

## Distribución espacial y fluctuación poblacional de *Tetranychus urticae* (Koch) y *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) en cultivos de rosal

Spatial distribution and population fluctuation of *Tetranychus urticae* (Koch) and *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) in rose crops

Chacón-Hernández J<sup>1</sup>, E Cerna-Chávez<sup>2</sup>, Y Ochoa-Fuentes<sup>2</sup>, A Hernández-Juárez<sup>2</sup>,  
L Palacios-Bazaldúa<sup>2</sup>, J Landeros-Flores<sup>2</sup>

**Resumen.** Se determinó la distribución espacial y vertical, y la fluctuación poblacional de *Tetranychus urticae*, y su depredador *Phytoseiulus persimilis*, en cuatro variedades de rosal (Royal, Samuray, Red Baiser y Keiro) bajo condiciones de invernadero. Se realizaron 9 muestreos para la plaga y 8 para el depredador. Del 20 de Septiembre al 18 de noviembre de 2013, *T. urticae* y *P. persimilis* presentaron una distribución agregada en la mayoría de las fechas de muestreo. Al mismo tiempo, *P. persimilis* no modificó la distribución vertical de *T. urticae*. También se observó un comportamiento sincrónico entre el depredador y su presa en las cuatro variedades estudiadas, aunque solo los cultivares Royal y Samuray presentaron una correlación significativa ( $r = -0,708$ ,  $P < 0,05$ ;  $r = 0,702$ ,  $P < 0,05$ , respectivamente).

**Palabras clave:** Rosal; Distribución espacial y vertical; *Phytoseiulus persimilis*; *Tetranychus urticae*; Fluctuación poblacional.

**Abstract.** Spatial and vertical distributions, and population fluctuations of *Tetranychus urticae* and its predator *Phytoseiulus persimilis* were determined in four varieties of rose (Royal, Samuray, Red Baiser and Keiro) under greenhouse conditions. Nine samples for the pest and 8 samples for the predator were obtained. From 20 September to 18 November 2013, *T. urticae* and *P. persimilis* presented an aggregated distribution pattern during most of the sampling dates. At the same time, *P. persimilis* did not change the vertical distribution of *T. urticae*. A synchronous behavior between both predator and prey was observed in the four study varieties, although only the cultivars Royal and Samuray presented a significant correlation ( $r = -0.708$ ,  $P < 0.05$ ;  $r = 0.702$ ,  $P < 0.05$ , respectively).

**Keywords:** Rosal; Spatial and vertical distribution; *Phytoseiulus persimilis*; *Tetranychus urticae*; Population fluctuation.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Tamaulipas, Instituto de Ecología Aplicada, División del Golfo No. 356, Col. Libertad, Ciudad Victoria, Tamaulipas. C.P. 87019. Tel. 52-834 316-27-21, 318-18-00 Ext. 1601.

<sup>2</sup> Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Parasitología. Buenavista, Saltillo, Coahuila; México. C.P. 25315.

Address correspondence to: Jerónimo Landeros-Flores. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923. C.P. 25315 Buenavista, Saltillo, Coahuila; México, e-mail: jlanflo@uaan.mx

Received 1.IX.2014. Accepted 15.III.2015.

## INTRODUCCIÓN

Las plantas ornamentales del género *Rosa* L. (Rosales: Rosaceae) se cultivan en todo el mundo y representan uno de los cultivos florícolas más populares (Chow et al., 2009). El ácaro de dos manchas, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), es una plaga importante de los cultivos ornamentales bajo invernadero en todo el mundo (Van de Vrie 1985), y la principal plaga en rosas de corte (Casey et al., 2007). Esto es debido a que alteran los procesos fisiológicos de las plantas como la fotosíntesis y la respiración, y afectan el crecimiento, la floración y la fructificación (Hall y Ferree, 1975).

Uno de los depredadores más efectivos de *T. urticae* es *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) (Gerson y Smiley, 1990). Al respecto, se han desarrollado varios estudios que intentan comprender la relación depredador-presa en ambas especies con respecto a su distribución espacial y temporal (Nachman, 1981; Cross, 1984; García-Mari et al., 1991; Ryoo, 1996; Nachman, 2006; Gómez-Moya y Ferragut, 2009; Alatawi et al., 2011). Croft et al. (2004) señalan que *Phytoseiulus persimilis* es un depredador especialista que sobrevive consumiendo arañas rojas.

En cada estrato de la planta existen factores bióticos y abióticos que influyen sobre el ácaro y su biología. Entre los factores abióticos, la temperatura y la humedad son estímulos de importancia en el movimiento de los ácaros sobre la planta (Jeppson et al., 1975). El entendimiento del cambio estacional y de la dispersión vertical de las plagas y sus depredadores en las plantas es fundamental para el desarrollo de una estrategia de liberación óptima (Lilley et al., 1999). Los objetivos de esta investigación fueron determinar (1) el patrón de distribución espacial y vertical, y la fluctuación poblacional de *T. urticae* y su depredador *P. persimilis* para un control biológico eficiente en cuatro variedades de rosal bajo condiciones de invernadero, (2) cuáles son las variedades de rosal más susceptible o resistente al ataque de *T. urticae*, y (3) en qué variedad se desempeña mejor *P. persimilis*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en las instalaciones del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Para el estudio se utilizaron las especies *T. urticae*, *P. persimilis* y cuatro variedades de rosal (*Rosasp.*). La colonia de *Tetranychus urticae* se inició con material biológico recolectado en huertas de manzano en la localidad de Huachichil, Municipio de Arteaga, Coahuila. Los ácaros recolectados en el campo (previamente identificados) fueron colocados en plantas de frijol para incrementar su población, bajo condiciones de invernadero a una temperatura de  $27 \pm 2$  °C. La obtención de *Phytoseiulus persimilis* fue a través de la empresa KOPPERT Biological Systems S.A., México.

