptera: Aphididae), in kale single and intercropped with sorghum or pigeon pea. The sampling was fortnightly, with predatory insects being sampled with trap traps. Kale intercropped with sorghum the two species of aphids were more related to predatory insects and weather factors. In kale with sorghum or pigeon pea there was a potential predation between *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville, (Coleoptera: Coccinellidae) and *Polpochila impressifrons* (Dejean) (Coleoptera: Carabidae) and the two species of aphids. The maximum and minimum temperatures, relative humidity and insolation were the physical factors that acted on the occurrence of *B. brassicae* and *L. erysimi* in kale intercropped with sorghum or pigeon pea. Kale single meteorological factors and predatory insects were less related to the occurrence of *B. brassicae* and *L. erysimi*.

**Keywords:** *Brassica oleracea*; *Cajanus cajan*; Biological control; *Sorghum bicolor*.

#### Introdução

A consorciação de culturas é uma prática em que duas ou mais espécies de plantas são conduzidas na mesma área, preservando o solo e contribuindo para diversificar o ambiente (Kolmans e Vásquez, 1999). Em culturas agrícolas, a ocorrência de insetos é influenciada por fatores meteorológicos como a temperatura, precipitação, insolação e umidade relativa (Cividanes e Santos, 2003; Satar *et al.*, 2008) e pela simplificação de cultivo por meio da monocultura, resultando na perda da bio-

diversidade (Lövei e Sunderland, 1996; Altieri *et al.*, 2007). Uma alternativa para a conservação e aumento de insetos predadores é utilizar plantas que forneçam recursos alimentares para a sobrevivência e incremento das populações desses insetos e que, portanto, podem compor consórcios de plantas (Wink *et al.*, 2005; Nunes e de Carvalho, 2007). Entre as Poáceas, o sorgo granífero, *Sorghum bicolor* L. Moench constitui uma espécie promissora em consórcio de plantas (Valenzuela, 1994; Singh, 2004) por favorecer a introdução, aumento e preservação de insetos predadores (Pra-

sifka *et al.*, 1999; Silveira *et al.*, 2003; Tillman e Cottrell, 2012). O feijão-guandu *Cajanus cajan* L. é uma Fabácea também indicada para consórcio, devido propiciar folhas como abrigo e pólen como alimento para os insetos (Pereira, 1985; Hans Petersen *et al.*, 2010; Ramar *et al.*, 2012).

Os insetos das famílias Carabidae, Staphylinidae (Coleoptera) e Forficulidae (Dermaptera) destacam-se como predadores associados ao solo de culturas agrícolas (Dunxião *et al.*, 1999; Wink *et al.*, 2005; Lima Junior *et al.*, 2013) e também como predadores dos pulgões, *Brevicoryne brassicae* (L.) e *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) (Hemiptera: Aphididae), pragas importantes de couve e outras brassicáceas no Brasil (Bacci *et al.*, 2002; Pontoppidan *et al.*, 2003; Carvalho *et al.*, 2010; Balog *et al.*, 2013).

Embora existam informações sobre couve consorciada (Resende *et al.*, 2007), faz-se necessário conhecer as principais espécies de insetos predadores associados ao solo e a influência dos fatores meteorológicos nas populações de pulgões, para o aprimoramento de programas de manejo de pulgões em brassicáceas. Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar o impacto dos insetos predadores associados ao solo e fatores meteorológicos sobre os pulgões *B. brassicae* e *L. erysimi* em couve solteira e consorciada com sorgo ou feijão-guandu.

## Materiais e métodos

O estudo foi conduzido em área experimental e no laboratório de Ecologia de Insetos (LECOL), ambos pertencentes ao Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Jaboticabal, SP, no período de dezembro 2012 a novembro de 2013. A área de condução do experimento foi de 240 m<sup>2</sup>, composta de 24 parcelas de 5 m de comprimento e 2 m de largura cada.

Foram cultivadas a couve solteira, *Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC e couve consorciada com sorgo granífero, *S. bicolor* e feijão-guandu *C. cajan*. Para a couve solteira, a parcela constou de quatro linhas de plantas, enquanto nos consórcios continha duas linhas de couve e duas linhas de sorgo ou feijão-guandu, espaçadas 50 cm entre linhas e entre plantas. O delineamento experimental foi de parcelas divididas (Split-plot), com oito repetições. Os tratamentos constaram de: couve solteira, couve consorciada com sorgo e couve consorciada

com feijão-guandu.

