



**ZTF-FCT**  
Zientzia eta Teknologia Fakultatea  
Facultad de Ciencia y Tecnología

**GRADO EN BIOLOGIA**

**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**DIFERENCIACIÓN TAXONÓMICA DE DOS  
ESPECIES DEL GÉNERO ARTHRODAMAEUS  
GRANDJEAN (ACARI, ORIBATIDA,  
GYMNODAMAEIDAE) DE LA COMUNIDAD  
AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO**

**JENNIFER SARABIA CUETOS**

**Leioa, Junio 2013**

eman ta zabal zazu



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

## **Diferenciación Taxonómica de dos especies del género *Arthrodamaeus* Grandjean (Acari, Oribatida, Gymnodamaeidae) de la Comunidad Autónoma del País Vasco.**

### **RESUMEN**

En el presente trabajo se sientan las bases para la diferenciación taxonómica y morfométrica de dos especies próximas pertenecientes al género *Arthrodamaeus* (Grandjean, 1954), recogidos en cuatro ecosistemas forestales de diferentes territorios de la Comunidad Autónoma del País Vasco y norte de Navarra. Atendiendo a las medidas morfológicas realizadas, los individuos se clasifican según el tamaño corporal en “morfotipo grande” y “morfotipo pequeño”. La realización de un análisis discriminante de caracteres morfométricos (anchura total (AT), longitud total (LT), longitud del notogaster (NT), sensilos (ss), setas lamelares (le), setas rostrales (ro), setas exobotridiales (exo), tarso (Ta), tibia (Ti), genu (Ge) y fémur (Fe) de los cuatro pares de patas) y la revisión bibliográfica del género *Arthrodamaeus*, ha permitido identificar dichos morfotipos y asignarlos a dos especies: *A. reticulatus* y *A. mediterraneus*, citándose esta última por primera vez en la Comunidad Autónoma del País Vasco.

### **SUMMARY**

This work deals with taxonomic and morphometric differentiation of two close species of the genus *Arthrodamaeus* (Grandjean, 1954), collected in four forest ecosystems of different territories of the Basque Country and northern Navarra. Taking into account morphological measurements, individuals have been classified into "big morphotype" and "small morphotype" according to body size. The *Arthrodamaeus* gender literature review and the discriminant analysis of morphometric characters (width (AT), total length (TL), length of notogaster (NT), sensilla (ss), lamellar setae (le), rostral setae (ro), exobothridial setae (exo ), tarsus (Ta), tibia (Ti), genu (Ge) and femur (Fe) of the four pairs of legs), has allowed to identify these morphotypes and assign them to two species: *A. reticulatus* and *A. mediterraneus*, being the latter one cited for the first time in the Basque Country.

## INTRODUCCIÓN

Los ácaros Oribátidos (Acari: Oribatida) forman un orden de artrópodos quelicerados, principalmente terrestres, que pertenecen a la clase de los arácnidos (Arachnida). Tienen distribución mundial y constituyen uno de los grupos de artrópodos más abundantes en el suelo, aunque también están presentes en otros ambientes como en troncos, vegetación herbácea, musgos y líquenes (Pérez-Íñigo, 1997). Dentro del grupo de los Ácaros, son los Oribátidos los que más actividad, diversidad de especies y alto número de individuos presentan (Loidi *et al.*, 2005). Por sus dimensiones (0,1 – 2 mm), los Oribátidos son catalogados dentro de la mesofauna (Iturrondobeitia, 1995). Presentan una gran relevancia ecológica para el medio edáfico, que deriva de su gran diversidad en los modos de alimentación (fungívoros, algívoros, saprófagos, xilófagos...) y modifican la tasa de descomposición de la materia orgánica contenida en el suelo, tanto por intervenir en el ciclo de los nutrientes como por participar en la propagación de la microflora descomponedora (Hendrix *et al.*, 1990).

El estudio de la fauna oribátida española comienza en 1952 con los trabajos de Mihelčič, quien presenta por primera vez en 1957 una lista de 230 especies de Oribátidos hallados en suelos españoles, siendo la primera cita de este orden la especie *Oribates castanea* (Pérez-Íñigo, 1993).

