

Diversidad de insectos depredadores en área orizícola orgánica y de conservación, en Viamão, RS, Brasil

Diversity of predators' insects on organic rice field and conserved areas, in Viamão, RS, Brazil

MARÍA LETICIA GONZÁLEZ F.¹, SIMONE M. JAHNKE^{2,3}, ROSANA M. MORAIS⁴ y GISELE S. DA SILVA^{2,5}

Resumen: La presencia de los depredadores en los ecosistemas es fundamental para la regulación de poblaciones de insectos fitófagos. El presente estudio tuvo como objetivo conocer y comparar a través de índices faunísticos, la diversidad de insectos depredadores entre un agro-ecosistema de producción orgánica de arroz irrigado (AO) y un área preservada, Refugio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos (RBP), ambas localizadas en Viamão, RS, Brasil. Se realizaron colectas mensuales de mayo de 2011 a abril de 2012. Se utilizaron trampas de Malaise, Moericke y de caída, permaneciendo instaladas por 24 horas. En total se colectaron 355 individuos de hábito predador en el AO, siendo identificados 26 morfotipos distribuidos en cuatro órdenes y 11 familias. En el área RBP, se colectaron 653 individuos de 50 morfotipos, pertenecientes a seis órdenes y 13 familias. Los estimadores de riqueza Chao 1, Chao 2 y Bootstrap, apuntaron a una riqueza de 29 a 35 especies en el AO y de 59 a 71 para el RBP. La comparación entre los índices de diversidad apuntó a una mayor diversidad para el área de RBP ($P = 0,001$). La variación estacional, fue responsable por las diferencias, tanto en la riqueza como en la abundancia de especies en ambas áreas, siendo el periodo de enero el que presentó mayor número de individuos. Considerando la composición de especies, se encontraron 18 morfotipos en común entre las áreas, a pesar de la baja complejidad estructural en el cultivo de arroz, indicando que el RBP puede estar actuando como reservorio de especies depredadoras.

Palabras clave: Diversidad. Enemigos naturales. Arroz. Área protegida.

Abstract: Predator's appearance in eco-systems is fundamental to regulate phytophagous insect population. Knowledge about associate's species in every system is very important to understand the dynamic events and to help the management of possible pests. The predator diversity of an irrigated rice organical production agroecosystem (AO) and a preserved area, Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos (RBP), both located in Viamão country, RS, Brazil, was studied and compared between out fauna index monthly catches were taken from May/2011 to April 2012, with Malaise, Moericke and Pitfall traps, for 24 hours every time. Were collected in AO 355 predators, identified in 26 morphotypes and distributes in four orders and 11 families. The RBP group found 653 individuals of 50 morphotypes, belonged to six orders and 13 families. The richness estimators, Chao 1, Chao 2 and Bootstrap, indicate from 29 to 35 species richness in the AO and 59 to 71 in the RBP group. RBP present more diversity according diversity index ($P = 0,01$) than AO. Seasonal variation had influence in differences, to the richness and the abundance of species, in both areas. January was the month with more abundance of individuals in both areas. Considering the composition of the species, 18 morphotypes were shared in between two ambient, unless little structural complexity available in the rice area, which indicate that RBP can serve as a predators species reservoir.

Key words: Diversity. Natural enemies. Rice. Protected area.

Introducción

Los insectos depredadores componen uno de los grupos más importantes de enemigos naturales, cumpliendo un papel fundamental en la regulación de las poblaciones de plagas de artrópodos en muchos cultivos. Diferentes grupos taxonómicos de insectos contienen especies que son depredadoras, o especies que lo son parcialmente y que poseen diferentes estrategias de alimentación en las distintas fases de su ciclo de vida, como forma de evitar competencia (De Bach y Rosen 1991). Es importante el conocimiento de las interacciones entre presa y depredador para entender el control biológico natural que existe en un agro-ecosistema, ya que es responsable por el equilibrio de las poblaciones de plagas (Pedigo 1996).

Las comunidades más complejas proporcionan un espectro más amplio de nichos ecológicos y sustentan poblaciones mayores y más diversas de depredadores y parasitoides en comparación a comunidades más simples. Así, la promoción y manutención de la diversidad biológica es una de las

principales metas en la búsqueda de un manejo sustentable en agro-ecosistemas. La diversidad es, simultáneamente, un producto, una medida y una base de la complejidad de un sistema y su habilidad de mantener un funcionamiento sustentable (Gliessman 2000). Así, Odum y Barrett (2008), definen la diversidad de un ecosistema como diversidad tanto genética, como también de especies, del hábitat y de los procesos funcionales que mantienen los sistemas complejos.

El arroz, *Oryza sativa* (Linnaeus, 1753) (Poaceae) es cultivado y consumido en todos los continentes, siendo el cereal más producido en el mundo (Embrapa 2010). El Brasil se destaca como mayor productor después del continente asiático. Las plantas de arroz son hospederas de un gran número de insectos-plagas y la acción de los mismos es uno de los factores principales que afectan el rendimiento en el cultivo de arroz, con pérdidas que varían entre 10 y 35% de la producción (Martins *et al.* 2000). Se sabe que el control biológico natural actúa simultáneamente con otros factores del medio y contribuye decisivamente para disminuir a los fitófagos del

¹ M. Sc. marileti_1@hotmail.com. ² UFRGS, Departamento de Fitossanidade, Av. Bento Gonçalves, 7712 - CEP 91540-000 - Porto Alegre - RS - Brasil. ³ D. Sc. Professor Adjunto. smjahnke@yahoo.com. Autor para correspondencia. ⁴ D. Sc. Investigador FEPAGRO. BR 287, km 4,5 CP. 346.97001-970 - Santa Maria - RS - Brasil. rosana-morais@fepagro.gov.rs.br. ⁵ M. Sc. giss_rs@yahoo.com.br.

arroz en los principales agro-ecosistemas. En cambio, determinadas prácticas agrícolas de transformación de ecosistemas agrarios primordiales en sistemas de monocultivo son los principales factores para la pérdida de la biodiversidad y la degradación ambiental (Bambaradeniya y Amerasinghe 2003). La comprensión de cómo las prácticas de manejo interfieren en la biodiversidad de los ecosistemas agrícolas, en este caso el cultivo de arroz, permitirá a los productores la incorporación de estrategias de conservación de las especies y restauración de las áreas degradadas (Fritz *et al.* 2008). En la búsqueda de prácticas agrícolas con menos impactos ambientales surgen alternativas orientadas por el conocimiento de los procesos ecológicos que ocurren en agro-ecosistemas (Gliessman 2000).

