



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

SPIDERS (ARACHNIDA: ARANEAE) ASSOCIATED TO PLANT FORMATIONS IN THE WILDLIFE REFUGE PANTANOS DE VILLA, LIMA, PERU

ARAÑAS (ARACHNIDA: ARANEAE) ASOCIADAS A FORMACIONES VEGETALES EN EL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE PANTANOS DE VILLA, LIMA, PERÚ

Geancarlo Alarcon¹; Lorena Alvarino¹ & José Iannacone^{1,2}

¹ Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal (LEBA) de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV). Av. Río Chepén 290 El Agustino, Lima, Perú
geancarlo.alarcon@yahoo.com

² Laboratorio de Parasitología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Ricardo Palma. Santiago de Surco, Lima, Perú.
joseiannacone@gmail.com

Author for correspondence: Joseiannacone@gmail.com

ABSTRACT

In wetlands, spiders play an important role in recycling nutrients by eating other arthropods and become part of the diet of other consumer organisms. The arachnafauna associated with the vegetation in the Wildlife Refuge Pantanos de Villa, Lima, Peru were evaluated using pitfall traps. Alpha and beta diversity was calculated and collected specimens were awarded to feeding guilds. A total of 10 families were captured. The salty gramadal plant formation was scored greater richness of spiders. Pielou index (J') reached its highest value in the rectory (0.84 bits-ind⁻¹) and the dominance of Simpson (C) showed the highest value in the sweet gramadal (0.55 bits-ind⁻¹). The qualitative Jaccard index showed us a similarity of 43%, while the quantitative Morisita-Horn index showed a 68% similarity between vegetation. Families Lycosidae (50.65%), Sicariidae (17.53%) and Araneidae (14.94%) were the most abundant, constant and presented a heap on Pantanos de Villa distribution. In relation with the qualitatively dominant trophic guild in descending order of the percentage of families was, wandering hunters (WH) (50%) > hunters lurking (HL) (20%) = dimensional fabrics weavers (DFW) (20%) > orb webs weavers (OWW) (10%); however, the number of specimens was: WH (79%) > OWW (15%) > DFW (4%) > HL (2%). According nonparametric index (Chao 2 and Jack 1) the accumulation curve of families revealed to us that the method used was enough to record most families of spiders found in habitats of Pantanos de Villa. The possibility of using spiders as indicators of environmental quality is analyzed.

Keywords: Arachnafauna – Lycosidae – salty gramadal – wetlands

RESUMEN

En los humedales, las arañas juegan un papel importante en el reciclaje de nutrientes, al ingerir otros artrópodos y formar parte de la dieta de otros organismos consumidores. Se evaluó la aracnofauna asociada a las formaciones vegetales en el Refugio de Vida Silvestre Pantanos de Villa, Lima, Perú utilizando pitfall traps. Se calculó la diversidad alfa y beta, y los especímenes colectados fueron adjudicados a gremios alimentarios. Se capturaron un total de 10 familias. El gramadal salado fue la formación vegetal que obtuvo mayor riqueza de arañas. El índice de Pielou (J') alcanzó su valor más alto en el juncal ($0,84 \text{ bits}\cdot\text{ind}^{-1}$) y la dominancia de Simpson (C) mostró su valor más alto en el gramadal dulce ($0,55 \text{ bits}\cdot\text{ind}^{-1}$). El índice cualitativo de Jaccard presentó una similitud del 43%, y el índice cuantitativo de Morisita-Horn mostró una similaridad del 68% entre formaciones vegetales. Las familias Lycosidae (50,65%), Sicariidae (17,53%) y Araneidae (14,94%) fueron las tres familias más abundantes, constantes y presentaron una distribución amontonada. Con relación al gremio trófico cualitativamente dominante en orden decreciente al porcentaje de familias fue: Cazadores errantes (CAE) (50%) > Cazadores al acecho (CAA) (20%) = Tejedoras de telas tridimensionales (TTT) (20%) > Tejedoras de telas orbiculares (TTO) (10%); sin embargo, por el número de especímenes fue: CAE (79%) > TTO (15%) > CAA (4%) > TTT (2%). Según los índices no paramétricos (Chao 2 y Jack 1), la curva de acumulación de familias de arañas nos reveló que los métodos empleados registraron entre 85% a 97,16% de las familias presentes. Se analiza la posibilidad del uso de las arañas como indicadoras de calidad ambiental.

Palabras clave: Aracnofauna – gramadal salado – humedales – Lycosidae

INTRODUCCIÓN

El Refugio de Vida Silvestre Pantanos de Villa, humedal ubicado dentro de la urbe de Lima, representa uno de los últimos sitios de amparo de la vida silvestre de la capital peruana (Aponte *et al.*, 2018); sin embargo, su riqueza biológica está siendo afectado por las diversas actividades antropogénicas presentes en dicha área natural (Aponte & Ramírez, 2011; Aponte *et al.*, 2018). Varios trabajos se han efectuado dentro de este ecosistema, en grupos taxonómicos como invertebrados (Sarmiento & Guerra, 1960; Blancas, 1978; Iannacone & Alvarino, 2007; Peralta & Huamantínco, 2014; Aponte *et al.*, 2018), aves (Pautrat & Riveros, 1998; Torres *et al.*, 2006; Torres, 2007; Iannacone *et al.*, 2010; Aponte *et al.*, 2018), y mamíferos (Pacheco, 2016) existiendo, todavía aún, pocas investigaciones con respecto a las interacciones entre los artrópodos y su entorno (Duárez, 1998; Paredes, 2011; Alarcón & Iannacone, 2014; Pulido & Bermudez, 2018).

El orden Araneae es considerado un taxón megadiverso, abarcando aproximadamente 43678 especies, 3898 géneros y 112 familias (Platnick, 2013; Spiller *et al.*, 2018). Las arañas, dentro de los ecosistemas, se posicionan en la cúspide de la cadena alimentaria de los invertebrados por su rol ecológico depredador y por lo tanto es importante su conservación (Rodríguez-

Rodríguez *et al.*, 2015; Ghione *et al.*, 2017; Silva & Ott, 2017; Pearsons & Tooker, 2017; Nadal *et al.*, 2018). De igual manera dentro de los humedales costeros las arañas ayudan en el reciclaje de nutrientes, en el control de artrópodos plagas, además de formar parte de la dieta de *taxas* mayores (Bizuet-Flores *et al.*, 2015).

En la actualidad, es tendencia la conservación de áreas naturales como los humedales, el cual se realiza a través del seguimiento de especies bioindicadoras susceptibles a cambios, principalmente, originados por la actividad del hombre (Paredes, 2011; Holmquist *et al.*, 2011). Dentro de este contexto, los arácnidos vienen siendo utilizados como indicadores de la calidad ambiental de los ecosistemas (Gravesen, 2000; Almada & Sarquis, 2017; Spiller *et al.*, 2018).