La sistemática actual de los Oribátidos se basa en una clasificación de éstos en dos grandes grupos: inferiores o primitivos y superiores. Atendiendo a la presencia o ausencia de áreas porosas gastronóticas, los Oribátidos superiores se dividen en Poronota (con áreas porosas) y Gymnonota (carentes de áreas porosas ni estructuras derivadas de ellas como sáculos o poros) (Pérez-Íñigo, 1993, 1997).

El género *Arthrodamaeus* (Grandjean, 1954) se encuentra dentro de los Gymnonota. Se trata de un pequeño género perteneciente a la familia Gymnodamaeidae (Grandjean, 1954) constituido por 11 especies conocidas. Dentro de la Península Ibérica se conocen cinco especies: *Arthrodamaeus reticulatus* (Berlese, 1910), *A. bicristatus* Subías, Arillo y J. Subías, 1997, *A. mediterraneus* Subías, Arillo y J. Subías, 1997, *A. octosetosus* Subías, Arillo y J. Subías, 1997 y *A. rosarius* Subías, Arillo y J. Subías, 1997. El resto de especies pertenecientes a este género han sido descritas en el sur de Europa, especialmente en la región mediterránea, y solo unas pocas especies han sido descritas en la zona central y este de Europa (Woas, 1992). En concreto son las especies

*A. hispanicus* (Grandjean, 1928), *A. parvulus* (Kunst, 1958), *A. ignotus* Paschoal, 1984, *A. femoratus* (Bernini y Magari, 1996), *A. cereus* Subías, Arillo y J. Subías, 1997 y *A. mongolicus* Bayartogtokh y Weigmann, 2005.

Los adultos de este género presentan una morfología corporal ovalada sin segmentos, de color marrón oscuro debido a la esclerotización de su cuerpo, y de tamaño variado dependiendo de la especie. En el prodorsum tienen un par de sensilos que se insertan en un botridio bien desarrollado y redondeado. Las setas prodorsales (rostrales, lamelares, interlamelares y exobotridiales) varían en tamaño según la especie y el notogaster es plano y oval, con un patrón reticular característico de cada especie (Seniczak y Seniczak, 2011).

En la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV) se ha considerado hasta el momento la existencia de una sola especie, *Arthrodamaeus reticulatus*, aunque se han diferenciado dos morfotipos según el tamaño corporal, ya que morfológicamente es la única diferencia existente entre ambos. Por un lado, los individuos del “morfotipo grande” presentan unas medidas corporales de entre 700-790  $\mu\text{m}$ , mientras que los individuos del “morfotipo pequeño” presentan unas medidas corporales de entre 490-550  $\mu\text{m}$ .

Debido a estas diferencias en el tamaño, y además de tratarse de individuos recogidos en zonas geográficas con características más mediterráneas, la hipótesis principal de este trabajo es que los individuos del morfotipo pequeño no pertenecen a la especie *Arthrodamaeus reticulatus*, sino a otra especie diferente.

El objetivo principal de este estudio es realizar una diferenciación morfométrica de los dos morfotipos del género *Arthrodamaeus* presentes en el País Vasco mediante un análisis discriminante de caracteres, con el fin de conocer la variación morfológica y determinar los caracteres diagnósticos que permitan separar taxonómicamente los dos morfotipos en dos especies diferentes.