La ocurrencia natural de los depredadores en los agro-ecosistemas es un factor de gran importancia para la reducción de plagas, por tanto, el conocimiento de la diversidad de esta fauna y la conservación del medio ambiente se tornan imprescindibles para el suceso de su conservación (Onody 2009). En este sentido, la preservación de áreas de bosque nativo o áreas protegidas próximas a los agro-ecosistemas ayuda a aumentar y mantener la biodiversidad lo que, al final, favorece los procesos ecológicos locales.

En este contexto, el presente estudio se enfocó en evaluar y comparar la diversidad de insectos depredadores en un agro-ecosistema y en un área preservada, localizados en el Municipio de Viamão, RS, Brasil, a través de análisis con el uso de diferentes tipos de trampas y estimadores de diversidad, relacionados a factores ambientales.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en un año (mayo de 2011 a abril de 2012), considerando el periodo entre zafra y zafra, en un área de producción de arroz orgánico y una preservada. Ambas localizadas en la unidad de conservación de uso sustentable, Área de Protección Ambiental (APA) de Bañado Grande (30°05'24,16"S 50°54'31,95"O), que posee 133.000 ha y en ella se forma un conjunto de humedales siendo, específicamente el Bañado dos Pachecos, en el municipio de Viamão, RS, el área donde se efectuó el presente trabajo.

El área de producción de arroz irrigado, de aproximadamente 20 hectáreas, está localizada en el Asentamiento de Movimiento de Trabajadores Rurales Filhos de Sepé, en la APA, y los productores adoptaron la técnica de producción orgánica. La siembra fue realizada en octubre de 2011 y la cosecha a finales de febrero de 2012, siendo utilizada por el productor la variedad IRGA 417. En cuanto al área preservada, Refugio de Vida Silvestre Bañados dos Pachecos (RBP), queda a una distancia de aproximada de 3 km del área de arroz, donde se realizaron colectas mensuales, por un periodo de 12 meses.

En ambas áreas fueron delimitadas dos transectos distantes, aproximadamente a 400 m uno de otro, donde fueron instaladas las trampas, de forma alternada, a una distancia aproximada de 20 m unas de otras.

Los tipos de trampa usadas fueron (a) de suelo o de caída ("pitfall"), que consiste de tubos de PVC (22 cm de diámetro y 10 cm de altura) enterrados en el suelo donde fueron colocados los recipientes de plásticos de 20 cm de diámetro y 10 cm de altura, con agua y un poco de detergente para romper la tensión superficial. Se instalaron dos trampas en cada transecto de las áreas; (b) las trampa Moericke, i.e.

una bandeja de plástico de 25 cm de diámetro y cuatro cm de altura, de color amarillo para atraer a los insectos. Las bandejas fueron colocadas sobre una estaca de 60 cm de alto que contenía agua y detergente. Los transectos utilizados para la colocación de las bandejas, fueron los mismos que para las trampas de suelo, siendo intercaladas entre sí. Se utilizaron dos bandejas por cada transecto; (c) trampa Malaise, usada para intercepción de vuelo, consiste en una tela fina blanca en el parte que corresponde al techo y negra en las demás partes. En el ápice frontal es colocado el frasco colector con alcohol al 70%. Fue instalada una trampa en cada transecto.

En cada transecto la distribución de las trampas siguió este patrón: Moericke, trampa de caída, Malaise, Moericke, trampa de caída. En cada ocasión de muestreo mensual todas las trampas permanecieron por un periodo de 24 horas. Siendo luego recogidos los frascos con los insectos colectados. Los insectos, en frascos etiquetados con fecha, tipo de trampa y local de colecta, en alcohol 70% fueron luego identificados al menor nivel taxonómico posible. Las actividades de separación, identificación y análisis de los datos se realizaron en el laboratorio de Biología, Ecología, y Control Biológico de Insectos (BIOECOLAB) del Departamento de Fitosanidad de la Facultad de Agronomía de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul (UFRGS). Los ejemplares morfotipados, pertenecientes a familias con especies conocidas que son depredadoras se enviaron a especialistas para la identificación genérica o específica.

La riqueza y abundancia de insectos depredadores se compararon entre los tres tipos de trampas utilizadas, entre las dos áreas y entre las diferentes estaciones del año.

En cada una de las áreas se contabilizó el número total de insectos depredadores y de especies – morfoespecies obtenidas, siendo a partir de estas construidas curvas de saturación de muestras o colectas, por medio de los estimadores chao 1, chao2 y bootstrap, realizados por el programa EstimateS versión 8.2.0 (Colwell 2009). Para el análisis de diversidad biológica se aplicaron los índices de Shannon-Wiener (H'), Simpson (1-D) e Margalef (DMg) (Moreno 2001) utilizando el programa Past versión 1.79 (Hammer *et al.* 2011). La composición de especies (diversidad beta) entre las áreas y estaciones del año se comparó usando análisis de agrupamiento (algoritmo UPGMA, con el índice de Morisita) a través de la aplicación Past (Hammer *et al.* 2011). Diferencias cualitativas se demostraron a través del diagrama de Venn, mostrando las especies exclusivas correspondientes a cada área y especies en común entre ellas.

Resultados y discusión

Considerando todo el periodo de colectas, en el área de arroz se colectaron 355 individuos de hábito depredador, siendo identificados 26 morfotipos, distribuidos en cuatro órdenes y 11 familias. En el RBP se registraron 653 individuos de 50 morfotipos, pertenecientes a seis órdenes y 13 familias. La mayoría de los individuos ha sido analizada e identificada hasta género y en algunos casos a nivel específico (Tablas 1 y 2).