El estudio se llevó a cabo en una cama de siembra de 60 cm x 9 m; se utilizaron cuatro variedades de rosal: 1.- Red Baiser, 2.- Samuray, 3.- Royal, 4.-Keiro. Se colocaron 10 plantas por variedad a una distancia de 10 cm, bajo condiciones de invernadero. Un año con siete meses después de la siembra, se realizó una infestación inducida en forma aleatoria con 100 hembras adultas recién apareadas por planta. Una semana después se realizó un muestreo de la población de la araña roja, e inmediatamente se liberaron 12 hembras adultas de *P. persimilis* por planta en forma aleatoria. Después de una semana, se iniciaron una serie de muestreos semanales del depredador y la presa en los estratos superior, medio e inferior de tres foliolos por estrato, y en tres plantas de cada variedad. El conteo se realizó con ayuda de un microscopio portátil de 30X.

**Análisis estadístico.** Se realizó la prueba de Kruskal-Wallis para determinar diferencias entre las variedades con respecto a la abundancia de la arañuela roja sobre las cuatro variedades de rosal (Zar 2010). Los modelos utilizados incluyeron:

(1) el índice de Morisita (1959) para determinar el tipo de agregación:

$$[\Sigma(X(X-1))/((\Sigma X)(\Sigma X-1))]N$$

donde  $X$  es el número de individuos en la  $i$ -ésima unidad muestral,  $\Sigma X$  es el número de individuos en todas las unidades muestrales y  $N$  número de unidades muestrales;

(2) Taylor (1961):

$$(v=am^b)$$

que describe una relación potencial entre la media y la varianza, donde  $a$  corresponde al antilogaritmo de la intersección con la ordenada,  $b$  a la pendiente de una línea de regresión que determina el tipo de distribución espacial, y  $m$  a la densidad media de la muestra, y

(3) Iwao (1968):

$$(\bar{X}^* = \alpha + \beta \bar{X})$$

donde  $\beta$  es la pendiente de la línea de regresión que determina el tipo de dispersión espacial. Valores positivos y negativos del parámetro  $\alpha$  del modelo de Iwao (1968) son indicadores de la atracción y repelencia (competencia), respectivamente, entre los organismos (Badii y Castillo, 2009). Se realizó la prueba de significancia  $t$  ( $\alpha=0,05$ ) para los parámetros que determinan el tipo de disposición espacial, teniendo como hipótesis que los valores para los parámetros del modelo de Taylor "b" y de Iwao "β" son iguales, menores o mayores a la unidad. Por último, se usaron los métodos de correlación Pearson o Spearman (Restrepo y González, 2007) para medir el grado de relación o asociación existente entre la abundancia del ácaro fitófago *T. urticae* y la de su depredador *P. persimilis*, utilizando el programa SAS/STAT (SAS 2001).

## RESULTADOS

En análisis para la población inicial, la prueba no paramétrica (Kruskal-Wallis) arrojó diferencias significativas ( $\chi^2=7,9191$ ;  $gl=3$ ,  $P<0,05$ ) entre la abundancia del número de ácaros sobre las variedades. La variedad Royal presentó el mayor número de ácaros (i.e., 629), seguida por Keiro, Reb Baiser y Samuray con 460, 363 y 120 ácaros/planta, respectivamente.

### Patrón de distribución espacial de *Tetranychus urticae*.

En todos los muestreos el modelo de Morisita indicó una distribución agregada, mientras que los modelos de Taylor e Iwao indicaron una distribución uniforme en una fecha en las variedades Red Baiser y Samuray (Tabla 1). El parámetro  $\alpha$ , indicó que *T. urticae* presentó repelencia en seis de nueve fechas en la variedad Red Baiser, seis de ocho en la variedad Samuray, siete de nueve en la variedad Royal y tres de seis en la variedad Keiro (Tabla 1). Las pruebas de significancias de t ( $\alpha=0,05$ ;  $gl=7$ ) confirmaron el tipo de disposición espacial que indicaron los modelos de Taylor e Iwao. Se registró una mayor abundancia sobre las variedades Royal y Red Baiser con 5650 y 3789 ácaros/planta, respectivamente, y una menor abundancia en Samuray y Keiro con 1268 y 1263 ácaros/planta, respectivamente. (Tabla 2).

### Patrón de distribución espacial de *Phytoseiulus persimilis*.

En la mayoría de las fechas el modelo Morisita mostró que *P. persimilis* presentó un patrón de distribución agregada en las variedades Red Baiser y Royal, Samuray y Keiro, mientras que el modelo de Taylor presentó una distribución agregada en cuatro fechas en las variedades Keiro y Royal, en dos fechas en la variedad Reb Baiser, y una fecha en la variedad Samuray. La distribución fue al azar en tres fechas en la variedad Red Baiser, y uniforme en dos fechas en las variedades Samuray y Red Baiser. A su vez, el modelo de Iwao presentó una distribución agregada en la variedad Keiro en todas las fechas en que se pudo llevar a cabo el método, y una distribución uniforme en dos fechas en las variedades Samuray y Royal (Tabla 3). El parámetro  $\alpha$  indicó que *P. persimilis* presentó competencia intraespecífica por alimento en todas las fechas en la variedad Keiro, en cinco fechas en la variedad Red Baiser, en tres fechas en la variedad Royal y en una en la variedad Samuray (Tabla 3). Hubo una mayor abundancia sobre las variedades Red Baiser y Keiro con 91 y 83 ácaros/planta, respectivamente. En las variedades Royal y Samuray se observaron 66 y 58 ácaros/planta, respectivamente.