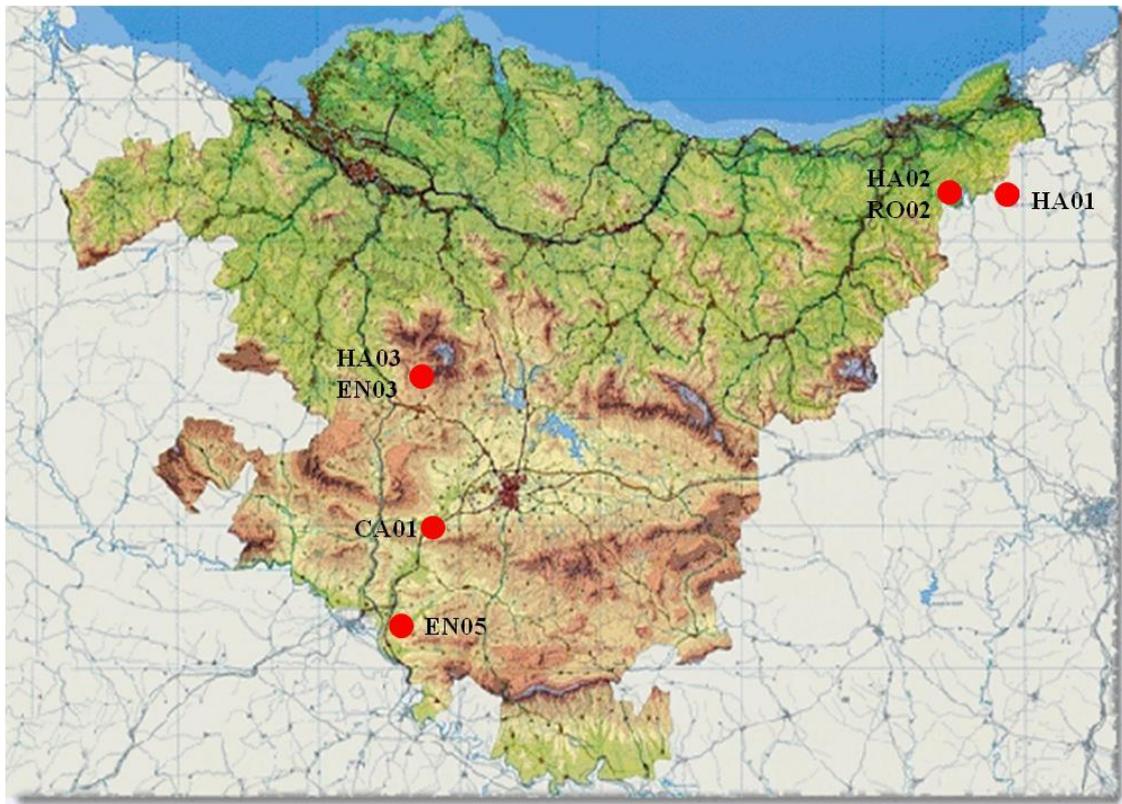
## **METODOLOGÍA**

Este estudio se ha llevado a cabo durante los meses de Octubre a Mayo (2012/2013) en el laboratorio de Artrópodos del Departamento de Zoología y Biología

Celular Animal, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco (UPV/EHU). Para el presente trabajo se han empleado especímenes recogidos durante el periodo 2008-2010 dentro del proyecto gubernamental estratégico K-Egokitzen “Cambio Climático: Impactos y Adaptación” englobado dentro del ‘Plan Vasco de Lucha contra el Cambio Climático 2008-2012’.

### *Área de estudio*

Los ejemplares pertenecen a siete bosques de cuatro ecosistemas forestales naturales de diferentes territorios de la CAPV. (figura 1): tres hayedos (HA01, HA02 y HA03), un encinar (EN03), dos carrascales (CA01 y EN05) y un robleal (RO01) (tabla 1).



**Figura 1:** Mapa de la CAPV con los diferentes lugares de muestreo

**Tabla 1:** Localidad, provincia y coordenadas (UTM) de los diferentes ecosistemas muestreados

<b>Código</b>	<b>Ecosistema</b>	<b>Localidad</b>	<b>Provincia</b>	<b>UTM</b>
HA01	Hayedo	Artikutza	Navarra	30T 598725 2785430
HA02	Hayedo	Añarbe	Guipúzcoa	30T 590369 4788047
HA03	Hayedo	Altube	Álava	30T 511000 4759205
RO01	Robledal	Añarbe	Guipúzcoa	30T 590429 4787869
EN03	Encinar	Altube	Álava	30T 510875 47589335
EN05	Carrascal	Salinillas de Buradón	Álava	30T 515183 4719834
CA01	Carrascal	Morillas	Álava	30T 507427 4741772