Comparación entre métodos de colectas. Comparando las colectas realizadas entre las diferentes trampas, se verificó que con la trampa de caída ("pitfall") se capturaron el mayor número de individuos (553), siendo todos coleópteros y

Tabla 1. Lista de insectos depredadores colectados en cultivo de arroz orgánico irrigado (AO) durante el periodo de mayo de 2011 a abril de 2012 en Viamão, RS, Brasil.

Taxón	Meses												N	Fr (%)
	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A		
COLEOPTERA														
Cantharidae														
<i>Chauliognathus</i> sp.						3	1	3		2		1	10	2,81
Carabidae														
<i>Leptotrachelus</i> sp.						1							1	0,28
Coccinellidae														
<i>Cycloneda sanguinea</i>								2	1				3	0,84
Lampyridae														
<i>Aspisma</i> sp.						5		1					6	1,69
Staphylinidae														
<i>Aleocharine</i> sp. 2							3	6					9	2,53
<i>Anotylus</i> sp.								1					1	0,28
DIPTERA														
Sarcophagidae														
<i>Boettcheria</i> sp.	10			1	2			19	7	12	5	8	64	18,02
Tabanidae														
<i>Tabanus colombensis</i>	1							1				6	8	2,25
HYMENOPTERA														
Formicidae														
<i>Camponotus rufipes</i>											2		2	0,56
<i>Camponotus</i> sp. 1								1	1			2	4	1,26
<i>Camponotus</i> sp. 2								2	1				3	0,84
<i>Camponotus</i> sp. 4								1					1	0,28
<i>Camponotus</i> sp. 5								1	1				2	0,56
<i>Camponotus</i> sp. 6										3			3	0,84
<i>Iridomyrmex</i> sp. 1	4												4	1,26
<i>Oxyepoecus</i> sp.								5					5	1,40
<i>Pachycondyla</i> sp. 2										8			8	2,25
<i>Parachetrina</i> sp.				2									2	0,56
<i>Pheidole</i> sp. 1	61	3		5		11		12					92	26,00
<i>Pheidole</i> sp. 2											4	23	27	7,60
<i>Pheidole</i> sp. 3					10								10	2,98
<i>Solenopsis</i> sp. 1				2					13	13			28	7,88
<i>Solenopsis</i> sp. 2								7	6		39		52	14,64
Vespidae														
<i>Polybia scutellaris</i>								1					1	0,28
ODONATA														
Libellulidae														
<i>Erythrodiplax paraguayensis</i>									3	3	1	1	8	2,25
Lestidae														
<i>Lestes</i> sp.								1					1	0,28
N	76	3	0	10	12	20	4	64	33	41	51	41	355	
S	4	3	0	4	2	4	2	16	8	6	5	6		

hormigas. En cambio, cabe resaltar que la mayoría pertenece a Formicidae, que por ser insectos sociales presentan naturalmente un gran número de individuos. Este panorama también es encontrado en colectas con trampa de caída en otros cultivos como cafetales (Silva *et al.* 2012). Este resultado pudo haber sido influenciado también por el método de análisis,

que tuvo en cuenta la abundancia de individuos. En algunos estudios de formícidos, como el de Benati *et al.* (2011), fueron utilizados como base solamente la presencia o ausencia de las especies, sin contar el número de individuos capturados en cada unidad de muestreo, pero se debe resaltar, que fue solamente para evaluar la mirmecofauna, diferente de este tra-

Tabla 2. Lista de insectos depredadores colectados en el área protegida Refugio Bañado dos Pachecos (RBP) durante el periodo de mayo de 2011 a abril de 2012 en Viamão, RS, Brasil.

Taxon	Meses												N	Fr (%)	
	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A			
COLEOPTERA															
Cantharidae															
<i>Cantharis</i> sp.					1									1	0,15
Coccinellidae															
<i>Cycloneda sanguinea</i>										1				1	0,15
Staphylinidae															
<i>Aleocharine</i> sp. 1					1									1	0,15
<i>Aleocharine</i> sp. 2	11						5							16	2,45
<i>Anotylus</i> sp.					1									1	0,15
DIPTERA															
Muscidae															
Morfoespecie 1						5				4	1	1		11	1,68
Morfoespecie 2					1					1			2	4	0,61
Morfoespecie 3						1		2			3	1		7	1,07
Sarcophagidae															
<i>Boettcheria</i> sp.						3		3		8	3	3		20	3,06
<i>Oxysarcodexia</i> sp.						3	1	2	3	4	2	2		17	2,6
Tabanidae															
<i>Chrysops varians</i>						4	44	6	7	11			1	73	11,17
<i>Poeciloderas quadripunctatus</i>										7			1	9	1,37
<i>Tabanus colombensis</i>					2	8	23		2	9			5	49	7,5
<i>Tabanus</i> sp.									1	11				12	1,83
HYMENOPTERA															
Crabronidae															
<i>Pison</i> sp.							1	1						2	0,3
Formicidae															
<i>Camponotus rufipes</i>							2			26				28	4,28
<i>Camponotus</i> sp. 1				3				1					1	5	0,76
<i>Camponotus</i> sp. 2						1	2							3	0,45
<i>Camponotus</i> sp. 3						1								1	0,15
<i>Camponotus</i> sp. 6									1					1	0,15
<i>Dolichoderinae</i> sp. 1					1	3								4	0,61
<i>Dolichoderinae</i> sp. 2					1	1								2	0,3
<i>Ectatoma</i> sp.												9		9	1,37
<i>Hylomyrma</i> sp. 1			1											1	0,15
<i>Hylomyrma</i> sp. 2						1		4	1					6	0,91
<i>Iridomyrmex</i> sp. 2		3												3	0,45
<i>Iridomyrmex</i> sp. 3							1		1					2	0,3
<i>Octostruma</i> sp.	29													29	4,44
<i>Odontomachus</i> sp.					2			8						10	1,53
<i>Oxyepoecus</i> sp.									4					4	0,61
<i>Pachycondyla</i> sp. 1	1													1	0,15
<i>Pachycondyla</i> sp. 2			5	1		1			11	12	8			38	5,81
<i>Pachycondyla</i> sp. 3					2				1	3				6	0,91
<i>Pheidole</i> sp. 1	13	2	4		2	7		4	2					34	5,2
<i>Pheidole</i> sp. 2	37			6	10	11			10		3	19		96	14,7
<i>Pheidole</i> sp. 3				7			3							10	1,53
<i>Pheidole</i> sp. 4								2						2	0,3
<i>Solenopsis</i> sp. 1					12				3	11	20			46	7,04