A captura de insetos predadores foi efetuada instalando-se duas armadilhas tipo alçapão por parcela, totalizando 48 armadilhas. Na parcela as armadilhas foram instaladas na parte central e distantes três metros entre si. As armadilhas foram constituídas de copos plásticos de oito cm de diâmetro e 14 cm de altura, contendo 150 mL de água, formol 1 % e três gotas de detergente neutro. Todas as armadilhas foram cobertas com pratos plásticos de 20 cm de diâmetro, para minimizar a entrada da água das chuvas. As armadilhas permaneceram instaladas no campo durante uma semana e as amostragens foram quinzenais, totalizando 24 datas de amostragem. Os coccinelídeos foram encaminhados para serem identificados por especialista, os demais foram identificados consultando a coleção do Laboratório de Ecologia de Insetos (LECOL).

O número observado de espécies de predadores foi considerado como a riqueza de espécies (S), e a frequência relativa como a porcentagem do número de indivíduos de cada espécie sobre o total de indivíduos de insetos predadores capturados no período estudado (Silveira Neto *et al.*, 1976). A influência dos insetos predadores e de fatores meteorológicos sobre os pulgões, foi avaliada por meio de análise de correlação simples através do software AgroEstat (Barbosa e Maldonado, 2014) e pela análise de regressão múltipla com seleção de variáveis pelo método *stepwise* (SAS Institute, 1996), na qual se considerou o nível de 5 % de significância para a inclusão das variáveis independentes. Nas duas análises considerou-se o número total de pulgões observados em cada tratamento nas três categorias de folhas da couve e de insetos predadores nas armadilhas tipo alçapão durante todo o período amostrado. Quanto aos fatores meteorológicos consideraram-se as médias mensais de temperaturas máxima e mínima (°C), umidade relativa do ar (%), precipitação pluvial (mm) e insolação (horas), registrados pela Estação Agroclimatológica da FCAV/UNESP.

## Resultados

A riqueza de espécies foi maior na couve solteira, porém no consórcio da couve com sorgo ocorreu elevado número de insetos predadores associados ao solo (Tabela 1). O total de nove espécies de carabídeos foram capturados, sendo *Polpochila impressifrons* (Dejean), *Odontocheila nodicornis*

(Dejean) e *Harpalus* sp. (Coleoptera: Carabidae) observados em todos os tratamentos (Tabela 1). Entre os coccinélideos destacaram-se as espécies *Hippodamia convergens* Guérin Méneville, *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) e larvas de coccinellidae por ocorrerem em todos os tratamentos e apresentar maior frequência relativa e maior número de indivíduos (Tabela 1). O dermáptero *Labidura riparia* (Pallas) (Dermaptera: Labiduridae) foi constatado entre os insetos predadores com elevado número de indivíduos capturados e frequência relativa em todos os tratamentos (Tabela 1).

A análise de correlação entre pulgões, fatores meteorológicos e insetos predadores indicou os fatores meteorológicos como as variáveis que se relacionaram com os pulgões (Tabela 2). O maior número de coeficientes de correlação significativos ocorreu quando a couve foi consorciada com sorgo em comparação com os outros dois cultivos.

Quanto à *B. brassicae*, observou-se correlação negativa e significativa entre a ocorrência do pulgão e a temperatura mínima na couve solteira e com feijão-guandu (Tabela 2). O mesmo foi verificado com a umidade relativa nos consórcios da couve com sorgo e feijão-guandu, contudo a espécie correlacionou-se positiva e significativamente na couve solteira. A insolação correlacionou-se positiva e significativamente com o pulgão na couve solteira e nos consórcios. Igual resultado foi observado com *H. convergens* e *Harpalus* sp. no consórcio da couve com sorgo (Tabela 2).

Na couve solteira os fatores meteorológicos não se correlacionaram significativamente com *L. erysimi*, apenas as larvas de coccinellidae e *H. convergens* correlacionaram-se positiva e significativamente com essa espécie de pulgão. A temperatura máxima e a insolação se correlacionaram positiva e significativamente com *L. erysimi* na couve com sorgo. Ainda nesse consórcio e na cou-

**Tabela 1.** Frequência relativa (F %) e número total de adultos e larvas (T) de insetos predadores associados ao solo na couve solteira ou couve consorciada com sorgo e feijão-guandu.