**Distribución vertical de *T. urticae* y *P. persimilis*.** El mayor porcentaje de la población inicial de *T. urticae* se observó en el estrato inferior de las plantas con el 45, 54, 56 y 53% en las variedades Red Baiser, Samuray, Royal y Keiro, seguido por el estrato superior con 30, 27 y 43%, respectivamente. Después de la liberación del depredador, la araña de dos manchas

permaneció en el estrato inferior. La población de *P. persimilis* en las variedades Royal y Keiro se observó mayormente en el estrato medio con 47 y 48%, respectivamente, en la variedad Samuray en el estrato superior con 66%, y en la variedad Red Baiser en el estrato inferior (40%) (Fig. 1).

**Fluctuación poblacional.** En relación a la fluctuación poblacional registrada de *T. urticae* y su depredador *P. persimilis*, se observó en general que la población de la plaga disminuyó a medida que se fue incrementando la población del depredador. La correlación de estas dos especies mostró significancia de acuerdo a Pearson en la variedad Royal, y por Spearman en la variedad Samuray (Fig. 2). *Phytoseiulus persimilis* fue más eficiente sobre la variedad Keiro, donde el fitófago alcanzó una población total de un ácaro/planta a la sexta semana de la liberación, mientras que en la variedad Red Baiser mostró menos eficiencia con un total de 67 ácaros/planta (Fig. 2, Tabla 2).

## DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias significativas en la abundancia de la araña roja sobre las variedades de rosas. Las diferencias observadas en este estudio entre variedades son probablemente debidas a la existencia de mecanismos de defensa de la planta (Peralta y Tello, 2011). En este sentido, las cuatro variedades de rosas ofrecen condiciones diferentes que afectan la biología de *T. urticae*. Estas condiciones involucran aspectos químicos, nutritivos, aspectos físicos como la pubescencia, la resistencia de los tejidos, la estructura superficial de las hojas, la superficie disponible para cada individuo y los componentes secundarios de las plantas (Agrawal, 2000; Balkema-Boonstra et al., 2003; Biswas et al., 2004). Estos factores pueden reducir la calidad alimenticia, reduciendo la digestibilidad y afectando a la fertilidad, el crecimiento, la densidad poblacional, la supervivencia, el desarrollo y la mortalidad de los estados juveniles de las arañas rojas (Peralta y Tello, 2011).

Se ha registrado un patrón de distribución agregado de *T. urticae* en rosas (Hilarión et al., 2008) y en conjunto con *P. persimilis* (Nachman, 2006). Este patrón de distribución es común en insectos y ácaros (Badii, 1994). Ambas especies de ácaros tuvieron distintas distribuciones. El hecho de encontrar algunas fechas en las que el ácaro depredador muestra diferentes tipos de distribución en varios de los índices quizás se deba a la sensibilidad del modelo. Como lo sugiere Taylor (1984), también es posible que en algunos casos las especies se reproducen muy rápido de modo que cambia su densidad poblacional, y por consecuencia su disposición espacial. Otros estudios realizados con *P. persimilis* (Nachman, 1981; Ryoo, 1996) indican que la dispersión de la presa dentro de la planta, y la coincidencia espacial entre el depredador y la misma, determinan la respuesta funcional del depredador.

En el primer muestro (sin la presencia del depredador), la araña de dos manchas fue hallada en el estrato inferior, lo

Tabla 1. Índices de agregación de *Tetranychus urticae* en cuatro variedades de rosal.  
Table. 1. Indexes of aggregation of *Tetranychus urticae* on four varieties of roses.

Fecha	m	σ <sup>2</sup>	RED BAISER			SAMURAY			Iwao	r												
			Mor	Tay	r	Mor	Tay	r														
20 sep 2013	40,33	1392,25	1,74	1,97	ns	0,911	***	1,47	*	0,88	**	13,33	148,50	1,68	0,61	ns	0,533	ns	0,91	ns	0,91	***
30 sep 2013	33,22	767,44	1,59	0,81	ns	0,583	ns	0,76	*	0,73	*	12,56	79,28	1,38	1,96	ns	0,777	*	2,83	ns	0,83	**
07 oct 2013	78,33	1719,00	1,24	2,16	ns	0,773	*	1,40	*	0,78	*	22,56	353,53	1,58	1,62	ns	0,880	**	1,68	ns	0,94	***
14 oct 2013	59,33	1806,50	1,44	2,36	ns	0,978	***	3,61	*	0,98	***	7,33	85,25	2,31	2,07	ns	0,957	***	2,09	ns	0,97	***
21 oct 2013	61,56	2009,28	1,46	2,00	ns	0,960	***	2,80	*	0,97	***	62,67	1074,00	1,23	2,17	ns	0,870	**	2,72	ns	0,89	***
28 oct 2013	51,78	832,44	1,26	2,07	ns	0,880	**	2,64	*	0,85	***	15,89	69,61	1,19	2,26	ns	0,920	***	3,14	ns	0,88	**
04 nov 2013	63,67	3316,50	1,71	2,03	ns	0,986	***	2,77	*	0,95	***	6,00	41,50	1,89	1,66	ns	0,816	**	2,49	ns	0,94	***
11 nov 2013	25,33	517,00	1,68	2,19	ns	0,988	***	3,56	*	0,98	***	0,56	1,03	2,70	1,14	ns	0,839	**	2,78	ns	0,96	***
18 nov 2013	7,44	33,53	1,42	2,22	ns	0,956	***	3,88	*	0,98	***	0	0	0	0	-	0	0	0	ns	--	--