(Continuación Tabla 2)

Taxon	Meses												N	Fr (%)	
	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A			
Pompilidae															
<i>Anoplius</i> sp.							1							1	0,15
<i>Auplopus</i> sp.							2					2		4	0,61
Vespidae															
<i>Agelaia multipicta</i>	6				2	1	5	21	14	14				63	9,64
<i>Brachygastra lecheguana</i>						1								1	0,15
<i>Polybia ignobilis</i>						1								1	0,15
<i>Polybia sericea</i>							2							2	0,3
<i>Polybia scutellaris</i>						6								6	0,91
<i>Zethus</i> sp.								1						1	0,15
MANTODEA															
Thespidae															
<i>Miobantia</i> sp.							1							1	0,15
NEUROPTERA															
Chrysopidae															
<i>Ceraeochrysa</i> sp.				1										1	0,15
ODONATA															
Libellulidae															
<i>Erythrodiplax paraguayensis</i>									3	3				6	0,91
N	97	5	10	18	38	59	100	55	64	120	49	38	653	99,76	
S	6	2	3	5	13	18	15	12	15	16	8	11			

bajo que evaluó toda fauna de depredadores. En el presente estudio la diversidad de depredadores se considerada como un todo, porque, aparte de que Formicidae sea un grupo eusocial, cada individuo puede actuar como depredador de insectos (Hagen *et al.* 1999) contribuyendo de forma similar a la de otros depredadores solitarios. Excluyendo los formícidos, solamente el 3% de los insectos depredadores fue capturado con "pitfall", que puede deberse al poco tiempo en que las trampas quedaban instaladas (24 horas). El resultado corrobora lo obtenido por Aquino *et al.* (2006) sobre la utilización de este tipo de trampa en trabajos de diversidad. Los autores comentan que con el tiempo de permanencia de 24 horas es posible para la captura de formícidos, en cambio, con otros grupos es necesario un mayor tiempo de exposición.

Contabilizando las trampas que capturan principalmente insectos de vuelo, Malaise colectó una cantidad y diversidad mayor, con un total de 407 depredadores, comparativamente a la de Moericke con 61 depredadores. Abreu y Zampieron (2009), obtuvieron resultados parecidos en relación con la abundancia registrada con las dos trampas, mencionando que Malaise, aparte de su gran eficiencia en la intercepción de vuelo, mantiene los insectos mejor preservados por más tiempo.

Al comparar la diversidad y abundancia de los insectos capturados en las diferentes trampas, se resalta la importancia de utilizar más de un método de colecta para la evaluación de diversidad de depredadores en un área, ya que las trampas capturan diferentes grupos y los depredadores están representados en casi todos los órdenes de insectos (Gullan y Cranston 2007), sea en estado inmaduro o en fase adulta.

Análisis de los grupos de depredadores colectados. La subfamilia Myrmicinae, representada aquí por los géneros

Pheidole y *Solenopsis*, presentó un mayor número de formícidos colectados. Esta abundancia es conocida para el grupo, considerado dominante en diversas regiones del mundo, asociado a la gran diversidad de hábitos alimentarios (Fowler *et al.* 1991). Muchas especies de Myrmicinae, en especial el género *Pheidole*, son importantes depredadores de termitas, presentan una amplia adaptación, pudiendo ser encontrados desde ambientes naturales hasta en los más perturbados (Hölldobler y Wilson 1990), corroborando lo observado en este estudio, donde las especies se registraron tanto en el área preservada como en el área agrícola.

El orden Diptera, fue el segundo grupo de mayor abundancia, tanto en el área de arroz como en el RBP, siendo Sarcophagidae la familia más representativa, en arroz. En cambio, teniendo en cuenta que las especies de esta familia son principalmente conocidas por desarrollarse en organismos en descomposición y presentar importancia en la entomología forense (Wolff *et al.* 2001), también se encontraron depredadores de huevos de arañas y de larvas de lepidópteros (Pape *et al.* 2004). En el área preservada RBP, la familia más representativa fue Tabanidae. Los machos adultos de esta especie se alimentan de néctar y en la mayoría de las especies las hembras necesitan una ingesta sanguínea para la maduración de los folículos embrionarios y ovoposición (Turcatel *et al.* 2007). Por otra parte, las larvas se encuentran en ambientes acuáticos o semi acuáticos y son generalmente depredadores que se alimentan de invertebrados (Pechuman y Teskey 1981). La ocurrencia de bañados y charcos en el área preservada, ciertamente pudo influenciar para la presencia de este grupo. Larvas pertenecientes a especies del género *Tabanus* son citadas como depredadores de insectos acuáticos, micro crustáceos y moluscos (Ferreira y Rafael 2006).

Tabla 3. Riqueza comparada de morfoespecies (S), número de individuos (N) y valores de los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H'), complementaria de Simpson (1-D) y Margalef (D_{MG}) para cultivo de arroz orgánico (AO) y área protegida Refugio Bañado dos Pachecos (RBP) en el periodo de mayo/2011 a abril/2012 en Viamão, RS.