Es por ello, que la estructura vegetal de los ecosistemas influye en la composición de los gremios de arañas (Spiller *et al.*, 2018), estos a su vez regulan el daño que ocasionan los fitófagos a través del control de sus poblaciones (Pulido & Bermudez, 2018); resultando importante la identificación de dichos gremios (Uetz *et al.*, 1999) y sus composiciones presentes en las formaciones vegetales del humedal Pantanos de Villa, a través de un método de colecta indirecta (pitfall traps) (Alarcón & Iannacone, 2014; Alvarado *et al.*, 2015; Gomes *et al.*, 2018).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar a las arañas (Arachnida: Araneae) asociadas a formaciones vegetales en el refugio de vida Silvestre Pantanos de Villa, Lima, Perú.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El Refugio de Vida Silvestre Pantanos de Villa se encuentra en el departamento y provincia de Lima, distrito de Chorrillos (12°59'42" – 12°13'18" LS y 76°58'42" – 76°59'42" LN). Según Brack & Mendiola (2010), pertenece a la ecorregión de Desierto Costero; con temperaturas promedio de 15-17 °C y una extensión de 263,27 has, y es el único refugio de vida ubicado dentro del casco urbano de Lima. Debido a sus características especiales, se observa una variedad de suelos de diferente composición (Lizarzaburu, 1992).

Descripción de hábitats muestreados (Alarcón & Iannacone, 2014; Aponte *et al.*, 2018).

El presente estudio se realizó en las siguientes formaciones vegetales: juncal, gramadal salado, gramadal dulce, herbazal de salicornia y arenal, a continuación, se describen dichas comunidades:

Juncal (JUN): Se ubicó en suelos de substratos inundados, muy cercanos a los cuerpos de agua, al totoral y gramadal. Esta comunidad vegetal puede alcanzar una altura de metro a metro y medio con coberturas cercanas al 100%. Su característica principal es la presencia de ciperáceas como *Schoenoplectus americanus* (Pers.) Volkart "junco", *Cyperus laevigatus* L. "junquillo", *Eleocharis geniculata* (L.) Roem. & Schult. y la poácea *Paspalum vaginatum* Sw.

Gramadal salado (GSAL): Es la formación vegetal que abarca mayor superficie, se ubicó en suelos arenosos formando manojos o almohadillas de la poácea *Distichlis spicata* (L.) Greene (grama salada) de un metro de alto. También se encontraron asociadas a esta comunidad algunas plantas introducidas como la palmera *Washingtonia robusta* H. Wendl. (Arecaceae) y la casuarina, *Casuarina equisetifolia* L. (Casuarinaceae).

Gramadal dulce (GDUL): Su principal característica es la presencia de *P. vaginatum* Sw. (grama dulce), de 20 a 50 cm de altura, en algunas zonas forma asociaciones con algunas especies suculentas como *Heliotropium curassavicum* L. (Boraginaceae) y *Sesuvium portulacastrum* (L.) L. (Aizoaceae).

Herbazal de Salicornia (SAL): La especie dominante de esta comunidad fue *Sarcocornia fruticosa* (L.) A.J. Scott (Amaranthaceae). Es un área de vegetación pequeña, asociada con la grama salada (*D. spicata* (L.) Greene), se encuentra en suelos salinos.

Arenal (ARE): Área situada muy próxima al cerco que rodea los Pantanos de Villa, de suelo arenoso y escasa vegetación, principalmente compuesto por *S. fruticosa*.

Trampas de intercepción de suelo (pitfall traps): El estudio se realizó durante el período húmedo, del 6 al 12 de octubre de 2006. Se efectuó un muestreo con 20 trampas de intercepción (pitfall traps) (Brown & Matthews, 2016; Boetzel *et al.*, 2018), de 23 cm de altura por 10 cm de diámetro y con una solución de formol al 4% (Iannacone & Montoro, 2002), por cada formación vegetal. En estos puntos se realizó hoyos en el suelo con la ayuda de una espátula, colocándose cada 2 m de distancia una de la otra partiendo de una trampa central, las restantes se colocaron alrededor formando una tela de araña (Iannacone & Alvaríño, 2006). Las arañas colectadas fueron acondicionadas en viales herméticamente cerrados con alcohol etílico al 70% como fijador y preservante. La identificación taxonómica de la aracnofauna se realizó a nivel de familia según Aguilera & Casanueva (2005), Benamú (2007) y Jocqué & Dippenaar-Schoeman (2007).

Posición Trófica: La catalogación de las familias de arañas en gremios alimentarios: cazadores errantes (CAE), cazadores al acecho (CAA), tejedoras de telas tridimensionales (TTT) y tejedoras de telas orbiculares (TTO) se llevó a cabo empleando los criterios propuestos por Uetz *et al.* (1999) y a Cardoso *et al.* (2011).

Índice de constancia: Con el objetivo de verificar la constancia de cada familia en las diferentes formaciones vegetales, fue determinado el índice de constancia (IC) (Sampaio *et al.*, 2002). Las familias fueron consideradas constantes (C) cuando fueron registradas en más del 50% de las formaciones vegetales, comunes (c) cuando se presentaron entre un 10 y 50%, y finalmente raras (r) hasta en un 10% (Iannacone & Alvaríño, 2007).

Análisis de datos

Se calculó la diversidad alfa (riqueza específica y estructura poblacional) mediante los siguientes índices: Riqueza específica (S) que viene a ser el número total de familias obtenidas en cada formación vegetal muestreada; el índice de diversidad Shannon-Wiener $H' = -\sum p_i \ln p_i$ (bits-ind⁻¹) siendo $(p_i) = n_i/N$ donde (n_i) = número de individuos en

cada formación vegetal, (N) = número total de individuos, y Ln=logaritmo neperiano (Camargo, 1999); y el índice de equidad de Pielou (J') que mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada (Pielou, 1969), varía de 0 a 1 y se calcula de la siguiente manera $J' = H'/\ln(S)$ (bits·ind⁻¹). También se utilizó el índice de dominancia de Simpson (C), que varía entre 0 y 1, y cuya fórmula es: $C = 1/\sum (ni/N)^2$ en el que "n" representa el número de ejemplares de cada taxa y "N" el número total de ejemplares en la muestra, siendo el valor equivalente a 1 como el de máxima diversidad.

Se calculó la diversidad beta (similaridad entre comunidades vegetales a nivel de familias), con una amplia gama de índices, del cual se eligió a los que presentaron mayor coeficiente de determinación (r^2); cualitativamente se utilizó el índice de Jaccard (I_j) = $c/a+b-c$, donde a= número de familias presentes en la comunidad A, b= número de familias presentes en la comunidad B y c= número de familias presentes en ambas comunidades, varía de 0 cuando no hay familias compartidas entre ambas formaciones, hasta 1 cuando ambas formaciones tienen la misma composición de familias y cuantitativamente se utilizó el índice de Morisita-Horn (I_{M-H}) = $2\sum(a_i \times b_j) / (da+db)aN \times bN$, donde a_i = número de individuos de la i-ésima familia en el sitio A (comunidad), b_j = número de individuos de la j-ésima familia en el sitio B (comunidad), $da = \sum(a_i)^2 / aN^2$ y $db = \sum(b_j)^2 / bN^2$ (Moreno, 2001; MINAM, 2015).