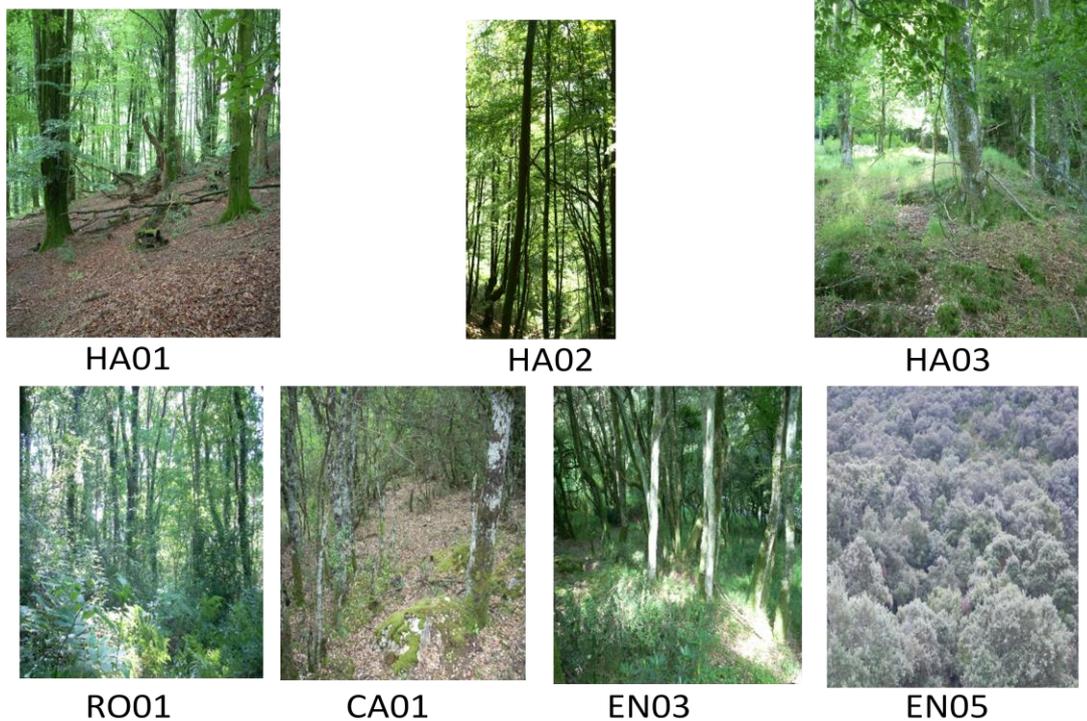
Los hayedos (*Fagus sylvatica*) predominan en la zona de alta montaña, donde la humedad del suelo está asegurada durante todo el año por una elevada precipitación (Loidi *et al.*, 2005), como es el caso del hayedo HA03 (figura 2). Éste se sitúa en la región climática Subatlántica a 600 m de altitud. Por otro lado, los hayedos HA01 y HA02 (figura 2) pertenecen a la región climática Atlántica hiperhúmeda y se sitúan a 382 y 362 m respectivamente. La presencia de estos hayedos a dicha altitud es favorecida por la elevada pluviosidad anual que se registra en la zona, superiores a 2500 mm (Lozano Valencia, 2006).

El robledal RO01 (figura 2), cercano al HA02, se asienta sobre un sustrato ácido a una altitud de 620 m. El componente arbóreo está formado en su mayoría por robles (*Quercus robur*), con un dosel de una densidad menor que la de los hayedos (Loidi *et al.*, 2005).

El carrascal, o encinar mediterráneo, es un tipo de bosque donde el árbol predominante es la carrasca (*Quercus ilex* subsp. *rotundifolia*). CA01 (figura 2) se sitúa a 565 m de altitud y pertenece a la región climática Submediterránea, mientras que EN05 (figura 2), un bosque de transición, se encuentra en la región climática Mediterránea a 605 m de altitud.

Por último el encinar cantábrico, formado por la especie *Quercus ilex* subsp. *ilex*, es un bosque de no mucha altura pero de gran densidad de árboles. Se trata de un tipo de vegetación mediterránea que vive en condiciones climatológicas templadas

(Loidi *et al.*, 2005). EN03 (figura 2) se localiza en la región Subatlántica al lado del hayedo HA03.



**Figura 2:** Fotos de los diferentes ecosistemas muestreados

### *Metodología*

Se recogieron muestras del horizonte húmico y de la hojarasca de los ecosistemas anteriormente descritos en la primavera de cada año. Para ello, se tomaron 8 submuestras empleando un *corer* (figura 3) de 8 cm de diámetro que se introdujo en el suelo a 5 cm de profundidad, extrayendo así 250 cm<sup>3</sup> de volumen por submuestra (50 cm<sup>2</sup> de área de suelo x 5 cm de profundidad); la muestra total corresponde a un volumen total de 2 litros de suelo. Cada una de estas submuestras fue tomada de forma aleatoria de la superficie, manteniendo una distancia de al menos 2 m respecto a las restantes tomas. Con el objetivo de no alterar la estructura del medio edáfico, cada submuestra fue almacenada en botes de plástico (8,2 cm Ø x 6 cm) rotulados.