	AO	RBP	Bootstrap (p)
S	26	50	--
N	355	653	--
H'	2,408	3,077	0,001*
1-D	0,862	0,9316	0,001*
D _{MG}	4,257	7,56	0,001*

El orden Coleoptera coincidió, en las dos áreas de estudio, como el tercer grupo más abundante. En el área de arroz fue el segundo en presentar mayor riqueza, con seis especies depredadoras pertenecientes a cinco familias, indicando una fauna diversificada, a pesar de la complejidad del ambiente ser menor en el área de arroz. Staphylinidae fue la familia con mayor abundancia de individuos capturados en la trampa de caída, siendo el género *Aleocharine* el de mayor abundancia, en ambas áreas. Especies de este género son citadas como depredadoras de huevos y larvas, así como también pueden ser ectoparásitos durante el estado larval, actuando de forma activa en el control biológico de algunos grupos (Koller *et al.* 2002).

En las dos áreas se registraron individuos de coccinélidos como *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinellidae). Las larvas de esta especie pueden consumir de 31 a 400 áfidos hasta el cuarto y último instar (Santa-Cecilia *et al.* 2001). La voracidad de este grupo puede auxiliar en la reducción de plagas importantes en el cultivo de arroz, como el pulgón de la raíz, *Rhopalosiphum rufiabdominalis* (Sasaki, 1899) (Hemiptera: Aphididae). Este áfido posee distribución amplia en el mundo y provoca daños a través de la inyección de toxinas y succión de la savia, causando amarillamiento de las hojas y paralización del crecimiento de las plantas (Reissing *et al.* 1986).

En relación, al orden Odonata, aunque se haya encontrado en ambas áreas, no tuvo gran representatividad entre los enemigos naturales, tanto en el área de arroz como en el área preservada, siendo que el área de estudio fue en área de un bañado y las larvas pueden ser encontradas en muchos ambientes acuáticos (Borrór y DeLong 1988). Machado y Garcia (2010) en cultivos de arroz en el municipio de Cachoeirinha en la Estación Experimental de Arroz (EEA), registraron odonatos como segundo grupo de enemigos naturales más representativo, capturados con red entomológica. Por lo tanto, los tipos de trampas utilizados en este trabajo pudieron no ser adecuadas para la captura de este grupo.

La ausencia de representantes de los órdenes Neuroptera y Mantodea en el área de agrícola puede ser justificada por el ambiente, con una vegetación poco diversa como es el área de arroz. Aunque así también para el área preservada, la colecta no fue representativa, con apenas un individuo, indicando que aparte del factor ambiental otros factores pudieron haber influenciado para una reducida captura, como la metodología utilizada.

Análisis de la diversidad alfa, estimadores e índices. Para la descripción de la diversidad de cada área, se definieron

especies raras, aquellas que tuvieron uno o dos individuos colectados por localidad, llamados respectivamente de “singletons” y “doubletons”.

El estimativo de riqueza total en el área de arroz, generada por Chao 2 (Fig. 1), indicó aproximadamente 35 morfotipos. Con base en este estimador, en el presente trabajo, se colectaron el 74% de las especies que ocurren en el área. El estimador “bootstrap” indicó aproximadamente 31 morfotipos para el área de arroz, correspondiendo este número al 84% de las especies colectadas. El estimador chao 1, apuntó 29 morfotipos, indicando que el 90% de las especies colectadas. Las diferencias entre los estimadores son explicadas porque chao 1 se basa en la abundancia y utiliza la relación entre el número de “singletons” y “doubletons” (Moreno 2001); chao 2, por otro lado, lleva en cuenta “uniques” y “duplicates” (Colwell 2009) y el estimador “bootstrap” se basa en la incidencia de especies (Smith y Van Belle 1984). En el área de AO se registraron cinco “singletons”, dos en el orden Coleoptera, dos en Hymenoptera y uno en Odonata.

Para el área de RBP, los estimativos de riqueza fueron parecidos entre los estimadores chao 2 y chao 1 (Fig. 2) indicando que, respectivamente, 75% y 74% de las especies existentes han sido colectadas. El “bootstrap” estimó la presencia de 59 morfotipos, indicando que se obtuvo el 84% de las especies. Así, como en el área de arroz, en el área de RBP también registró un alto número de “uniques”, influenciando las curvas de riqueza para chao 2. Siendo contabilizados 22 “uniques” y 11 “duplicates”, correspondiendo también el mayor número a los himenópteros 16 y 8, respectivamente. En el área de RBP, chao 1 estimó una mayor riqueza de especies, indicando que el porcentaje colectado, es inferior al área de arroz, pudiendo deberse al número de “singletons” y “doubletons”. Se registraron mayor número de “singletons”(15) en comparación al arroz, nueve para el orden Hymenoptera, cuatro para Coleoptera, un Mantodea y un Neuroptera. Para Diptera, en ambas áreas no se registraron “singletons”. Los “doubletons” se verificaron sólo para Hymenoptera, tres para el área de arroz y cinco para RBP.

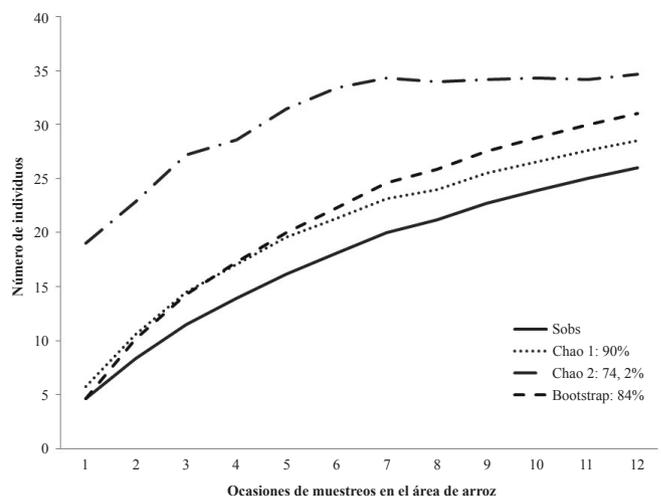


Figura 1. Curva de estimación de riqueza de morfoespecies para tres estimadores (chao1, chao 2 y “bootstrap” aleatorizadas 200 veces) y curva del colector (Sobs): morfoespecies observadas, en cultivo orgánico de arroz irrigado (AO), en el periodo de mayo de 2011 a abril de 2012. Viamão, RS.