Además, se utilizaron dos procedimientos no paramétricos para estimar la riqueza de familias de este ecosistema: Chao 2 y Jackknife de primer orden (Jack 1), se determinó la distribución espacial (al azar, agregada o uniforme) para las tres familias de arácnidos más importantes en el ecosistema, utilizando el criterio del índice de dispersión $ID = S^2/X$ (Varianza / Promedio de individuos); y, por último, se realizó la curva de acumulación de familias (Moreno, 2001).

Con los resultados obtenidos en campo se elaboró una base de datos en Microsoft Office Excel 2016, el análisis estadístico y los dendrogramas se realizaron con el programa Palaeontological statistics software package for education and data analysis PAST 3.0 (Hammer *et al.*, 2001). La curva de acumulación de especies fue realizada con los programas EstimateS ver. 9.1.0 (Colwell, 2013).

Aspectos éticos: Los procedimientos de colecta de la diversidad de arañas siguió las pautas de la "Institutional Animal Care and Use Committee" (IACUC) (APA, 2012), minimizando el número de los organismos empleados, repeticiones y empleando las tres "Rs"

reemplazamiento, reducción, y refinamiento, y la resolución 2558-2018-CU-UNFV que incluye el código de ética para la investigación en la Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV). La colecta de insectos siguió lo señalado por el SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre) del Perú que establece los lineamientos para la investigación científica de fauna silvestre (Resolución de Dirección ejecutiva N°060-2016 SERFOR-DE). Para la colecta en campo se minimizó el impacto en la abundancia de las especies para que sea mínima (Costello *et al.*, 2016).

Conflictos de interés: Los autores declaran que no presentan ningún conflicto de interés.

RESULTADOS

Caracterización general de la aracnofauna

Se colectó un total de 154 especímenes distribuidos en 10 familias, donde destacaron las familias Lycosidae, Sicariidae y Araneidae por las cantidades de especímenes colectados. Se encontraron 2 familias de arañas que solo presentaron un sólo individuo. Con relación a la posición trófica, el gremio alimentario cualitativamente dominante en orden decreciente al porcentaje de familias fue 50% para los cazadores errantes, 20% para los cazadores al acecho y tejedoras de telas tridimensionales, y 10% para las tejedoras de telas orbiculares; sin embargo, por el número de especímenes se obtuvo un 79% para los cazadores errantes, 15% para las tejedoras de telas orbiculares, 4% para los cazadores al acecho, y el 2% para las tejedoras de telas tridimensionales (Tabla 1).

Aracnofauna presente en cada formación vegetal

Para la formación vegetal juncal se capturó un total de 24 arañas. La familia más abundante fue Sicariidae seguido por Lycosidae, mientras que las familias menos representadas fueron Araneidae, Oxyopidae y Pisauridae (las que presentaron dos individuos bajo esta técnica de colecta). La aracnofauna analizada en esta formación vegetal fue cualitativamente dominada por los cazadores errantes (60%). En el gramadal salado se analizó un total de 42 individuos, se observó a la familia Lycosidae como la más abundante seguido por las familias Araneidae y Sicariidae, acumulando éstas tres familias el 66,67% del total colectado. Fue la unidad de vegetación donde se colectó la mayor riqueza de familias de arañas. Por el número de familias, la aracnofauna dominante también perteneció a los cazadores errantes (50%). Para el gramadal dulce se obtuvo un total de 49 especímenes. La familia Lycosidae fue la más abundante, seguido de las arañas de

la familia Sicariidae. El gremio ecológico cualitativamente dominante fueron los cazadores errantes (50%). La aracnofauna presente en el Herbazal de salicornia fue de 29 arácnidos; de igual manera, los licósidos fueron los más predominantes, seguidos por las familias Araneidae y Sicariidae. Con relación a la posición trófica, cualitativamente predominaron los cazadores errantes (60%). El arenal presentó un total de 10 especímenes, siendo la familia Lycosidae la más abundante seguida por la familia Araneidae. Los cazadores errantes (60%), dominaron por el número de familias (Tabla 1).

La figura 1 nos indica la variación espacial del número de especímenes totales de las familias Lycosidae, Sicariidae y Araneidae con relación a las formaciones vegetales muestreadas en Pantanos de Villa. Se observó que las arañas de la familia Lycosidae tuvieron preferencia por el gramadal dulce y el herbazal de salicornia. La familia Sicariidae mostró mayor afinidad por el juncal y no teniendo presencia en el arenal. Por otro lado, la familia Araneidae presentó una población alta en el gramadal salado y minimizando su presencia en el arenal y juncal.

Posición trófica de las arañas presentes en Pantanos de Villa

Con respecto a los gremios tróficos, cuantitativamente, la figura 2 nos muestra a las arañas cazadoras errantes (CAE) dominando en todas las formaciones vegetales del área evaluada. Poblaciones similares de arañas cazadoras al acecho (CAA) se observaron en el juncal, gramadal salado y dulce, mientras que en el arenal disminuyó dicha población. Las arañas tejedoras de telas orbiculares (TTO) predominaron en el gramadal salado seguido por el herbazal de salicornia, sin embargo, su valor disminuyó en las tres formaciones vegetales restantes. Por otra parte, las arañas tejedoras de telas tridimensionales (TTT) fueron la población menos abundante en cada una de las formaciones vegetales muestreadas, llegando a su valor más alto en el gramadal salado.

Índice de constancia

De las 10 familias de arañas colectadas, cuatro fueron consideradas constantes (en + 50% de las formaciones vegetales), cuatro fueron familias comunes (entre 10 y 50 % de las formaciones vegetales) y dos son consideradas familias raras (<10% de las formaciones vegetales). Las cuatro familias constantes fueron, en orden decreciente: Lycosidae, Sicariidae, Araneidae y Pisauridae (Tabla 1).

Diversidad alfa

El índice de Shannon - Wiener mostró su mayor valor en la comunidad de gramadal salado, y obtuvo su menor valor en el gramadal dulce. Por otro lado, el índice de Pielou (J') alcanzó su valor más alto en el juncal. En base a la dominancia de Simpson (C') mostró su valor más alto en el gramadal dulce (Figura 3).

Diversidad beta

El dendrograma, obtenido a través del índice de Jaccard, nos mostró al juncal y al gramadal dulce similares en un 83%. Todas las estaciones muestreadas presentaron, cualitativamente, una similitud del 43% de familias colectadas (Figura 4). Para las cinco estaciones espaciales muestreadas, a nivel de familias, el índice de Morisita-Horn indicó una alta similaridad entre el herbazal de salicornia y el arenal (94%). Todas las estaciones evaluadas son similares en un 68% en la composición de familias de arañas (Figura 5).

Estimadores de la riqueza, distribución espacial y curva de acumulación

Por otra parte, los dos procedimientos no paramétricos para estimar la riqueza específica, a nivel de familias en este humedal costero: Chao-2 y Jack-1, para la comunidad de aracnofauna de Pantanos de Villa, obtuvieron valores de 10,4 y 11,6, respectivamente (Figura 6), lo que indica que se requiere un 3,84% y un 13,79% de esfuerzo de muestreo adicional.

En el ecosistema, para las familias Lycosidae, Sicariidae y Araneidae, se observó una distribución espacial amontonada, esto se debe a que presentaron valores mayores a la unidad en relación al índice de dispersión, $ID = \text{Varianza} / \text{Promedio del número de individuos}$ (Tabla 2).