Insetos predadores	Couve solteira		Couve + sorgo		Couve + feijão-guandu	
	F (%)	T	F (%)	T	F (%)	T
COLEOPTERA						
Carabidae						
<i>Abaris basistriata</i>	0,17	1	-	-	-	-
<i>Athrostictus</i> sp.	0,35	2	-	-	-	-
<i>Calossoma granulatum</i>	-	-	-	-	0,19	1
<i>Galerita</i> sp.	0,17	1	0,14	1	-	-
<i>Harpalus</i> sp.	1,41	8	1,56	11	0,19	1
<i>Odontocheila nodicornis</i>	1,94	11	1,41	10	1,95	10
<i>Polpochila impressifrons</i>	0,35	2	0,14	1	0,19	1
<i>Selenophorus alternans</i>	0,70	4	-	-	0,19	1
<i>Tetracha brasiliensis</i>	0,88	5	-	-	0,19	1
Coccinellidae						
<i>Brachiacantha groendali</i>	-	-	0,14	1	-	-
<i>Cycloneda sanguinea</i>	-	-	-	-	0,19	1
<i>Eriopis conexa</i>	0,17	1	-	-	-	-
<i>Harmonia axyridis</i>	1,59	9	0,28	2	0,58	3
<i>Hippodamia convergens</i>	16,2	92	3,97	28	0,97	5
Larvas de joaninhas	7,42	42	3,97	28	2,92	15
Staphylinidae						
Larvas de Staphylinidae	0,70	4	0,42	3	0,39	2
	1,23	7	1,84	13	1,95	10
DERMAPTERA						
Anisolabididae						
<i>Euborellia</i> sp.	4,06	23	0,85	6	2,92	15
Forficulidae						
<i>Doru luteipes</i>	0,35	2	0,28	2	-	-
Labiduridae						
<i>Labidura riparia</i>	59,8	339	83,4	588	83,0	425
HEMIPTERA						
Reduviidae						
<i>Zelus</i> sp.	2,29	13	1,56	11	4,10	21
Riqueza de espécies (S)		18		14		15
Total de indivíduos (T)		566		705		512

**Tabela 2.** Coeficientes de correlação (r) para o número médio de *Brevicoryne brassicae* e *Lipaphis erysimi*, fatores meteorológicos e insetos predadores associados ao solo em couve solteira e consorciada com sorgo ou feijão-guandu.

	Couve solteira		Couve + sorgo		Couve + feijão-guandu	
	<i>B. brassicae</i>	<i>L. erysimi</i>	<i>B. brassicae</i>	<i>L. erysimi</i>	<i>B. brassicae</i>	<i>L. erysimi</i>
<b>Fatores meteorológicos</b>						
T max.	0,071	0,296	0,322	0,466*	0,125	-0,093
T min.	-0,471*	-0,380	-0,323	-0,411*	-0,466*	-0,527**
UR	0,66**	0,027	-0,618**	-0,190	-0,749**	-0,071
Precipitação	-0,397	-0,339	-0,263	-0,248	-0,384	-0,314
Insolação	0,551**	0,094	0,530**	0,433*	0,652**	0,311
<b>Insetos predadores</b>						
COLEOPTERA						
Carabidae						
<i>Harpalus</i> sp.	0,065	-0,177	0,515**	-0,192	-	-
<i>Odontocheila nodicornis</i>	0,210	0,317	-	-	-	-
Coccinellidae						
<i>Harmonia axyridis</i>	0,030	0,287	-	-	-	-
<i>Hippodamia convergens</i>	0,170	0,524**	0,651**	-0,088	-	-
Larvas de Coccinellidae	0,116	0,435*	-0,011	-0,065	0,068	-0,007
Staphylinidae						
Larvas de Staphylinidae	0,152	-0,239	-	-	-0,239	-0,152
DERMAPTERA						
Anisolabididae						
<i>Euborelia</i> sp.	-0,165	-0,249	0,237	-0,150	-	-
Labiduridae						
<i>Labidura riparia</i>	-0,223	-0,306	-0,318	-0,297	-0,306	-0,160

\* Significativo a 5 % de probabilidade; \*\* Significativo a 1 % de probabilidade; (-) ausencia; T max. (Temperatura máxima); T.min. (temperatura mínima); UR (umidade relativa).

ve com feijão-guandu a temperatura mínima correlacionou-se negativa e significativamente com esse pulgão (Tabela 2).

Com relação à ocorrência de *B. brassicae* a couve solteira, abrigou menor número de variáveis relacionadas com esse pulgão. Na couve consorciada com sorgo quatro fatores meteorológicos foram selecionados pelo modelo de regressão múltipla, contudo os seis insetos predadores selecionados explicaram a maior parte das variações da população dessa praga. Nesse cultivo, a temperatura máxima e a umidade relativa apresentaram correlação positiva e significativa, enquanto a temperatura mínima e a insolação correlacionaram-se negativamente com *B. brassicae* (Tabela 3).

Na couve consorciada com feijão-guandu, a soma dos valores do teste F para a temperatura máxima, mínima e umidade relativa explicaram 38,90 % da variação da densidade populacional de *B. brassicae*, enquanto que os carabídeos *P. impressifrons* e *O. nodicornis* correlacionaram positivamente com *B. brassicae* e explicaram 64,85 % da variação numérica dessa praga (Tabela 3).