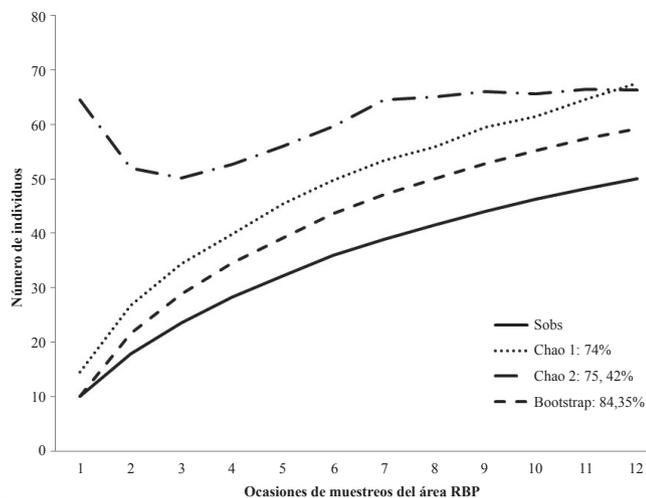


Figura 2. Curva de estimación de riqueza de morfoespecies para tres estimadores (chao1, chao 2 y “bootstrap” aleatorizadas 200 veces) y curva del colector (Sobs) morfoespecies observadas, en área protegida Refugio Bañado dos Pachecos (RBP), en el periodo de mayo de 2011 a abril de 2012. Viamão, RS.

Los estimadores de riqueza indican que los morfotipos colectados en este estudio no demuestran la totalidad de riqueza de cada área, lo que se puede observar por el ascenso en las curvas de colección (Figs. 1 y 2).

Diversidad comparada (beta) y factores ambientales. De acuerdo con los índices de diversidad y riqueza calculados (Tabla 3), se puede observar que la diversidad presentó diferencias entre las dos áreas, por la prueba de “bootstrap” ($P = 0,001$). Es importante mencionar que riqueza y diversidad no son sinónimos, aunque tengan conceptos relacionados. El primer término hace referencia al número de especies presentes en una comunidad, y el segundo es una medida que lleva en cuenta tanto la riqueza como la abundancia relativa de las especies (Moreno 2001). Por sí sólo, el número de especies es insuficiente para representar la diversidad biológica.

Los índices de diversidad (Shannon-Wiener), dominancia (Simpson) y riqueza (Margalef), mostraron una diferencia significativa entre las áreas de arroz y de RBP, siendo mayor la diversidad en el área de RBP en comparación con AO (Tabla 3). El índice de diversidad de Shannon-Wiener, al combinar riqueza con uniformidad (Moreno 2001), indicó que el área de RBP presenta una mayor uniformidad en la distribución de las especies que la componen. Posiblemente la menor diversidad en el área de arroz ocurrió porque las áreas agrícolas pueden presentar factores limitantes, como la disminución de nichos, promoviendo competencias interespecíficas por recursos de los organismos que actúan en nichos semejantes. Locales así, acostumbran a presentar bajos índices de diversidad con grandes números de especies comunes y un bajo número de especies raras (Magurran 2004).

Aunque la diversidad sea menor en áreas agrícolas, la presencia de una estructura más compleja de hábitats preservados próximos a los cultivos puede incrementar la diversidad de estos. En algunos casos, la diversidad de nichos próximos a las áreas agrícolas puede ser aumentada, como lo observado por Sharma *et al.* (2009), donde en un estudio con la utilización de bordes en el cultivo de algodón, se registraron un

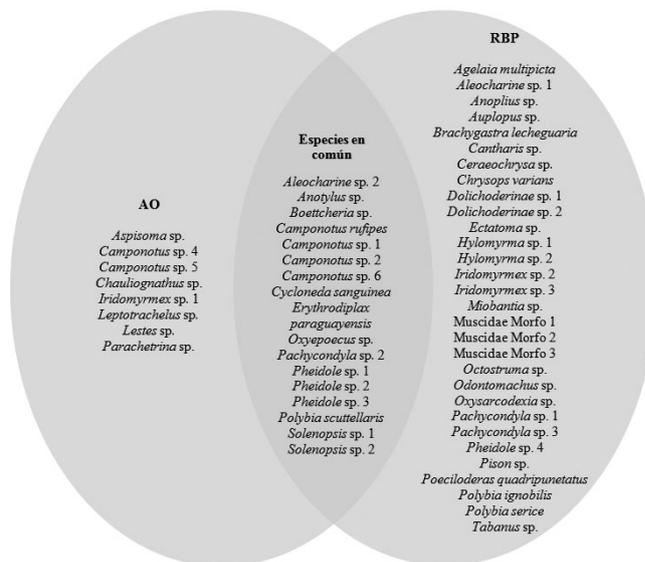


Figura 3. Diagrama de Venn, evidenciando la composición de especies de insectos depredadores, exclusivas y en común, colectadas en cultivo orgánico de arroz irrigado (AO) y en área protegida Refugio Bañado dos Pachecos (RBP), en el periodo de mayo/2011 a abril/2012. Viamão, RS.

aumento de especies y densidad en las poblaciones de coccinélidos y crisópidos en el sistema de algodón, comprobando que las manipulaciones del hábitat, pueden ser una forma de preservación o de mejorar el ambiente para beneficiar la presencia de enemigos naturales. Por otro lado, la presencia de un área conservada y, por consiguiente, con mayor variedad de nichos disponibles, próxima a las áreas de cultivo, puede actuar de la misma manera, aumentando la diversidad de especies en el cultivo.

A partir del diagrama de Venn (Magurran 2004) se puede observar de forma cualitativa la composición de especies exclusivas y en común entre las dos áreas (Fig. 3). Como lo esperado, la riqueza de especies en el área preservada fue mayor que en el de arroz. Así, la presencia de 18 especies en común entre las dos áreas, contabilizando más del 40% del total de las especies que ocurren en el área de arroz, indica la importancia del área de preservación como repositorio de especies depredadoras.