KEIRO																						
Fecha	m	σ <sup>2</sup>	ROYAL			KEIRO			Iwao	r												
			Mor	Tay	r	Mor	Tay	r														
20 sep 2013	69,89	5256,86	1,95	2,57	ns	0,842	**	1,80	*	0,93	***	51,11	3515,61	2,18	1,32	*	0,852	**	1,08	ns	0,83	**
30 sep 2013	118,33	12556,75	1,79	1,78	ns	0,956	***	1,94	*	0,87	**	4,00	48,25	3,53	1,10	*	0,92	***	1,14	ns	0,97	***
07 oct 2013	208,33	9140,75	1,18	3,54	ns	0,831	**	2,66	*	0,91	***	19,89	172,11	1,34	1,62	*	0,828	**	1,90	ns	0,82	**
14 oct 2013	68,78	1140,19	1,20	2,35	ns	0,932	***	1,73	*	0,90	***	43,22	1074,94	1,49	1,92	*	0,946	***	3,16	ns	0,96	***
21 oct 2013	76,67	2345,75	1,34	1,68	ns	0,885	**	1,51	*	0,96	***	15,67	212,50	1,72	1,64	*	0,945	***	1,64	ns	0,97	***
28 oct 2013	48,89	788,11	1,28	2,03	ns	0,968	***	1,99	*	0,95	***	6,00	36,00	1,75	1,86	*	0,898	***	2,60	ns	0,86	**
04 nov 2013	26,44	287,28	1,33	2,60	ns	0,923	***	2,42	*	0,94	***	0,11	0,11	φ	φ	φ	--	φ	--	--	--	--
11 nov 2013	9,00	32,50	1,26	1,13	ns	0,644	ns	1,37	*	0,74	*	0,11	0,11	φ	φ	φ	--	φ	--	--	--	--
18 nov 2013	1,44	1,53	1,04	1,42	ns	0,67	*	2,73	*	0,88	**	0,22	0,44	φ	φ	φ	--	φ	--	--	--	--

\* P<0,05; \*\* P<0,001; \*\*\*P<0,0001; ns: no significativo; φ: Ácaros observados en un foliolo; 0: No se observaron ácaros; Mor: Índice de Morisita; Tay: Índice de Taylor; Iwao: Índice de Iwao; r: coeficiente de correlación; m: media muestral; σ<sup>2</sup>: varianza muestral.

**Tabla 2.** Población de *Tetranychus urticae* en cuatro variedades de rosal.  
**Table 2.** Population of *Tetranychus urticae* on four varieties of roses.

Fecha	RED BAISER												SAMURAY															
	Estrato Superior				Estrato Medio				Estrato Inferior				T				Estrato Superior				Estrato Medio				Estrato Inferior			
	N	M	Po	EE	N	m	Po	EE	N	M	Po	EE	N	M	Po	EE	N	m	Po	EE	N	M	Po	EE	N	m	Po	EE
20/09/2013	363	110	36,67	0	48,18	90	30,00	0	27,62	163	54,33	0	44,84	120	32	10,7	0	7,767	23	7,67	0	6,807	65	21,7	0	18		
30/09/2013	299	121	40,33	0	44,97	118	39,33	0	24,85	60	20,00	0	6,00	113	44	14,7	0	12,58	23	7,67	0	6,658	46	15,3	0	7,77		
07/10/2013	705	142	47,33	0	30,09	241	80,33	0	56,22	322	107,33	0	10,07	203	32	10,7	0	4,041	53	17,7	0	20,43	118	39,3	0	17,6		
14/10/2013	534	129	43,00	0	31,58	105	35,00	0	23,43	300	100,00	0	43,71	66	11	3,67	0	3,512	14	4,67	0	5,033	41	13,7	0	14,6		
21/10/2013	554	189	63,00	0	45,71	87	29,00	0	20,81	278	92,67	0	49,70	564	148	49,3	0	43,43	159	53	0	15,72	257	85,7	0	31		
28/10/2013	466	120	40,00	0	28,79	120	40,00	0	22,61	226	75,33	0	27,23	143	47	15,7	0	9,504	36	12	0	5,568	60	20	0	10,4		
04/11/2013	573	147	49,00	0	61,02	113	37,67	0	37,74	313	104,33	0	65,58	54	1	0,33	1	0,577	22	7,33	0	3,215	31	10,3	0	8,74		
11/11/2013	228	15	5,00	1	4,58	56	18,67	0	6,43	157	52,33	0	15,01	5	1	0,33	2	0,577	1	0,33	2	0,577	3	1	1	1,73		
18/11/2013	67	16	5,33	2	1,53	18	6,00	0	6,00	33	11,00	1	8,19	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	3	0		
<b>ROYAL</b>																												
20/09/2013	629	121	40,33	0	40,53	159	53,00	0	19,67	349	116,33	0	118,42	460	196	65,33	0	63,13	18	6,00	0	3,61	246	82,00	0	72,64		
30/09/2013	1065	198	66,00	0	52,12	405	135,00	0	174,81	462	154,00	0	102,56	36	7	2,33	0	2,52	5	1,67	2	1,53	24	8,00	2	12,17		
07/10/2013	1875	497	165,67	0	91,49	533	177,67	0	114,02	845	281,67	0	54,63	179	55	18,33	0	16,04	57	19,00	0	17,35	67	22,33	0	10,79		
14/10/2013	619	159	53,00	0	17,44	136	45,33	0	9,50	324	108,00	0	25,71	389	88	29,33	0	9,29	100	33,33	0	32,33	201	67,00	0	43,41		
21/10/2013	690	97	32,33	0	12,22	205	68,33	0	30,60	388	129,33	0	32,93	141	13	4,33	0	3,51	34	11,33	0	14,57	94	31,33	0	6,03		
28/10/2013	440	127	42,33	0	24,83	86	28,67	0	14,19	227	75,67	0	24,11	54	18	6,00	0	7,94	21	7,00	2	6,24	15	5,00	2	6,24		
04/11/2013	238	79	26,33	0	11,93	37	12,33	0	7,23	122	40,67	0	18,77	1	0	0	2	0	0	0	3	0	1	0,33	2	0,58		
11/11/2013	81	11	3,67	0	3,786	29	9,67	0	5,51	41	13,67	0	3,06	1	0	0	2	0	1	0,33	2	0,577	0	0	3	0		
18/11/2013	13	4	1,33	2	1,155	5	1,67	1	1,53	4	1,33	2	1,53	2	2	0,67	2	1,15	0	0	3	0	0	0	3	0		

T = Total de ácaros; N = Número de individuos por estrato; m = promedio de ácaros por foliolo; EE = Error estándar; Po = Número de unidades con cero individuos.