La curva de acumulación por familias de arañas se ajustó al modelo de Clench en un 99%, y nos evidenció una calidad de inventario del 85%, sin embargo, para obtener el 95% de fauna aracnológica de Pantanos de Villa se debieron agregar 12 sistemas de trampeo más o 240 trampas pitfall adicionales (Figura 6).

Tabla 1. Familias de arañas colectadas por la técnica indirecta de pitfall traps, su posición trófica e índice de constancia en el Refugio de Vida Silvestre Pantanos de Villa, Lima – Perú. JUN= Juncal. GSAL= Gramadal Salado. GDUL= Gramadal dulce. SAL= Herbazal de salicornia. ARE= Arenal. PT= Posición trófica. CAE= Cazadores errantes. CAA= Cazadores al acecho. TTT= Tejedoras de telas tridimensionales. TTO= Tejedoras de telas orbiculares. IC= Índice de constancia. C= Constante. c= Común. r= Raro.

ORDEN	FAMILIA	FORMACIONES VEGETALES										TOTAL	PT	IC
		JUN	%	GSAL	%	GDUL	%	SAL	%	ARE	%			
ARANEAE	Araneidae	2	8,33	10	23,81	2	4,08	7	24,14	2	20	23	TTO	C
	Sicariidae	10	41,67	06	14,29	9	18,37	2	6,90			27	CAE	C
	Lycosidae	8	33,33	12	28,57	35	71,43	18	62,07	5	50	78	CAE	C
	Salticidae			7	16,67			1	3,45	1	10	09	CAE	c
	Oxyopidae	2	8,33	1	2,38	1	2,04					04	CAA	c
	Sparassidae			1	2,38							01	CAE	r
	Pholcidae			1	2,38			1	3,45			02	TTT	c
	Ctenidae			1	2,38	1	2,04			1	10	03	CAA	c
	Desidae			1	2,38							01	TTT	r
	Pisauridae	2	8,33	2	4,76	1	2,04			1	10	06	CAE	C
Individuos (%)		24	100	42	100	49	100	29	100	10	100	154		
Número de familias (S)		5		10		6		5		5		10		

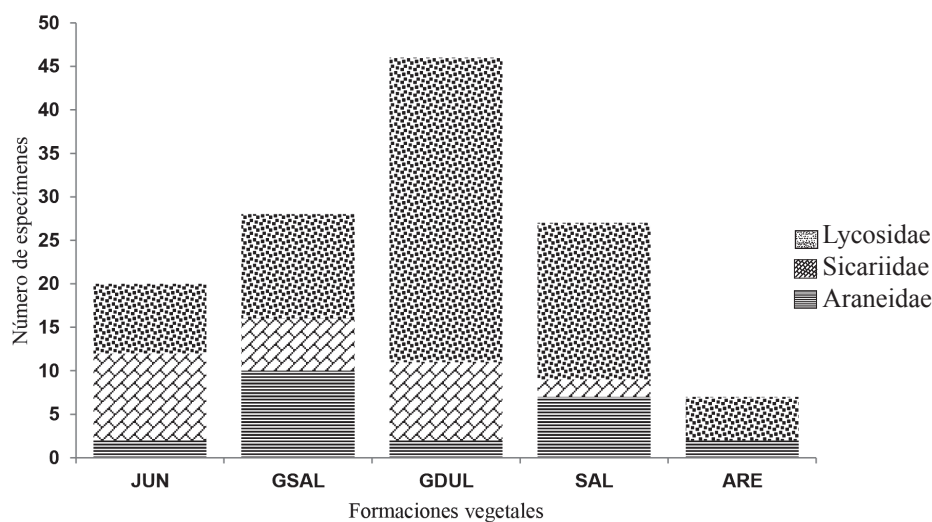


Figura 1. Variaciones poblacionales espaciales de tres familias de arañas más abundantes presente en los Pantanos de Villa, Lima – Perú. JUN= Juncal. GSAL= Gramadal Salado. GDUL= Gramadal dulce. SAL= Herbazal de salicornia. ARE= Arenal.

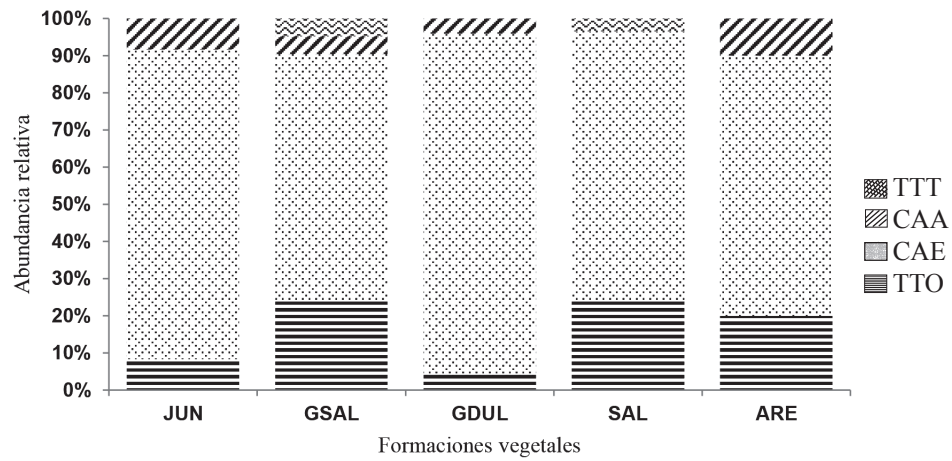


Figura 2. Abundancia relativa de los gremios tróficos de la aracnofauna presente en Pantanos de Villa, Lima – Perú. JUN= Juncal. GSAL= Gramadal Salado. GDUL= Gramadal dulce. SAL= Herbazal de salicornia. ARE= Arenal.

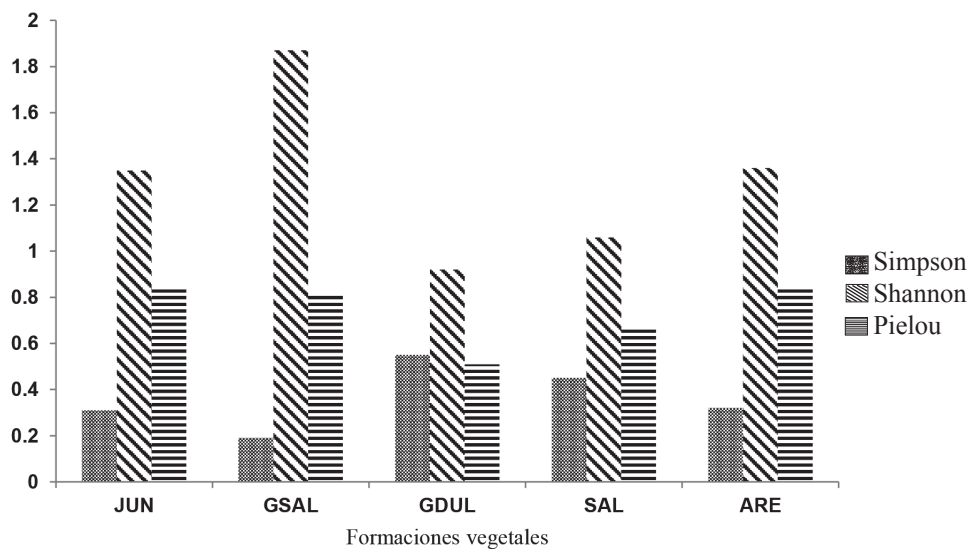


Figura 3. Diversidad alfa ($\text{bits}\cdot\text{ind}^{-1}$) para la aracnofauna colectada en Pantanos de Villa, Lima - Perú. JUN= Juncal. GSAL= Gramadal Salado. GDUL= Gramadal dulce. SAL= Herbazal de salicornia. ARE= Arenal.