Las especies en común pertenecen a los grupos de Coleoptera, Diptera, Hymenoptera y Odonata, grupos con reconocidas especies depredadoras en agro-ecosistemas.

Aparte de la heterogeneidad espacial relacionada a los nichos, riqueza y abundancia, la composición de especies de un área, pueden variar en función a los cambios de condiciones del tiempo, clima y de variaciones estacionales. En el área de arroz orgánico irrigado (AO) se registraron dos picos de abundancia de insectos depredadores en mayo de 2011 (otoño) y diciembre de 2011 (verano). En cambio, en el área preservada (RBP) fueron registrados tres picos, en mayo de 2011 (otoño), noviembre de 2011 (primavera) y febrero de 2012 (verano) (Tablas 1 y 2). En ambas áreas en julio de 2011 (invierno) se registra el menor número de individuos.

En el área preservada (RBP), se registraron tres picos de abundancia referentes a los meses de mayo/2011 (otoño), noviembre/2011 (primavera) y febrero/2012 (verano), siendo este último el mayor. El mes de julio/2011 (invierno) registra el menor número de individuos.

Aunque el coeficiente de correlación Pearson muestre una pequeña variación entre la temperatura y la abundancia de los individuos, tanto para AO ($P < 0,05$; $R^2 = 0,3282$) como para RBP ($P < 0,05$; $R^2 = 0,3219$), la temperatura pudo haber sido un factor en la variación de la abundancia, como también otras variables como la precipitación en los días de colectas y la presencia de sol. Se sabe que la elevación de la temperatura, propicia condiciones favorables al crecimiento, reproducción y dispersión de los insectos de un modo general (Speight *et al.* 1999).

En el área de arroz, aparte de la influencia de los factores climáticos, la abundancia también puede ser modificada por la presencia o ausencia del cultivo. A partir de la emergencia de las plántulas, después de noviembre, estas proporcionan un ambiente diferenciado de aquel encontrado en invierno, durante el cual también las plantas espontáneas que ocurren en las taipas ó camellones del arroz, por lo general arbustivas, se desenvuelven con velocidad reducida. Estas plantas adyacentes pueden servir de refugio a los insectos, después de la cosecha de arroz en febrero.

Conclusión

Conforme a los resultados obtenidos en el presente estudio, bajo las condiciones en que los experimentos fueron realizados, se concluye que los depredadores pertenecientes a las órdenes Hymenoptera, Diptera, Coleoptera y Odonata ocurren en ambas áreas, acorde a lo esperado. El área de RBP presenta mayor diversidad y riqueza de insectos depredadores en comparación del área de AO. Por otra parte, considerando que hay especies en común entre las dos áreas se puede considerar que el área preservada puede actuar como importante refugio de enemigos naturales para el área cultivada.

Agradecimientos

A los siguientes especialistas, por la identificación: Msc. Laura Menzel - UFRGS (Formicidae), Msc. Edgar Benitez - UNA (Coleoptera), Msc. Bolívar R. Garcete-Barrett- UFPR (Vespidae), Dr. Ângelo Parise Pinto – USP (Odonata), Dra. Cátia Patiu – UFRJ (Sarcophagidae), Dr. Inocência Goraieb - Museu Paraense Emilio Goeldi (Tabanidae), Dr. Lauro J. Jantsch (Mantodea), Dr. Gilberto Albuquerque – UENF (Neuroptera) y Dr. Edilson Caron – UFPR (Staphylinidae).

Literatura citada

ABREU, C. I. V.; ZAMPIERON, S. L. M. 2009. Perfil da fauna de Hymenoptera parasítica em um fragmento de Cerrado pertencente ao Parque Nacional da Serra da Canastra (MG), a partir de duas armadilhas de captura. *Ciência et Praxis* 2 (3): 61-68.

AQUINO, A. M.; AGUIAR-MENEZES, E.; QUEIROZ, J. M. 2006. Recomendações para coleta de artrópodes terrestres por armadilhas de queda (“Pitfall-Traps”). *Seropédica: Embrapa Agrobiologia, Circular técnica N° 18*. 8 p.

BAMBARADENIYA, C. N. B.; AMERASINGHE, F. P. 2003. Biodiversity associated with the rice field agro-ecosystem in Asian countries: a brief review. *International Water Management Institute: Working paper 63*, 24 p.

BARTLETT, K. 1999. Dear and horsefly: dipteran: Tabanidae. Disponible en: FERREIRA, R. L. M.; RAFAEL, J. A. 2006. Criação de imaturos de mutua (Tabanidae: Diptera) utilizando briófitas e areia como substrato. *Neotropical Entomology* 35 (1): 141-144.

BENATI, K. R.; PERES, M. C. L.; BRESCOVIT, A. D.; SANTANA, F. D.; DELABIE, J. H. C. 2011. Avaliação de duas técnicas de translocação de serrapilheira sobre as assembleias de aranhas (Arachnida: Araneae) e formigas (Hymenoptera: Formicidae). *Neotropical Biology and Conservation* 6: 13-26.

BORROR, D. J.; DeLONG, D. M. 1998. *Introdução ao estudo dos insetos*. Edgard Blücher Ltda, São Paulo. 635 p.

COLWELL, R. K. 2009. EstimateS 8: statistical estimation of species richness and shared species from samples. University of Connecticut. Disponible en: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>. [Fecha revisión: 14 agosto 2011].

DE BACH, P.; ROSEN, D. 1991. *Biological control by natural enemies*. Cambridge, New York. 440 p.

EMBRAPA. 2010. Projeto arroz orgânico. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. Disponible en: http://www.cpact.embrapa.br/programas_projetos/projetos/Webarroz/index.htm. [Fecha revisión: 3 octubre 2011].

FOWLER, H. G.; FORTI, L. C.; BRANDÃO, C. R. F.; DELABIE, J. H. C.; VASCONSELOS, H.,L. 1991. Ecologia nutricional de formigas. pp. 131-223. En: Panizzi, A. R.; Parra, J. R. P. *Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas*. Manole. São Paulo. Brasil. 359p.