**Tabla 3.** Índices de agregación de *Phytoseiulus persimilis* en cuatro variedades de rosal.  
**Table 3.** Indexes of aggregation of *Phytoseiulus persimilis* on four varieties of roses.

Fecha	Taylor				Iwao				Taylor				Iwao				
	m	$\sigma^2$	Mor	b	r	b	A	R	m	$\sigma^2$	Mor	b	r	b	$\alpha$	r	
<b>RED BAISER</b>																	
30 sep 2013	1	4	4,00	0,82	ns	0,796	*	0,72	ns	-0,01736	ns	0,97	***	0,11	0,11	0	--
07 oct 2013	0	0	0	0				0,33	1,00	0	0	--	--	0	0	0	--
14 oct 2013	0,67	0,75	1,20	1,00	ns	0,802	**	1,33	ns	-0,019	ns	0,71	*	0,33	0,50	$\varphi$	--
21 oct 2013	0,56	0,53	0,90	1,00	ns	0,917	***	2,03	ns	-0,079	ns	0,91	***	1,33	5,00	3,00	0,90
28 oct 2013	1,56	3,28	1,68	1,22	ns	0,824	**	1,73	ns	-0,125	ns	0,74	*	3,67	13,25	1,65	0,97
04 nov 2013	3,56	4,78	1,09	1,17	ns	0,836	**	1,38	ns	-0,130	ns	0,830	**	0,67	0,50	0,60	0,96
11 nov 2013	1,22	2,69	1,96	1,00	ns	1,00	***	1,00	ns	-5,05E19	ns	1,00	***	0	0	0	0
18 nov 2013	1,56	2,53	1,38	0,66	ns	0,536	ns	0,76	ns	0,096	ns	0,66	*	0	0	0	0
<b>ROYAL</b>																	
30 sep 2013	0,11	0,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07 oct 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14 oct 2013	0,89	1,36	1,61	1,44	ns	0,741	*	1,86	ns	-0,143	ns	0,74	*	0,89	0,86	0,96	1,25
21 oct 2013	0,22	0,19	$\varphi$	$\varphi$				$\varphi$				--		3,11	29,4	3,50	1,47
28 oct 2013	1,11	1,86	1,60	1,39	ns	0,445	ns	1,85	ns	-0,037	ns	0,79	**	4	9,25	1,30	1,49
04 nov 2013	2,33	7,25	1,84	1,38	ns	0,881	**	1,40	ns	-0,005	ns	0,92	***	1,22	3,69	2,62	1,55
11 nov 2013	1,89	3,86	1,52	0,10	ns	0,05	ns	0,49	ns	0,080	ns	0,58	ns	0	0	0	0
18 nov 2013	0,78	1,94	3,00	1,15	ns	0,899	***	0,05	ns	0,04167	ns	0,21	ns	0	0	0	0
<b>KEIRO</b>																	
30 sep 2013	0,11	0,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07 oct 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14 oct 2013	0,89	1,36	1,61	1,44	ns	0,741	*	1,86	ns	-0,143	ns	0,74	*	0,89	0,86	0,96	1,25
21 oct 2013	0,22	0,19	$\varphi$	$\varphi$				$\varphi$				--		3,11	29,4	3,50	1,47
28 oct 2013	1,11	1,86	1,60	1,39	ns	0,445	ns	1,85	ns	-0,037	ns	0,79	**	4	9,25	1,30	1,49
04 nov 2013	2,33	7,25	1,84	1,38	ns	0,881	**	1,40	ns	-0,005	ns	0,92	***	1,22	3,69	2,62	1,55
11 nov 2013	1,89	3,86	1,52	0,10	ns	0,05	ns	0,49	ns	0,080	ns	0,58	ns	0	0	0	0
18 nov 2013	0,78	1,94	3,00	1,15	ns	0,899	***	0,05	ns	0,04167	ns	0,21	ns	0	0	0	0

\* P<0,05; \*\* P<0,001; \*\*\*P<0,0001; ns: no significativo;  $\varphi$ : Ácaros observados en un foliolo; 0: No se observaron ácaros; Mor: Índice de Morista; Tay: Índice de Taylor; Iwao: Índice de Iwao; r: coeficiente de correlación; m: media muestral;  $\sigma^2$ : varianza muestral.