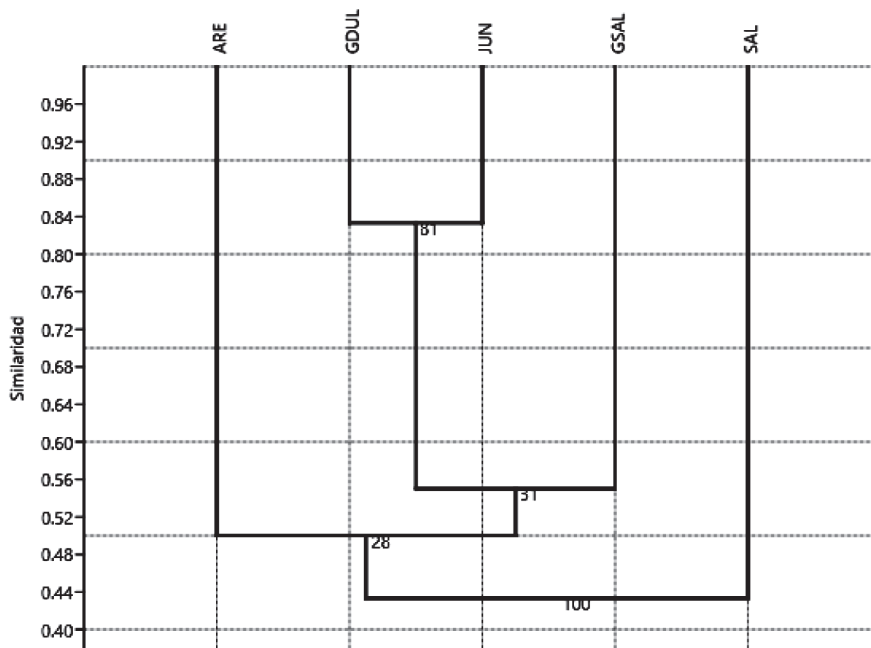


Figura 4. Análisis de agrupamiento, según el índice de Jaccard ($r^2=0,92$), para cinco formaciones vegetales presente en el Refugio de Vida Silvestre Pantanos de Villa. JUN= Juncal. GSAL= Gramadal Salado. GDUL= Gramadal dulce. SAL= Herbazal de salicornia. ARE= Arenal.

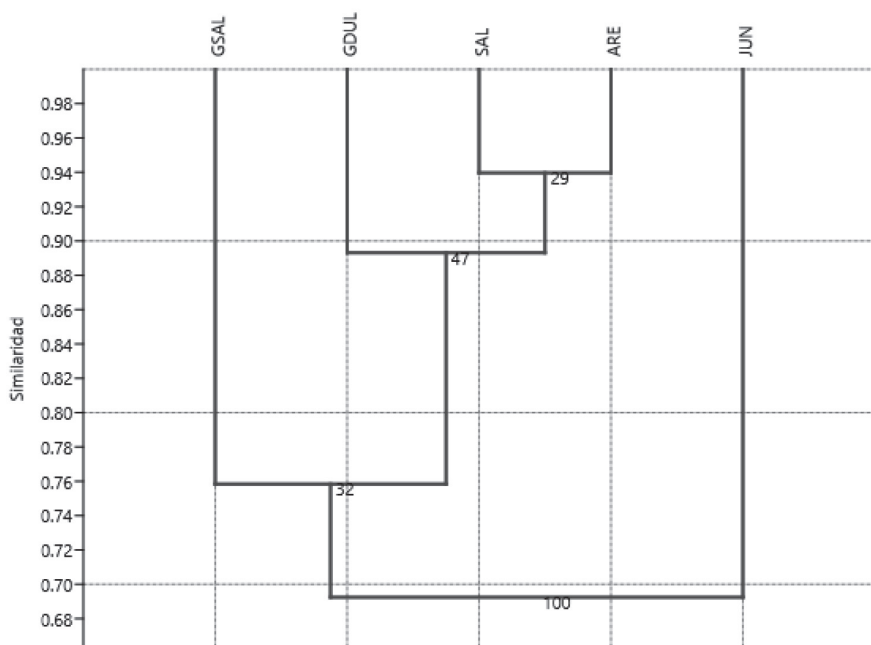


Figura 5. Análisis de agrupamiento, según el índice de Morisita - Horn ($r^2=0,85$), para cinco formaciones vegetales presente en el Refugio de Vida Silvestre Pantanos de Villa, Lima – Perú. JUN= Juncal. GSAL= Gramadal Salado. GDUL= Gramadal dulce. SAL= Herbazal de salicornia. ARE= Arenal.

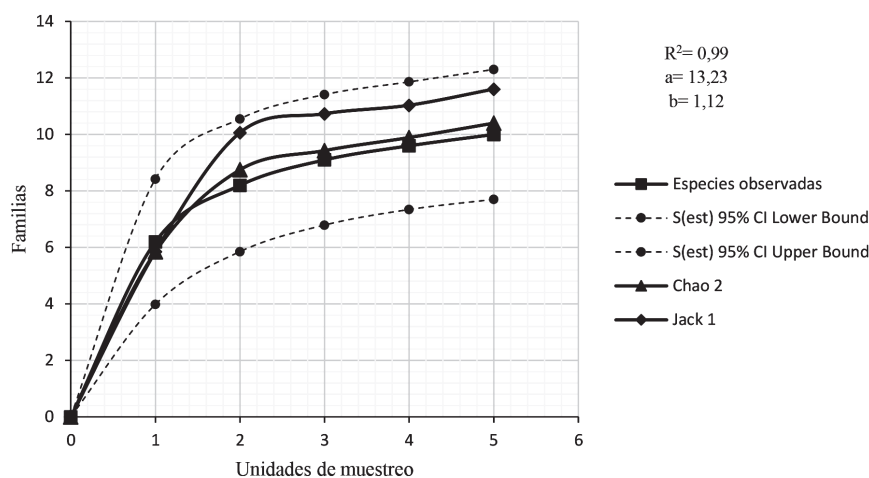


Figura 6. Curva de acumulación en base al modelo de Clench a un 95% y estimadores de riqueza de familias de arañas (Chao-2 y Jack-1) colectadas en los Pantanos de Villa – Perú.

Tabla 2. Valores de distribución espacial (S^2 /Promedio de individuos) para las tres familias de arañas más abundantes presentes en los Pantanos de Villa. S^2 = Varianza, ID= Índice de dispersión, X^2 = Chi cuadrado. A= Distribución amontonada.