Considerando-se a análise de regressão múltipla, na couve solteira ocorreu o menor número de variáveis relacionadas com *L. erysimi* em comparação com os consórcios. O teste F para a tempe-

ratura máxima explicou 32,62 % da variação da densidade populacional desse pulgão e os predadores *H. axyridis* e *T. brasiliensis* representaram, respectivamente, 3,62 e 6,97 % dessa variação (Tabela 3).

No geral, três fatores meteorológicos e sete insetos predadores foram selecionados pelo modelo no consórcio da couve com sorgo sendo que, a soma dos valores do teste F para os insetos predadores explicam 87,02 % da variação numérica de *L. erysimi*. Nesse consórcio, *L. riparia*, larvas de coccinélidos, *H. axyridis* e *O. nodicornis* apresentaram coeficientes de correlação positivos evidenciando que o aumento populacional desses predadores esteve diretamente relacionado com o crescimento da população de *L. erysimi* (Tabela 3).

Ressalta-se que na couve consorciada com feijão-guandu, *H. convergens* foi o único inseto predador relacionado com *L. erysimi*, contudo os fatores meteorológicos apresentaram-se mais relacionados com a população desse pulgão (Tabela 3). Nesse caso, observou-se correlação negativa e significativa para a temperatura mínima e insolação, assim o aumento desses fatores indica redução do número de *L. erysimi*, enquanto que a correlação positiva e significativa observada para a temperatura máxima e umidade relativa indicam

**Tabela 3.** Modelos ajustados pelo método *stepwise* para *Brevicoryne brassicae* e *Lipaphis erysimi*, fatores meteorológicos e insetos predadores associados ao solo em couve solteira e consorciada com sorgo ou feijão-guandu.

	Variáveis	Estimativa de coeficientes	R <sup>2</sup>	Estatística F da variável	Estatística F do modelo
<b><i>Brevicoryne brassicae</i></b>					
Couve solteira	Intercepto	5815,7	0,70		22,38**
	UR	-66,88		5,5	
	<i>Zelus</i> sp.	456,52		14,71	
Couve + sorgo	Intercepto	-39279	0,97		32,25**
	Tmax.	2423,12		73,65	
	Tmin.	-1876,61		81,48	
	UR	138,22		19,27	
	Insolação	-42,06		61,94	
	<i>Labidura riparia</i>	2,57		12,54	
	<i>Hippodamia convergens</i>	-257,84		104,69	
	Larvas de joaninhas	194,18		56,25	
	<i>Doru luteipes</i>	-3045,43		78,9	
	Staphylinidae	-233,01		6,58	
	<i>Polpochila impressifrons</i>	-3390,95		84,76	
	Couve + feijão-guandu	Intercepto		-18617	
Tmax.		775,05	14,37		
Tmim.		-598,99	17,87		
UR		89,04	6,66		
<i>Polpochila impressifrons</i>		2360	56,52		
<i>Odontocheila nodicornis</i>		589,15	8,33		
<b><i>Lipaphis erysimi</i></b>					
Couve solteira	Intercepto	5001,2	0,68		13,03**
	Tmax.	-162,99		32,62	
	<i>Harmonia axyridis</i>	117,02		3,62	
	<i>Tetracha brasiliensis</i>	197,7		6,97	
Couve + sorgo	Intercepto	-11871	0,90		9,85**
	Tmax.	460,36		20,7	
	Tmin.	-362,29		25,66	
	UR	63,32		20,17	
	<i>Labidura riparia</i>	0,7		7,2	
	<i>Hippodamia convergens</i>	-33,74		10,53	
	Larvas de joaninhas	39,66		18,16	
	<i>Harmonia axyridis</i>	183,34		5,25	
	<i>Doru luteipes</i>	-354,84		8,69	
	<i>Polpochila impressifrons</i>	-616,49		22,4	
<i>Odontocheila nodicornis</i>	63,17	14,79			
Couve + feijão-guandu	Intercepto	1081,9	0,86		6,84**
	Tmax.	376,61		3,54	
	Tmin.	-545,55		8,85	
	UR	44,45		3,94	
	Insolação	-27,57		8,34	
	<i>Hippodamia convergens</i>	319,76		5,97	

Tmax: temperatura máxima; Tmin: temperatura mínima; UR: umidade relativa do ar; Prec: precipitação pluvial. R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação. \*\*Significativo a 1 % de probabilidade.

que o aumento desses fatores esteve relacionado com o incremento populacional de *L. erysimi*.

Para a couve solteira o coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) das variáveis selecionadas pelo modelo explicam 68,4 % da densidade populacional de *L. erysimi*. Enquanto que nos consórcios da couve com sorgo e feijão-guandu, o valor de R<sup>2</sup> das variáveis selecionadas foi maior e explicaram 89,9 e 86,1 % respectivamente, da variação da popula-

ção de *L. erysimi*. Para *B. brassicae*, as variáveis selecionadas explicaram 70,2; 96,7 e 92,0 % da ocorrência da espécie na couve solteira e nos dois consórcios respectiva (Tabela 3).