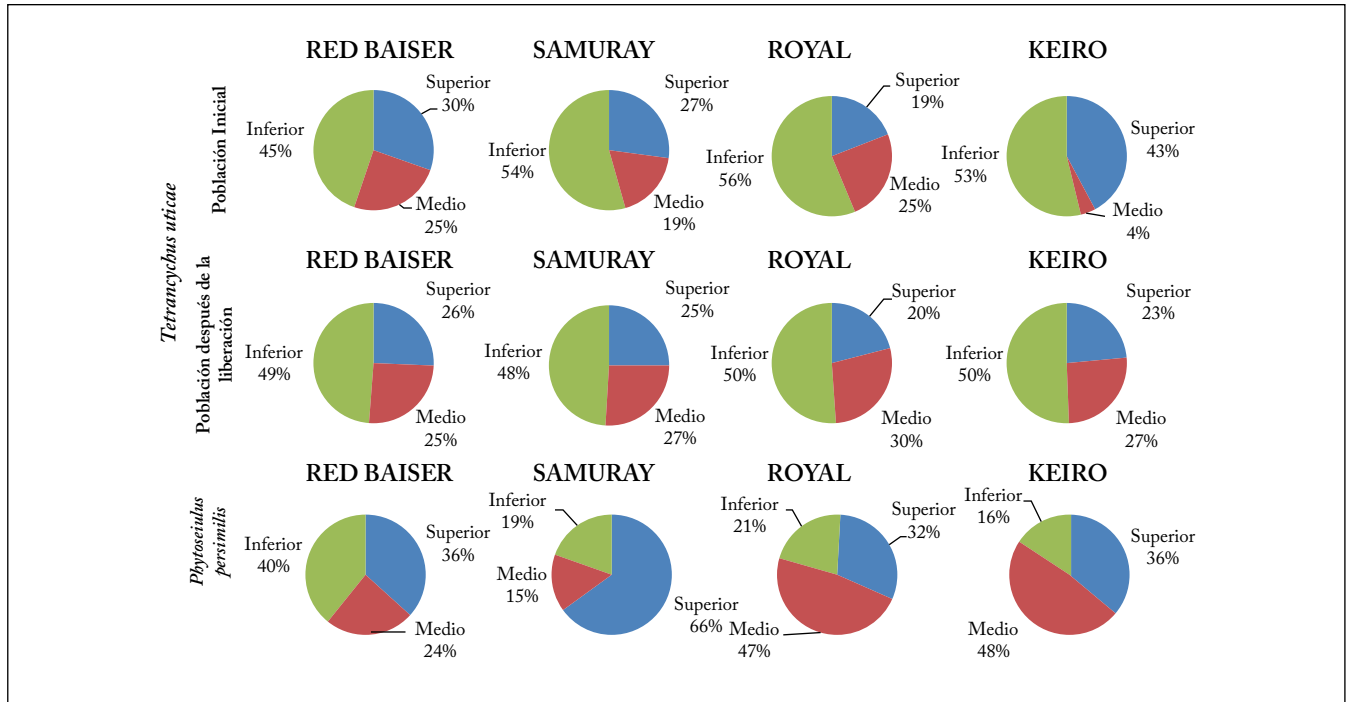


Fig. 1. Distribución vertical de ácaros móviles de *Tetranychus urticae* y *Phytoseiulus persimilis* en cuatro variedades de Rosal.  
 Fig. 1. Vertical distribution of the mobile mites *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis* on four varieties of roses.

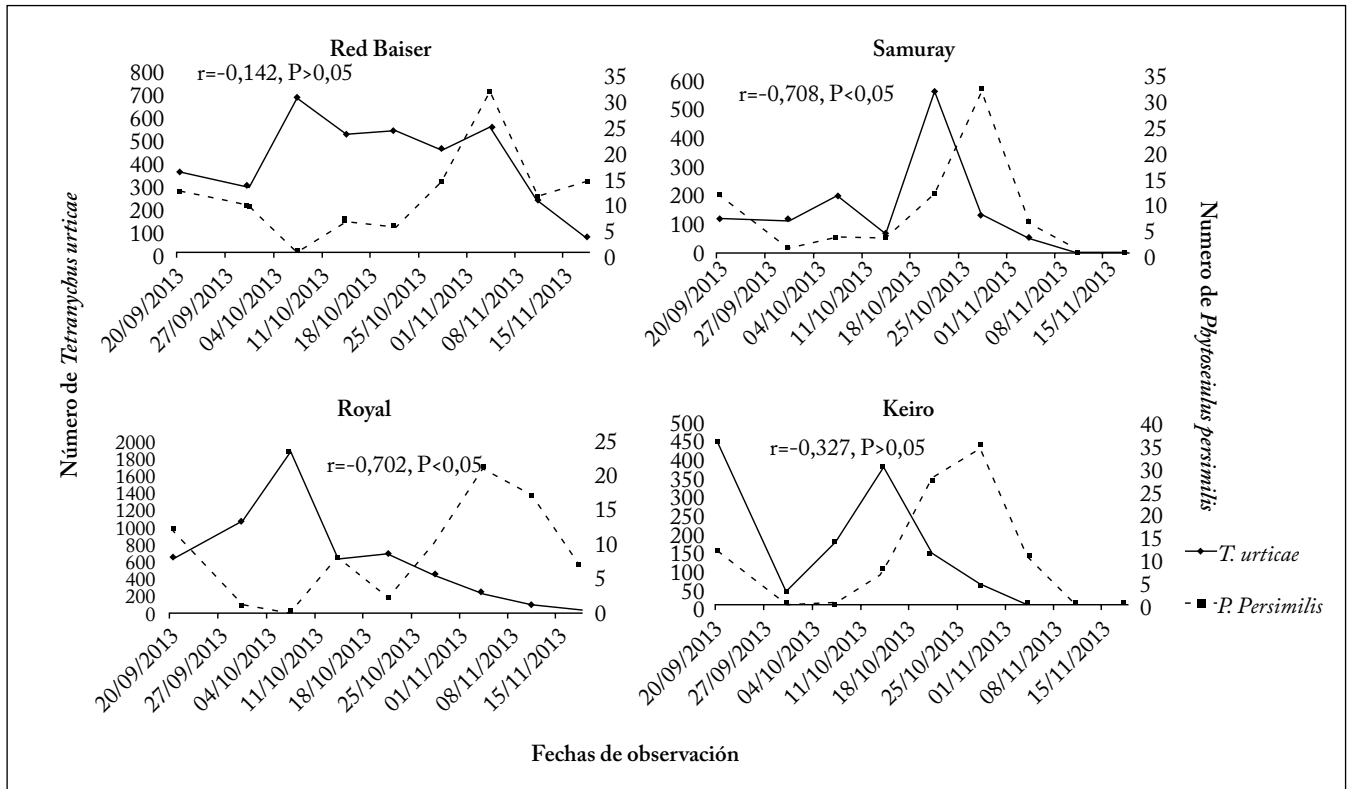


Fig. 2. Fluctuación poblacional de *Tetranychus urticae* y *Phytoseiulus persimilis* en cuatro variedades de Rosal.  
 Fig. 2. Population fluctuation of *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis* on four varieties of roses.