Familia	Media	S^2	ID	X^2	Tipo de distribución
Araneidae	4,6	13,8	3	12,00	A
Sicariidae	5,4	18,8	3,48	13,93	A
Lycosidae	15,6	141,3	9,06	36,23	A

DISCUSIÓN

El presente trabajo de investigación reportó diez familias de arañas, como parte del componente de invertebrados presentes en el Refugio de Vida Silvestre Pantanos de Villa, Lima, Perú; sin embargo, se tienen como antecedentes las investigaciones realizadas por Duárez (1998) y Paredes (2011), donde se registraron 13 y 20 familias de arañas, respectivamente. Con respecto a lo reportado por Duárez (1998), se tiene en común el registro de 5 familias de arácnidos (Araneidae, Sicariidae, Oxyopidae, Salticidae y Lycosidae); por otra parte, con respecto a Paredes (2011) se tiene en común la colecta de las siguientes seis familias de arañas: Araneidae, Sicariidae, Lycosidae, Salticidae, Oxyopidae y Pholcidae. Se tienen diversas investigaciones, alrededor del mundo, sobre arañas en humedales: Komposch (2000) evaluó la aracnofauna del humedal austríaco Hörfeld-Moor utilizando trampas de luz, de caída y captura manual reportando 14 familias de arácnidos, de los cuales se tienen en común a las familias Araneidae, Lycosidae, Pisauridae y Salticidae. Cummins (2007), en el humedal Paint Creek (Michigan – EE.UU),

llegó a capturar 6 familias de arañas durante 5 meses de trabajo en campo, de los cuales sólo dos familias de arañas (Lycosidae y Salticidae) fueron comunes con el presente estudio. En los humedales de Kerkin (Macedonia), Keer *et al.* (2010) reportaron 35 familias de arañas, a través de la utilización de trampas pitfalls, trampas de atracción color amarillo, método de golpeo, colecta manual, colecta con red entomológica y trampas de intersección de vuelo Malaise; con respecto al número de familias compartidas entre ambos humedales tenemos a: Araneidae, Lycosidae, Pisauridae, Oxyopidae, Sparassidae y Salticidae. Alexander (2013) colectó 3 familias de arañas en el lago Ousteri (India), a través de la colecta manual y el bateo de follaje, teniendo en común, con el presente trabajo de investigación, a las familias Lycosidae y Sparassidae. La diferencia en el número de familias reportadas, con respecto a las investigaciones preliminares, se podría deber principalmente, a las diferencias en las metodologías de capturas de dichos organismos, la temporada de evaluación, entre otras variables propias de cada investigación. Además, se difiere a las siguientes familias como comunes de colectar en los humedales:

Araneidae, Lycosidae, Salticidae, posiblemente actuando como indicadores de calidad ambiental en el humedal de Pantanos de Villa (Gravesen, 2000).

Spiller *et al.* (2018) señala que la abundancia y diversidad de los Araneae es altamente sensible a cambios en un ecosistema, y depende de varios factores como: disponibilidad de alimentos, depredación, estructura de la vegetación, precipitación, temperatura, humedad, viento, luminosidad, entre otros (Canals *et al.*, 2015; Almada & Sarquis, 2017). También señala que la cobertura vegetal ocasiona cambios en la riqueza de especies de Araneae, y por ende las arañas serían un grupo potencial para ser empleado como bioindicador de calidad ambiental (Spiller *et al.*, 2018). En el presente trabajo se observó el efecto de la estructura y cobertura de la vegetación del humedal en la preferencia de las diversas familias de arañas a diferentes comunidades vegetales. Las familias Lycosidae, Sicariidae y Araneidae fueron las tres familias más abundantes, constantes y presentaron una distribución amontonada. La familia Sicariidae mostró una mayor afinidad por el juncal. La familia Araneidae presentó una población alta en el gramadal salado.

Lycosidae, la familia más abundante del presente estudio, está bien adaptada a ambientes áridos (Bizuet-Flores *et al.*, 2015). Esta familia de arañas se encuentra en el humedal Pantanos de Villa que está dentro del ecosistema árido del desierto del pacífico costero. Las arañas lobo (Lycosidae) son consideradas modelos adecuados para diversos aspectos ecológicos, incluyendo la influencia de las condiciones ambientales. Además consideran que las arañas lobo se han convertido en la familia de arañas más estudiada hasta la fecha (Hein *et al.*, 2015). Nuestros resultados coinciden con otros estudios, donde Lycosidae se caracteriza por presentar especies altamente activas sobre la superficie terrestre, y por ser una de las familias de arañas más abundante en los monitoreos de organismos de suelo en diferentes ecosistemas, presentando variaciones en sus patrones de abundancia espacial (Arana-Gamboa *et al.*, 2014; Almada & Sarquis, 2017). La familia Lycosidae presentó una mayor preferencia por el gramadal dulce y el herbazal de salicornia, encontrando una mejor calidad de hábitat en estos ambientes y favoreciendo una mayor abundancia.

La familia Araneidae presentó una población alta en el gramadal salado. Aponte *et al.* (2018) señala que es la comunidad más extensa del humedal, dominada por *D. spicata*, estrato herbáceo bajo, de 20 a 60 cm de altura y se desarrolla sobre suelos arenosos que no retienen agua. La elevada riqueza de Araneidae, encontrada en esta investigación, es de esperarse al ser una familia con alto

número de especies a nivel global (Achitte-Schmutzler *et al.*, 2016). Las arañas constructoras de telas orbiculares como Araneidae “incrementan su abundancia con la cantidad de estructuras disponibles y dispersión de las mismas en el hábitat, utilizadas para la fijación de las telas” (Achitte-Schmutzler *et al.*, 2016).

El índice de Pielou alcanzó su valor más alto en el juncal. Numerosos estudios han demostrado que una mayor complejidad estructural de la vegetación, por lo general resulta en una mayor diversidad de arañas, lo que podría explicarse por una mayor variedad de nichos disponibles dentro de una vegetación más compleja con menor perturbación (Paschetta *et al.*, 2012; Štokmane & Spunġis, 2016). El juncal que se ubicó en suelos de sustratos mayormente inundados presentó los mayores valores del índice de Pielou. Aponte *et al.* (2018) que los juncales puros con la especie dominante *S. americanus* o mixtos con otras especies, pueden ocasionar la acumulación de montículos de uno y medio a dos metros de altura con gran acumulación de biomasa seca en la base ocasionando una cobertura del suelo. El junco por ende, puede proporcionar diferentes microhábitats, lo que conlleva a una mayor diversidad de arañas. La familia Sicariidae mostró una mayor afinidad por esta comunidad vegetal.

El gremio trófico dominante en los Pantanos de Villa, fue el de Cazadores errantes (CAE) conformado por cinco familias: Sicariidae, Lycosidae, Salticidae, Sparassidae y Pisauridae. Bizuet-Flores *et al.* (2015) al evaluar la diversidad de arañas que habitan el suelo según el tipo de vegetación en un valle de México, encontró que el gremio de las cazadoras errantes fue el más numeroso en todos los tipos de vegetación. Estos autores señalan que tanto la vegetación como la humedad, ofrecen condiciones adecuadas, donde las especies de este gremio trófico de arañas pueden encontrar refugio en estos ambientes desérticos. También señalan que el tipo de trampa que utilizaron captura más individuos de cazadores de suelo que de otros gremios tróficos (Bizuet-Flores *et al.*, 2015).