## Discussão

Na cultura da couve foram observadas diversas espécies de insetos predadores associados ao solo

pertencentes à Anisolabididae, Carabidae, Coccinellidae e Labiduridae geralmente consideradas importantes no controle natural de pragas (Kromp, 1999; Cividanes, 2002; Obrycki *et al.*, 2009; Nascimento *et al.*, 2011). A elevada ocorrência desses insetos predadores no monocultivo deve provavelmente à presença de *B. brassicae* e *L. erysimi* uma vez que a presença de insetos predadores está associada à existência de pulgões na área de cultivo (Phoofolo *et al.*, 2010).

O consórcio da couve com sorgo mostrou-se viável, pois neste cultivo foram coletados 705 insetos predadores associados ao solo. Este resultado confirma observações de vários autores (Prasifka *et al.*, 1999; Silveira *et al.*, 2003; HansPetersen *et al.*, 2010) os quais consideram o sorgo uma planta que proporciona aumento do número de insetos predadores como carabídeos, coccinélídeos e estafilínídeos. O número relativamente similar de insetos predadores capturados na couve solteira e no consórcio da couve com feijão-guandu sugere uma maior eficiência do consórcio da couve com sorgo em proporcionar ocorrência de insetos predadores (Tabela 1).

Os dermápteros capturados neste estudo são considerados insetos predadores promissores no controle de pulgões (Alvarenga *et al.*, 1995; Pinto *et al.*, 2005). Portanto, *Euborellia* sp. e principalmente *L. riparia* podem ter sido importantes na redução dos pulgões, visto que apresentaram elevado número de indivíduos e frequência relativa evidenciando potencial para serem utilizados em programas de controle biológico. Ressalta-se que o sorgo e o feijão-guandu podem ter contribuído na ocorrência dos dermápteros, uma vez que o pólen dessas plantas atrai e promove o crescimento populacional de insetos predadores (Monino *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2010; Nascimento *et al.*, 2011).

Considerando-se os coeficientes de correlação verifica-se que a correlação positiva encontrada para *Harpalus* sp. em relação a *B. brassicae*, presente na couve consorciada com sorgo, sugere uma especificidade do carabídeo para com o pulgão. Assim, *Harpalus* sp. apresentou resposta numérica rápida frente à variação de *B. brassicae* o que pode ter favorecido a redução do pulgão nas folhas da couve (Jervis e Kidd, 1996). Esse resultado confirma observações de alguns autores (Fuller e Reagan, 1988; Suenaga e Hamamura, 2001), que consideram os carabídeos importantes predadores de pulgões e outros insetos praga em cultivos de couve e sorgo.

A correlação positiva entre *H. convergens* e os pulgões *B. brassicae* e *L. erysimi* no consórcio da couve com sorgo e na couve solteira respectivamente, em parte pode ser explicada devido os coccinélídeos aumentarem em número de indivíduos em períodos de abundância de pulgões (Michels e Matis, 2008). Sabe-se que joaninhas são insetos predadores eficientes no controle dos pulgões (Scarpellini e Andrade, 2011) sendo geralmente espécies predominantes em cultivo de sorgo (Archer *et al.*, 1990), onde o pólen dessa gramínea atua no desenvolvimento biológico desses organismos (Nicholls e Altieri, 2005; Medeiros *et al.*, 2010). No monocultivo da couve, a correlação positiva e significativa entre *H. convergens* e *L. erysimi* está de acordo com Souza *et al.* (2006) que relataram que *H. convergens*, coletada em armadilha tipo alçapão, apresentou correlação positiva e significativa com *L. erysimi* em couve solteira.

As larvas de joaninha podem ter usado o feijão-guandu como local de abrigo, uma vez que, abrigaram-se entre as folhas dessa leguminosa. Além disso, demonstraram potencial para a redução da população de *L. erysimi* nas folhas da couve solteira, uma vez que se correlacionou positivamente com esse pulgão, e em armadilhas tipo alçapão representaram 18 % dos insetos predadores coletados em algodoeiro (Barros *et al.*, 2006).

A análise de regressão múltipla indicou maior número de correlações positivas e significativas nos consórcios da couve com sorgo ou feijão-guandu associados à população de *B. brassicae* e *L. erysimi* em comparação com a couve solteira (Tabela 3). Tais correlações indicam que o incremento da população de pulgões foi acompanhado pelo crescimento das populações de insetos predadores (Souza *et al.*, 2010).