**Tabla 4.** Población de *Phytoseiulus persimilis* en cuatro variedades de rosal.  
**Table 4.** Population of *Phytoseiulus persimilis* on four varieties of roses.

Fecha	RED BAISER												SAMURAY																	
	Estrato Superior				Estrato Medio				Estrato Inferior				Estrato Superior				Estrato Medio				Estrato Inferior									
	N	M	Po	EE	N	M	Po	EE	N	M	Po	EE	N	M	Po	EE	N	M	Po	EE	N	M	Po	EE	N	M	Po	EE		
30/09/2013	9	6	2,00	3,46	2	0,67	1,15	1	0,33	0,58	1	0	0	0	0	1	0,33	0,577	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07/10/2013	0	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14/10/2013	6	4	1,33	1,15	2	0,67	0,58	0	0,00	0,00	3	2	0,67	1,15	1	0,33	0,58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21/10/2013	5	1	0,33	0,58	3	1,00	1,00	1	0,33	0,58	12	10	3,33	3,21	1	0,33	0,58	1	0,33	0,58	1	0,33	1	0,33	0,58	1	0,33	0,58	1	0,33
28/10/2013	14	3	1,00	1,00	1	0,33	0,58	10	3,33	2,08	33	25	8,33	1,53	5	1,67	0,58	3	1,00	0,58	3	1,00	3	1,00	0,58	3	1,00	1,00	1,00	1,00
04/11/2013	32	13	4,33	2,52	7	2,33	2,31	12	4,00	2,00	6	1	0,33	0,58	1	0,33	0,58	4	1,33	0,58	4	1,33	4	1,33	0,58	4	1,33	0,58	0,58	
11/11/2013	11	5	1,67	2,08	1	0,33	0,58	5	1,67	2,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18/11/2013	14	1	0,33	0,58	6	2,00	2,00	7	2,33	1,53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<b>ROYAL</b>																													
30/09/2013	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,33	0,577	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
07/10/2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14/10/2013	8	2	0,67	1,15	3	1	1,73	3	1,00	1	8	2	0,67	0,58	4	1,33	1,53	2	0,67	0,58	2	0,67	2	0,67	0,58	2	0,67	0,58	0,58	
21/10/2013	2	2	0,67	0,58	0	0	0	0	0	0	28	6	2	2,65	18	6	9,54	4	1,33	0,58	4	1,33	4	1,33	0,58	4	1,33	0,58	0,58	
28/10/2013	10	5	1,67	1,53	5	1,67	1,53	0	0	0	36	14	4,67	1,15	15	5	5,20	7	2,33	1,53	7	2,33	7	2,33	1,53	7	2,33	1,53	1,53	
04/11/2013	21	2	0,67	1,15	11	3,67	3,79	8	2,67	2,517	11	8	2,67	2,89	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11/11/2013	17	8	2,67	2,52	7	2,33	2,08	2	0,67	1,155	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18/11/2013	7	2	0,67	1,15	5	1,67	2,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

N = Número de individuos por estrato; m= promedio de ácaros por hoja; EE = Error estándar; Po = Número de unidades con cero individuos.



cual concuerda con los resultados encontrados por Hilarión et al. (2008). Estos autores observaron la mayor población de esta araña en la hoja del tercio inferior en plantas de rosa variedad Versilla (alrededor del 72%). El resto de dicha población se halló en hojas del tercio medio (22%) y superior (6%). Después de la liberación del depredador, no se modificó la preferencia espacial del fitófago, que continuó con un mayor porcentaje poblacional en el estrato inferior. Gómez-Moya y Ferragut (2009) observaron que el depredador *P. persimilis* alteró la distribución vertical de la araña de dos manchas, aumentando el porcentaje de fitófagos encontrados en las hojas inferiores de 24 a 49%, y reduciéndolo en las hojas superiores de 76 a 51%.

La distribución vertical de *P. persimilis* fue diferente en los cuatro cultivos de rosal. En las variedades Royal y Keiro se estableció principalmente en el estrato medio, mientras que en las variedades Red Baiser y Samuray lo hizo en los estratos inferior y superior, respectivamente (Fig. 2). Moya y Ferragut (2009) y Nachman (1981) reportaron que *P. persimilis* presentó una mayor tendencia a desplazarse hacia las hojas superiores. La eficacia de los depredadores en el consumo de sus presas influye en la distribución de éstas en la planta. Cuanto más eficaz es el depredador consumiendo a la presa con mayor rapidez, ésta se mueve hacia la parte superior de la planta lo que contribuye a su escape del depredador (Moya y Ferragut, 2009).

La fluctuación poblacional de *P. persimilis* fue similar a la de *T. urticae* sobre los tres estratos de las variedades Samuray y Keiro, en donde el depredador controló en menor tiempo al fitófago (Tablas 2, 4). Gómez-Moya y Ferragut (2009) registraron que la eficacia del depredador dependió de su habilidad para distribuirse espacialmente de acuerdo con su presa, agrupándose en las hojas o partes de la planta donde la población de la araña de dos manchas fue mayor. Dichos autores mencionaron que la agregación de los fitoseidos fue debido a que pasan más tiempo en las zonas donde se concentra la presa y el potencial biótico es mayor, lo que se manifiesta en una mayor tasa de supervivencia y fecundidad.

Los métodos de Pearson y Spearman indicaron una asociación significativa entre *T. urticae* y *P. persimilis* en las variedades Royal y Samuray lo que significa una adecuada relación presa-depredador. Al mismo tiempo, no se encontró significancia en las variedades Red Baiser y Samuray. Probablemente esto se debió a que el grado de alimentación no fue suficiente, lo que se reflejó en los resultados obtenidos por los métodos estadísticos.