FRITZ, L. L., HEINRICH, A. H., PANDOLFO, M., DE SALLES, S. M., JAIME VARGAS DE OLIVEIRA, J. V., LI FIUZA, L. M. 2008. Agroecossistemas orizícolas irrigados: Insetos-praga, inimigos naturais e manejo integrado. *Oecologia Brasiliensis* 12 (4): 720-732.

GLIESSMAN, S. R. 2000. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. Ed. UFRGS, Porto Alegre. 653 p.

GULLAN, P. J.; CRASTON, P. S. 2007. *Os insetos: um resumo de entomologia*. Roca, São Paulo. 440 p.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. 2011. PAST: paleontological statistics software package for education and data analyses. *Palaeontological Association*. Disponible en: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm. [Fecha revisión: 20 julio 2012].

HAGEN, K.; MILLS, N. J.; GORDH, G.; MCMURTRY, J. A. 1999. Terrestrial arthropod predators of insect and mite pests. pp. 383-503. En: Bellows, T. S.; Fisher, T. W.; Caltagirone, L. E.; Dahls-ten, D. L.; Huffaker, C. B.; Gordh, G. *Handbook of biological control: principles and applications of biological control*. Academic Press. New York. EEUU. 1064 p.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. 1990. *The ants*. Harvard University, Cambridge. 772 p.

KOLLER, W. W.; GOMES, A.; RODRIGUES, S. R.; MENDES, J. 2002. Staphylinidae (Coleoptera) associated to Cattle Dung in Campo Grande, MS, Brazil. *Neotropical Entomology* 31 (4): 641-645.

MACHADO, R. C. M.; GARCIA, F. R. M. 2010. Levantamento de pragas e inimigos naturais ocorrentes em lavoura de arroz no município de Cachoeirinha, Rio Grande do Sul. *Revista de Ciências Ambientais* 4 (2): 57-68.

MAGURRAN, A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Science, Oxford. 256 p.

MARTINS, J. F. da S.; CUNHA U. S. da; OLIVEIRA, J. V. de; PRANDO, H. F. 2000. Controle de insetos na cultura do arroz irrigado. pp. 137-153. En: Guedes, J. C.; Costa, E. D.; Castiglioni, N. *Bases técnicas do manejo de insetos*. UFSM.CCR.DFS: Palotti. Santa Maria. Brasil.

MORENO, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. Unesco & SEA, Zaragoza. 84 p.

ONODY, H. C. 2009. Estudo da fauna de Hymenoptera parasitoides associados a hortas orgânicas e da utilização de extratos vegetais no controle de *Plutella xylostella* (Lepidoptera, Plutellidae). Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos. Programa de Pós-graduação em ecologia e recursos naturais. São Paulo-SP.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. 2008. *Fundamentos de ecologia*. Thomson Learning, São Paulo. 612 p.

- PAPE, T.; WOLF, M.; AMAT, E. 2004. Los califóridos, éstridos, rinofóridos y sarcófagidos (Diptera: Calliphoridae, Oestridae, Rinophoridae, Sarcophagidae) de Colombia. *Biota Colombiana* 5 (2): 201-208.
- PECHUMAN, L. L.; TESKEY, H. J. 1981. Tabanidae. pp. 464-478. En: McAlpine, J. F.; Peterson, B.V.; Shewell, G.E.; Teskey, H. J.; Vocheiroth, J. R.; Wood, D. M. *Manual of nearctic Diptera*. Agricultural Canada. Ottawa. Canadá. 664 p.
- PEDIGO, L. P. 1996. *Entomology and pest management*. Prentice Hall, Upper Sanddle River. 679 p.
- REISSING, W. H.; HEINRICHS, E. A.; LITSIGER, J. A.; MOODY, K.; FIELDER, L.; MEW, T. W.; BARRION, A. T. 1986. *Illustrated guide to integrated pest management in rice in tropical Asia*. International Rice Research Institute, Los Baños, Filipinas. 411 p.
- SANTA-CECILIA, L. V. C.; GONÇALVES-GENÁRIO, R. C. R.; TÓRRES, R. M.; NASCIMENTO, F. R. 2001. Aspectos biológicos e consumo alimentar de larvas de *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentadas com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera:Aphididae). *Ciência Agrotécnica* 25 (6): 1273-1278.
- SHARMA, G.; SHARMA, R.; SHARMA, E. 2009. Impacto of standage on soil C, N and P dynamics in a 40 year chronosequence of Alder-cardamom agroforestry stands of the Sikkim Himalaya. *Pedobiologia* 52: 401-414.
- SILVA, J.; JUCKSCH, I.; MAIA, C. I.; FERES, A.; TAVARES, R. C. 2012. Fauna do solo em sistemas de manejo com café. *Journal of Biotechnology and Biodiversity* 3 (2): 59-71.
- SMITH, E. P.; VAN BELLE, G. 1984. Nonparametric estimation of species richness. *Biometrics* 40: 119-129
- SPEIGHT, M.; HUNTER, M.; WATT, A. 1999. *Ecology of Insects concepts and applications*. Blackwell Science, Oxford, Inglaterra. 372 p.
- TURCATEL, M.; DE CARVALHO, C. J. B.; RAFAEL, J. A. 2007. Mutucas (Diptera: Tabanidae) do estado do Paraná, Brasil: chave de identificação pictórica para subfamílias, tribos e gêneros. *Biota Neotropica* 7: 1-14.
- WOLFF, M.; URIBE, A.; ORTIZ, A.; DUQUE, P. 2001. A preliminary study of forensic entomology in Medellín, Colombia. *Forensic Science International* 120: 53-59.

Recibido: 29-may-2013 • Aceptado: 9-abr-2014

Citación sugerida:

- GONZÁLEZ F., M. L.; JAHNKE, S. M.; MORAIS, R. M.; DA SILVA, G. S. 2014. Diversidad de insectos depredadores en área orizícola orgánica y de conservación, en Viamão, RS, Brasil. *Revista Colombiana de Entomología* 40 (1): 120-128. Enero-julio 2014. ISSN 0120-0488.