Na couve solteira observaram-se duas variáveis relacionadas com *B. brassicae* e três com *L. erysimi*, diferindo do consórcio de couve com sorgo onde ocorreram 10 variáveis relacionadas com as duas espécies de pulgões, com maior número de coeficiente de correlação para os insetos predadores, fato que pode indicar um potencial desses predadores no controle dos pulgões. Como foi evidenciado, a correlação negativa e significativa encontrada para *H. convergens* e *P. impressifrons* em relação a *B. brassicae* e *L. erysimi* na couve com sorgo, indica redução dos pulgões nas folhas da couve, uma vez que os coeficientes negativos revelam o aumento desses insetos predadores e a diminuição da densidade populacional dos pul-

gões (Jervis e Kidd, 1996; Cividanis, 2002).

A temperatura máxima, mínima e a umidade relativa foram os fatores meteorológicos que se correlacionaram com os pulgões nos consórcios da couve com sorgo ou feijão-guandu em comparação com a couve solteira (Tabela 3). A correlação negativa e significativa encontrada para a temperatura mínima e a correlação positiva e significativa para a temperatura máxima para as duas espécies de pulgões na couve com sorgo e feijão-guandu, indicam esses fatores meteorológicos como variáveis importantes, influenciando a ocorrência dos pulgões nas folhas da couve. Neste caso, a diminuição da temperatura mínima e o aumento da temperatura máxima foram acompanhados por incremento da densidade dos pulgões. Vários autores (Singh e Verma, 1990; Davis *et al.*, 2006; Satar *et al.*, 2008) também relataram a ação desses fatores meteorológicos sobre pulgões.

O maior valor de  $R^2$  na couve consorciada com sorgo (96,7 e 89,9 %) relacionado com a variação da densidade populacional de *B. brassicae* e *L. erysimi*, respectivamente, evidência que a utilização do sorgo com a couve foi importante para a ocorrência de insetos predadores relevantes para o controle desses pulgões. Resultado semelhante foi observado em consórcio de algodão com sorgo, em que essa gramínea foi importante na conservação das joaninhas *H. convergens*, *H. axyridis*, *Scymnus* spp. e *Cycloneda sanguinea* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae), considerados agentes de controle de pulgões (Tillman e Cottrell, 2012). Os valores  $R^2$  das variáveis selecionadas pelo modelo em relação à presença de *B. brassicae* nos três cultivos foram mais elevados que os valores observados para *L. erysimi* e explicam 70,2; 96,7 e 92,0 % da ocorrência de *B. brassicae*, fato que sugere maior ação dessas variáveis na ocorrência desse pulgão na couve solteira e nos consórcios da couve com sorgo ou feijão-guandu em comparação com *L. erysimi*.

## Conclusões

Este estudo revelou que na couve consorciada com sorgo às duas espécies de pulgões apresentaram-se mais relacionadas com os insetos predadores e fatores meteorológicos. Na couve com sorgo ou feijão-guandu verificou-se potencial de predação entre *H. convergens*, *P. impressifrons* e as duas espécies de pulgão. As temperaturas máxima e mínima, a umidade relativa e a insolação fo-

ram os fatores meteorológicos que atuaram sobre a ocorrência de *B. brassicae* e *L. erysimi* nos consórcios da couve com sorgo ou feijão-guandu. Na couve solteira os fatores meteorológicos e os insetos predadores apresentaram-se menos relacionados com a ocorrência de *B. brassicae* e *L. erysimi*.

## Agradecimentos

À Universidade Estadual Paulista-UNESP, Jaboticabal; à Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior – CAPES pela bolsa concedida; ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa, da Universidade Estadual Paulista-UNESP, Jaboticabal, pelo auxílio nas análises estatísticas; ao Prof. Dr. Jose Adriano Giorgi, da Universidade Federal do Pará pela identificação de Coccinellidae. Aos integrantes do laboratório de Ecologia de Insetos.