En las cuatro variedades, las poblaciones de *T. urticae* y *P. persimilis* presentaron un crecimiento sincrónico durante el periodo de estudio; es decir, un incremento en la población de la plaga fue seguido por un incremento en la población del depredador (Fig. 1). Los incrementos en la población del depredador se registraron a partir del décimo día después de incrementarse la población de la plaga. Al respecto, Badii y

Flores (1993) mencionan que la selección natural favorece a aquellos depredadores que están bien sincronizados con sus presas, y al mismo tiempo favorece a aquellas presas que pueden evitar esta sincronización.

## REFERENCIAS

- Agrawal, A. (2000). Host-range evolution: adaptation and tradeoffs in fitness of mites on alternative hosts. *Ecology* 81: 500-508.
- Badii, M.H. y A.E. Flores (1993). Ecología de poblaciones. Memorias del Diplomado en Ecología. Centro de Calidad Ambiental del Instituto Tecnológico de Monterrey. Monterrey, Nuevo León, México, pp. 43-51.
- Badii, M.H. (1994). Selección de enemigos naturales para el control biológico. *Entomofago* 3: 4-5.
- Balkema-Boomstra, A., S. Zijlstra, F. Verstappen, H. Inggamer, P. Mercke, M. Jongsma y H. Bouwmeester (2003). Role of Cucurbitacin C in resistance to spider mite (*Tetranychus urticae*) in Cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Journal of Chemical Ecology* 29: 225-235.
- Biswas, G.C., W. Islam, M.M. Haque, R.K. Saha, K.M.F. Hoque, M.S. Islam y M.E. Haque (2004). Some biological aspects of Carmine Mite, *Tetranychus cinnabarinus* Boisid. (Acari: Tetranychidae) infesting egg-plant from Rajshahi. *Journal of Biological Sciences* 4: 588-591.
- Casey, C., J.P. Newman, K.L. Robb, S.A. Tjosvold, J.M. MacDonaldy M.P. Parrella (2007). IPM program successful in California greenhouse cut roses. *California Agriculture* 61:71-78.
- Chow, A., A. Chauy K.M. Heinz (2009). Reducing Fertilization for Cut Roses: Effect on Crop Productivity and Two Spotted Spider Mite Abundance, Distribution, and Management. *Journal of Economic Entomology* 102: 1896-1907.
- Croft, B.A., J.S. Blackwood y J.A. McMurtry (2004). Classifying life-style types of phytoseiid mites: diagnostic traits. *Experimental and Applied Acarology* 33: 247-260.
- Cross, J.V. (1984). Biological control of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) by *Phytoseiulus persimilis* on strawberries grown in walk-in plastic tunnels, and a simplified method of spider mite population assessment. *Plant Pathology* 33: 417-423.
- García-Mari, F., J.E. González-Zamora, S. Orenge-Royo, J. Sagues-Fernández, R. Laborda-Cenjor, A. Soto-Sánchez y A. Ribes-Koninckx (1991). Distribución espacial y asociación entre especies de ácaros fitófagos (Tetranychidae) y depredadores (Phytoseiidae) en hojas de fresón. *Boletín Sanidad Vegetal. Plagas* 17: 401-415.
- Gerson, U. y R. Smiley (1990). Acarine Biocontrol Agents. An Illustrated Key and Manual. Chapman & Hall, London, England. 184 p.
- Gómez-Moya, C.A. y F. Ferragut (2009). Distribución en la planta y eficacia de *Neoseiulus californicus* y *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) en el control de arañas rojas de cultivos hortícolas en condiciones de semicampo. *Boletín Sanidad Vegetal. Plagas* 35: 377-390.
- Hall, F.R. y D.C. Ferree (1975). Influence of Twospotted Spider Mite Population on Photosynthesis of Apple Leaves. *Journal of Economic Entomology* 68: 517-520.
- Hilarión, A., A. Niño, F. Cantor, D. Rodríguez y J.R. Cure (2008). Criterios para la liberación de *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Parasitiformes: Phytoseiidae) en cultivo de rosa. *Agronomía Colombiana* 26: 68-77.

- Iwao, S. (1968). A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. *Researches on Population Ecology* 10: 1-20.
- Lilley, R., C.A.M. Campbell y M.S. Ridout (1999). Vertical dispersal of the two spotted mite *Tetranychus urticae*, and the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* on dwarf hops. *Agricultural and Forest Entomology* 1: 111-117.
- Morisita, M. (1959). Measuring the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Series E (Biology)* 2: 215-235.
- Nachman, G. (1981). Temporal and Spatial Dynamics of an Acarine Predator-Prey System. *Journal of Animal Ecology* 50: 435-451.
- Nachman, G. (2006). The effects of prey Patchiness, Predator Aggregation, and Mutual Interference on the Functional Response of *Phytoseiulus persimilis* Feeding on *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology* 38: 87-111.
- Peralta, O. y V. Tello (2011). Tabla de vida de *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae) sobre tres variedades de melón, *Cucumis melo*. *Revista Colombiana de Entomología* 37: 21-26.
- Restrepo, L.F. y J.L. González (2007). De Pearson a Spearman. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 20: 183-192.
- Ryoo, M.I. (1996). Influence of the spatial distribution pattern of prey among patches and spatial coincidence on the functional and numerical response of *Phytoseiulus persimilis* (Acarina, Phytoseiidae). *Journal of Applied Entomology* 120: 187-192.
- Taylor, L.R. (1961). Aggregation, Variance and the Mean. *Nature* 189: 732-735.
- Taylor, L.R. (1984). Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. *Annual Review Entomologist* 29: 321-357.
- Van de Vrie, M. (1985). Greenhouse ornamentals. Spiders Mites Their Biology, Natural enemies and Control. *World crop pests*. Vol.1B. En: Helle W. & M. W. Sabelis (eds). Elsevier Amsterdam, The Netherlands.
- Zar J.H. (2010). Biostatistical analysis. Paerson Upper Saddle River. New Jersey. 946 p.