El orden Araneae, y en especial las arañas cazadoras errantes que habitan el suelo han sido incluidas como un componente para determinar un índice de biodiversidad de suelo de “Biodiversidad Amigo” (“Soil Biodiversity Index of “Biodiversity Friend” (SBI-bf)”) (Caoduro *et al.*, 2014), y en el índice sintético de calidad de suelo (IBQS) basado en comunidades de macro-invertebrados (Ruiz *et al.*, 2011). Las arañas, pueden ser incluidas dentro de los artrópodos bioindicadores de calidad ambiental, tanto como indicadores ecológicos o de diversidad (Spiller *et al.*, 2018), debido a que son sensibles a los cambios y

responden rápidamente, y son comúnmente muestreados en ambientes altamente heterogéneos. El potencial como bioindicador de las arañas se deriva principalmente de las características típicas de estos artrópodos: abundantes y ubicuos, depredadores obligados, explotación de diferentes nichos ecológicos y, de acuerdo con sus estrategias de caza diversificadas, y múltiples, pueden reflejar la complejidad de un ecosistema (Paschetta *et al.*, 2012).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achitte-Schmutzler, H.C.; Avalos, G. & Oscherov, E.B. 2016. Comunidades de arañas en dos localidades del sitio RAMSAR Humedales Chaco, Argentina. Cuadernos de Investigación UNED, 8: 115-121.
- Aguilera MA, Casanueva ME. 2005. Arañas Chilenas: Estado actual del conocimiento y clave para las familias de Araneomorphae. Guyana, 69: 201-224.
- Alarcón, G. & Iannacone, J. 2014. Artrópoda terrestre asociada a formaciones vegetales en el refugio de vida silvestre pantanos de Villa, Lima, Perú. *The Biologist (Lima)*, 12: 253-274.
- Alexandar, R. 2013. Arachnids of Ousteri Lake, Riparian Area, Puducherry, India. *World Journal of Zoology*, 8: 94-97.
- Almada, M.S. & Sarquis, J.A. 2017. Diversidad de arañas del suelo y su relación con ambientes heterogéneos del Parque General San Martín, Entre Ríos, Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88: 654-663.
- Alvarado; L. Iannacone, J. & Gamarra, O. 2015. Entomological diversity between an ecosystem in process of natural regeneration and a primary forest, Amazonas, Peru. *The Biologist (Lima)*, 13: 279-296.
- APA (American Psychological Association). 2012. Guidelines for Ethical Conduct in the Care and Use of Nonhuman Animals in Research. Washington. 14 pp.
- Aponte U.H. & W. Ramírez H.D.W. 2011. Humedales de la costa central del Perú: estructura y amenazas de sus comunidades vegetales. *Ecología Aplicada*, 10: 31-39.
- Aponte, H.; Ramirez, D.W. & Lértora, G. 2018. *Los Pantanos de Villa. Un Oasis de vida en Lima Metropolitana*. Fondo Editorial Universidad Científica del Sur. Lima.
- Arana-Gamboa, R.N.; Pinkus-Rendón, M.A. & Rebollar-Téllez, E.A. 2014. Spatial and temporal diversity and structure of cursorial spiders (Arachnida: Araneae) in a fragmented landscape in Yucatan, Mexico. *Southwestern Entomologist*, 39:555-581.
- Benamú, M. 2007. Clave para la determinación de algunas familias de arañas (Araneae, Araneomorphae) del Uruguay. *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay*, 16: 1-19.
- Bizuet-Flores, M.Y.; Jiménez-Jiménez, M.L.; Zavala-Hurtado, A. & Corcuera, P. 2015. Diversity patterns of ground dwelling spiders (Arachnida: Araneae) in five prevailing plant communities of the Cuatro Ciénegas Basin, Coahuila, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86: 153-163.
- Blancas, H. 1978. Insectos que habitan las aguas de Villa, Lima, Perú. *Revista Peruana de Entomología*, 21: 105-108.
- Boetzel, F.A.; Ries, E.; Schneider, G. & Krauss, J. 2018. It's a matter of design—how pitfall trap design affects trap samples and possible predictions. *PeerJ* 6:e5078.
- Brown, G.R. & Matthews, I.M. 2016. review of extensive variation in the design of pitfall traps and a proposal for a standard pitfall trap design for monitoring ground-active arthropod biodiversity. *Ecology and Evolution*, 6: 3953-3964.
- Camargo, A. 1999. Estudo comparativo sobre a composição e a diversidade de lepidópteros noturnos em cinco áreas de região dos cerrados. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16: 369-380.
- Canals, M.; Veloso, C. & Solís, R. 2015. Adaptation of the spiders to the environment: the case of some Chilean species. *Frontiers in Physiology*, 6: 1-9.

- Caoduro, G.; Battiston, R.; Giachino, P.M.; Guidolin, L. & Lazzarin, G. 2014. Biodiversity indices for the assessment of air, water and soil quality of the “Biodiversity Friend” certification in temperate areas. *Biodiversity Journal*, 5: 69–86.
- Cardoso, P.; Pekár, S.; Jocqué, R. & Coddington, J.A. 2011. Global patterns of guild composition and functional diversity of spiders. *Plos One*, 6: e21710.
- Colwell, R.K. 2013. *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Version 9 and earlier. User's Guide and application. Disponible en: <http://purl.oclc.org/estimates>
- Costello, M.; Beard, K.H.; Corlett, R.T.; Cumming, G.; Devictor, V.; Loyola, R.; Maas, B.; Miller-Rushing, A.J.; Pakeman, R. & Primack, R.B. 2016. Field work ethics in biological research. *Biological Conservation*, 203: 268-271.
- Cummins, L.G. 2007. Spiders in Paint Creek, a Local Wetland: Initial Findings in Family Composition and Distribution. Senior Honors Theses. 137. <http://commons.emich.edu/honors/137>
- Duárez, J. 1998. *Composición y riqueza de arañas (Arachnida: Araneae) en los Pantanos de Villa*. pp. 105-113. En: Cano, A. & Young, K. (eds.). *Los Pantanos de Villa: Biología y Conservación*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Serie de Divulgación N°11.
- Ghione, S.; Coelho, L.; Costa, F.G.; García, L.F.; González, M.; Jorge, C.; Laborda, A.; Montes de Oca, L.; Pérez-Miles, F.; Postiglioni, R.; Simó, M.; Toscano-Gadea, C.; Viera, C. & Aisenberg, A. 2017. Arácnidos prioritarios para la conservación en Uruguay. *Boletín de la Sociedad zoológica del Uruguay (2ª época)*, 26: 1-8
- Gomes, C.B.; Souza, J.L.P. & Franklin, E. 2018. A comparison between time of exposure, number of pitfall traps and the sampling cost to capture ground-dwelling poneromorph ants (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology An international journal on social insects*, 65: 138-148.
- Gravesen, E. 2000. Spiders (Araneae) and other invertebrate groups as ecological indicators in wetland areas. *Ekologia Bratislava*, 19: 39–42
- Hammer, O.; Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistic software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica*, 4: 1-9.
- Hein, N.; Feilhauer, H.; Löffler, J. & Finch, O.D. 2015. Elevational variation of reproductive traits in five *Pardosa* (Lycosidae) species. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 47: 473–479.
- Holmquist, J.G.; Jones, J.R.; Schmidt-Gengenbach, J.; Pierotti, L.F. & Love, J.P. 2011. Terrestrial and aquatic macroinvertebrate assemblages as a function of wetland type across a Mountain Landscape. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 43: 568-584.
- Iannacone, J. & Alvaríño, L. 2006. Diversidad de la artropofauna terrestre en la Reserva Nacional de Junín, Perú. *Ecología Aplicada*, 5: 171-174.
- Iannacone, J. & Alvaríño, L. 2007. Diversidad y abundancia de comunidades zooplanctónicas litorales del humedal Pantanos de Villa, Lima, Perú. *Gayana*, 71: 49-65.
- Iannacone, J. & Montoro, Y. 2002. Impacto de dos productos botánicos bioinsecticidas (azadiractina y rotenona) sobre la artropofauna capturada con trampas de suelo en el tomate en Ica, Perú. *Revista Colombiana de Entomología*, 28: 191-198.
- Iannacone, J.; Atasi, M.; Bocanegra, T.; Camacho, M.; Montes, A.; Santos, S.; Zuñiga, H. & Alayo, M. 2010. Diversidad de aves en el humedal Pantanos de Villa, Lima, Perú: período 2004-2007. *Biota Neotropica*, 10: 295-304.
- Jocqué, R. & Dippenaar-Schoeman, A.S. 2007. *Spider Families of the World*. Royal Museum for Central Africa. Tervuren.
- Keer, J.V.; Keer, K.; Koninck, H. & Ramel, G. 2010. The Arachnofauna (Araneae) of Wetland Kerkini (Macedonia-Northern Central Greece). *Acta Zoologica Bulgarica*, 62:141-160.