## Referências

- Altieri M.L., Ponti C.I., Nicholls C.I. (2007). Controle biológico de pragas através do manejo de agroecossistemas. Ministério do Desenvolvimento Agrário, Departamento de Assistência Técnica e Extensão Rural; Brasil.
- Alvarenga C.D., Vendramim J.D., Cruz I. (1995). Biologia e predação de *Doru luteipes* (Scud.) sobre *Schizaphis graminum* (Rond.) criado em diferentes genótipos de sorgo. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 24 (3): 523-531.
- Archer T.L., Losada J.C.Y., Bynum E.D.Jr. (1990). Influence of planting date on abundance of foliage-feeding insects and mites associated with sorghum. Journal of Agricultural Entomology 7 (3): 221-232.
- Bacci L., Picanço M.C., Gusmão M.R., Barreto R.W., Galvan T.L. (2002). Inseticidas seletivos à tesourinha *Doru luteipes* (Scudder) utilizados no controle do pulgão verde em brássicas. Horticultura Brasileira 20 (2): 174-179.
- Balog A., Mehrparvar M., Weisser W.W. (2013). Polyphagous predatory rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) induce winged morphs in the pea aphid *Acyrtosiphon pisum* (Hemiptera: Aphididae). European Journal of Entomology 110 (1): 153-157.
- Barbosa J.C., Maldonado J.R.W. (2014). AgroEstat-Sistema para análises estatísticas de ensaios agrônomicos. Versão 1.1.0.711.
- Barros R., Degrande P.E., Ribeiro J.F., Rodrigues A.L.L., Nogueira R.F., Fernandes M.G. (2006). Flutuação populacional de insetos predadores associados a pragas do algodoeiro. Arquivos do Instituto Biológico 73 (1): 57-64.
- Carvalho C., Gareau T.P., Barbercheck M. (2010). Ground and tiger beetles (Coleoptera: Carabidae).

- Entomological notes. Em: <http://ento.psu.edu/extension/factsheets/ground-beetles>, acessado: janeiro 2015.
- Cividanes F.J. (2002). Impacto de inimigos naturais e de fatores meteorológicos sobre uma população de *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae) em couve. *Neotropical Entomology* 31 (2): 249-255.
- Cividanes F.J., Santos D.M.M. (2003). Flutuação populacional e distribuição vertical de *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae) em couve. *Bragantia* 62 (1): 61-67.
- Davis J.A., Radcliffe E.B., Ragsdale D.W. (2006). Effects of high and fluctuating temperatures on *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *Environmental Entomology* 35 (6): 1461-1468.
- Dunxião H., Chunru H., Yaling X., Banwang H., Liyuan H., Paoletti M.G. (1999). Relationship between soil arthropods and soil properties in a suburb of Qianjiang City, Hubei, China. *Critical Reviews in Plant Sciences* 18 (3): 467-473.
- Fuller B.W., Reagan T.E. (1988). Comparative predation of the sugarcane borer (Lepidoptera: Pyralidae) on sweet sorghum and sugarcane. *Journal of Economic Entomology* 81 (2): 713-717.
- Hans Petersen H.N., McSorley R., Liburd O.E. (2010). The impact of intercropping squash with non-crop vegetation borders on the above-ground arthropod community. *Florida Entomologist* 93 (4): 590-608.
- Jervis M., Kidd N. (1996). *Insect natural enemies*. Chapman & Hall, Grã-Bretanha.
- Kolmans E., Vásquez D. (1999). *Manual de agricultura ecológica: una introducción a los principios básicos y su aplicación*. Grupo de Agricultura Orgánica (AC-TAF), Cuba.
- Kromp B. (1999). Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 74 (1): 187-228.
- Lima Junior I.S., Degrande P.E., Bertocello T.F., Melo E.P., Suekane R. (2013). Avaliação quantitativa do impacto do algodão-bt na população de Araneae, Carabidae e Formicidae predadores ocorrentes sobre o solo. *Bioscience Journal* 29 (1): 32-40.
- Lövei G.L., Sunderland K.D. (1996). Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annual Review of Entomology* 41 (1): 231-256.
- Medeiros M.A., Ribeiro P.A., Morais H.C., Castelo B.M., Sujii E.R., Salgado-Laboriau M.L. (2010). Identification of plant families associated with the predators *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville (Coleoptera: Coccinellidae) using pollen grain as a natural marker. *Brazilian Journal of Biology* 70 (2): 293-300.
- Michels G.J.J.R., Matis J.H. (2008). Corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Hemiptera: Aphididae), is a key to greenbug, *Schizaphis graminum* (Hemiptera: Aphididae), biological control in grain sorghum, *Sorghum bicolor*. *European Journal of Entomology* 105 (3): 513-520.
- Monino M.C., Pasini A., Ventura M.U. (2007). Atração do predador *Doru luteipes* (Scudder) (Dermaptera: Forficulidae) por estímulos olfativos de dietas alternativas em laboratório. *Ciência Rural* 37 (3): 623-627.
- Nascimento N.F.F., Marques T.O., Costa L.C., Silva D.F., Batista J.L. (2011). Capacidade predatória da tesourinha sobre o pulgão em couve-flor. *Horticultura Brasileira* 29 (2): 1095-1099.
- Nicholls C.I., Altieri M.A. (2005). Designing and implementing a habitat management strategy to enhance biological pest control in agroecosystems. *Biodynamics* 251: 26-36.
- Nunes M.U.C., Carvalho L.M. de. (2007). Tecnologia para cultivo de tomate orgânico em consórcio com erva-doce e em rotação de culturas, nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe. *Circular técnica* 51.
- Obrycki J.J., Harwood J.D., Kring T.J., O'Neil R.J. (2009). Aphidophagy by Coccinellidae: application of biological control in agroecosystems. *Biological Control* 51 (2): 244-254.
- Pereira J. (1985). O feijão guandu: uma opção para a agropecuária brasileira. Planaltina. Embrapa-CPAD. *Circular técnica* 20; Brasil.
- Pinto D.M., Storch G., Costa M. (2005). Biologia de *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Forficulidae) em laboratório. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia* 4 (8): 1-7.
- Phoofolo M.W., Giles K.L., Elliott N.C. (2010). Effects of relay-intercropping sorghum with winter wheat, alfalfa, and cotton on lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae) abundance and species composition. *Environmental Entomology* 39 (3): 763-774.
- Pontoppidan B., Hopkins R., Rask L., Meijer J. (2003). Infestation by cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae*) on oilseed rape (*Brassica napus*) causes a long lasting induction of the myrosinase system. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 109 (1): 55-62.
- Prasifka J.R., Krauter P.C., Heinz K.M., Sansone C.G., Minzenmayer R.R. (1999). Predator conservation in cotton: using grain sorghum as a source for insect predators. *Biological Control* 16 (2): 223-229.
- Ramar M., Kamalakannan S., Claver A. (2012). A survey of insect pests of pigeonpea and their predators in Eastern Uttar Pradesh. *International Journal Agriculture* 2 (1): 090-093.
- Resende A.L.S., Silva E.E., Guerra J.G.M., Aguiar-Menezes E.L. (2007). Ocorrência de insetos predadores de pulgões em cultivo orgânico de couve em sistema solteiro e consorciado com adubos verdes. *Comunicado Técnico* 101: 1-6.
- SAS Institute. (1996). *The SAS-system for windows: release 6.11 (Software)*. Cary: Statistical analysis system institute.

- Satar S., Kersting U., Uygun N. (2008). Effect of temperature on population parameters of *Aphis gossypii* Glover and *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) on pepper. *Journal of Plant Diseases and Protection* 115 (2): 69-74.
- Scarpellini J.R., Andrade D.J. (2011). Efeito de inseticidas sobre a joaninha *Cycloneda sanguinea* L. (Coleoptera, Coccinellidae) e sobre o pulgão *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera, Aphididae) em algodoeiro. *Arquivos do Instituto Biológico* 78 (3): 393-399.
- Silva A.B., Batista J.L., Brito C.H. (2010). Aspectos biológicos de *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabididae) alimentada com o pulgão *Hyadaphis foeniculi* (Hemiptera: Aphididae). *Revista Caatinga* 23 (1): 21-27.
- Silveira L.C.P., Bueno V.H.P., Pierre L.S.R., Mendes S.M. (2003). Plantas cultivadas e invasoras como habitat para predadores do gênero *Orius* (Wolff) (Heteroptera: Anthocoridae). *Bragantia* 62 (2): 261-265.
- Silveira Neto S., Nakano O., Bardin D., Villa Nova N.A. (1976). Manual de ecologia dos insetos. Piracicaba: Agronômica Ceres, Brasil.
- Singh A. (2004). Farmscaping; farming with nature in mind. *The Canadian Organic Grower*, Canada. Pp.56-58.
- Singh O.P., Verma S.N. (1990). Mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) in Madhya Pradesh - a review. *Journal of Aphidology* 4 (1): 103-108.
- Souza C.R., Ribeiro D.M., Sarmiento R.A., Barros E.C., Santos L.B., Nascimento I.R. (2010). Ocorrência de inimigos naturais de insetos praga em cultivo de melancia. *Horticultura Brasileira* 28 (2): 733-736.
- Souza V.P., Cividanes F.J., Galli J.C. (2006). Abundância estacional de *Myzus persicae* (Sulzer), *Brevicoryne brassicae* (L.) e *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) (Hemiptera: Aphididae) na região nordeste do estado de São Paulo. *Manejo Integrado Plagas y Agroecología* 77 (1): 24-31.
- Suenaga H., Hamamura T. (2001). Occurrence of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) in cabbage fields and their possible impact on lepidopteran pests. *Applied Entomology and Zoology* 36 (1): 151-160.
- Tillman P.G., Cottrell T.E. (2012). Incorporating a sorghum habitat for enhancing lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae) in cotton. *Psyche: A Journal of Entomology* 12: 1-6.
- Valenzuela H.R. (1994). Insectaries; the use of insectary plants as a reservoir for beneficial in vegetable agroecosystems. *Vegetable Cropson* 4 (5): 1-8.
- Wink C., Guedes J.V.C., Fagundes C.K., Rovedder A.P. (2005). Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. *Revista de Ciências Agroveterinárias* 4 (1): 60-71.