- Komposch, C. 2000. Harvestmen and spiders in the Austrian wetland ihorfeld-moorî (Arachnida: Opiliones, Araneae). *Ekológia (Bratislava)*, 19 (Suppl. 4): 65-77.
- Lizarzaburu, J. 1992. Plano del Área Ecológica de la Laguna de Villa: Zona de Vida Natural. *Boletín de Lima*, 83: 65-70.
- MINAM (Ministerio del Ambiente). 2015. Guía de inventario de la fauna silvestre. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. -- Lima: MINAM, 2015.
- Moreno, C. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T– Manuales y Tesis SEA. 84 p.
- Nadal, M.F.; Achitte-Schmutzler, H.C.; Zanone, I.; Gonzalez, P.Y. & Avalos, G. 2018. Diversidad estacional de arañas en una reserva natural del Espinal en Corrientes, Argentina. *Caldasia*, 40:129-143.
- Pacheco, V.; Antuané Zevallos, A. & Cervantes, K. 2016. Mamíferos del Refugio de Vida Silvestre Pantanos de Villa, Lima – Perú. *Científica*, 12: 26-41.
- Paredes M. W. 2011. *Las arañas de la Zona Reservada Pantanos de Villa Lima, Perú: Diversidad y variación espacio-temporal de las comunidades de arañas* (Spanish Ed.). (Spanish). Editorial Académica Española. 188 P. Las Vegas.
- Paschetta, M.; Giachino, P.M. & Isaia, M. 2012. Taxonomic relatedness of spider and carabid assemblages in a wetland ecosystem. *Zoological Studies*, 51: 1175-1187.
- Pautrat, L. & Riveros, J. 1998. Evaluación de la avifauna de los Pantanos de Villa, Lima. *Los Pantanos de Villa. Biología y Conservación*. Museo de Historia Natural, 11:85-95.
- Pearsons, K.A. & Tooker, J.F. 2017. In-Field Habitat Management to Optimize Pest Control of Novel Soil Communities in Agroecosystems. *Insects*, 8: 82.
- Peralta-Argomedo, J. & Huamantínco-Araujo, A. 2014. Diversidad de la entomofauna acuática y su uso como indicadores biológicos en humedales de Villa, Lima, Perú. *Revista Peruana de Entomología*, 49: 109-119.
- Pielou, C. 1969. *An introduction to mathematical ecology*. Wiley Interscience. Nueva York. 286 p.
- Platnick, N. I. 2013. *The world spider catalog, Version 15*. Disponible en: https://research.amnh.org/iz/spiders/catalog_15.0/INTRO1.html [10 agosto 2018]
- Pulido, V.C. & Bermudez, D.L. 2018. Estado actual de la conservación de los hábitat de los Pantanos de Villa, Lima, Perú. *Arnaldoa*, 25: 679-702.
- Rodríguez-Rodríguez, S.E.; Solís-Catalán, K.P. & Valdez-Mondragón, A. 2015. Diversity and seasonal abundance of anthropogenic spiders (Arachnida: Araneae) in different urban zones of the city of Chilpancingo, Guerrero, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86: 962–971.
- Ruiz, N.; Jérôme, M.; Léonide, C.; Christine, R.; Hommay, G.; Iorio, E.; Lavelle, P. 2011. IBQS: A synthetic index of soil quality based on soil macro-invertebrate communities. *Soil Biology & Biochemistry*, 43: 2032-2045.
- Sampaio, V.; Rocha, O.; Matsumura-Tundisi, T. & Tundisi, J. 2002. Composition and abundance of zooplankton in the limnetic zone of seven reservoirs of the Paranapema River, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 62: 525-545.
- Sarmiento, L. & Guerra, H. 1960. Protozoarios de las aguas de Villa con la descripción de tres nuevas especies. *Museo de Historia Natural – UNMSM*, 19: 1-24.
- Silva, G.O. & Ott, R. 2017. Short-term spider community monitoring after cattle removal in grazed grassland. *Iheringia, Série Zoologia*, 107: e2017033.
- Spiller, M.S.; Spiller, C.; Garlet, J. 2018. Arthropod bioindicators of environmental quality. *Revista Agro@ambiente On-line*, 12: 41-57.
- Štokmane, S.M. & Spunģis, V. 2016. The influence of vegetation structure on spider species richness, diversity and community organization in the

Apšuciems calcareous fen, Latvia. *Animal Biodiversity and Conservation* 39: 221-236.

Torres, M., Quinteros, Z. & Takano, F. 2006. Variación temporal de la abundancia y diversidad de aves limícolas en el Refugio de Vida Silvestre Pantanos de Villa, Lima-Perú. *Ecología Aplicada* 5:119-125.

Torres, M. 2007. Evaluación ornitológica de los Humedales de Puerto Viejo, Pantanos de

Villa y Humedales de Ventanilla: INRENA. Intendencia Forestal y de Fauna Silvestre – DCB, Lima, 12p.

Uetz, G.; Halaj, J. & Cady, A. 1999. Guild structure of spiders in major crops. *The Journal of Arachnology*, 27: 270-280.

Received July 2, 2018.

Accepted November 24, 2018.