**Figura 3:** Corer y pala de extracción de muestras de suelo

Para extraer la mesofauna edáfica de las citadas muestras, se empleó el método de embudos de Berlese-Tullgren (figura 4).



**Figura 4:** Embudos Berlese-Tullgren

Este método consiste en un tamiz de 1 mm de malla donde se coloca la muestra. Dicho tamiz se acopla a un embudo cuya parte estrecha se introduce en un frasco con alcohol al 70%. Sobre el tamiz se sitúa una bombilla que se mantiene encendida a intervalos de 2 horas durante 14 días. La mesofauna huye de la luz, del calor y de la desecación provocada por la lámpara y cae al frasco con alcohol. Una vez transcurrido el tiempo, la mesofauna se conserva en los frascos con etanol al 70% hasta el momento de su separación e identificación.

Los ácaros Oribátidos son separados del resto de la mesofauna edáfica extraída con ayuda de asas de recogida y lupa binocular, para posteriormente ser identificados hasta nivel de especie empleando el microscopio óptico y claves dicotómicas al uso. Para facilitar la labor de identificación, los ácaros Oribátidos son aclarados con ácido láctico caliente dada su fuerte esclerosamiento. Una vez identificados, los individuos son conservados en alcohol al 70% en tubos Eppendorf bien rotulados.

Se realizó una revisión bibliográfica del género *Arthrodamaeus* en el laboratorio. Para ello se empleó una base de datos que consta de alrededor de 10.000 artículos científicos relacionados con los Oribátidos.

Por último, se utilizaron los especímenes identificados como *Arthrodamaeus reticulatus*, se separaron por morfotipos (forma grande y forma pequeña) y se tomaron las medidas de caracteres morfológicos de 30 individuos del morfotipo pequeño y de 28 del morfotipo grande con el microscopio óptico con objetivo milimetrado. Los caracteres medidos fueron: anchura total (AT), longitud total (LT), longitud del notogaster (NT), sensilos (ss), setas lamelares (le), setas rostrales (ro), setas

exobotridiales (exo), tarso (Ta), tibia (Ti), genu (Ge) y fémur (Fe) de los cuatro pares de patas.

También se realizaron dibujos de los podómeros de las cuatro patas de un individuo del morfotipo grande mediante un microscopio de cámara clara. El patrón de las setas de las patas fue comparado con individuos de este mismo morfotipo y del morfotipo pequeño.

#### *Tratamiento de datos*

El análisis de los datos se llevó a cabo mediante la aplicación de métodos univariados y multivariados empleando el programa estadístico SPSS (IBM SPSS Statistics v. 20.0, 2011).

Los métodos univariados, basados en análisis estadísticos descriptivos, muestran la distribución de los valores y la desviación estándar para cada una de las variables cuantitativas medidas para cada morfotipo.

Para contrastar la normalidad del conjunto de datos se empleó el test de normalidad de Shapiro-Wilk, adecuado para muestras pequeñas ( $n < 50$ ). Se utiliza para comprobar si unos datos determinados han sido extraídos de una población normal. Plantea como hipótesis nula ( $H_0$ ) que una muestra proviene de una población normalmente distribuida. Dicho test es un contraste de ajuste que tiene como objetivo comprobar si se puede aceptar que la población de origen sigue una determinada distribución de probabilidad, en este caso, la distribución normal (Rodríguez Jaume & Mora Catalá, 2001).

Una vez conocidos los datos que siguen una distribución normal, se realizó el test de correlación de Pearson, un valor estadístico que mide la relación lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas. La correlación entre dos variables refleja el grado en que las puntuaciones están asociadas (Rodríguez Jaume & Mora Catalá, 2001).

En cuanto al método multivariado aplicado, se utilizó un Análisis Discriminante (AD), basado en caracteres cuantitativos no correlacionados que contribuye a reconocer grupos discretos de especímenes con mayor objetividad, así como los caracteres que permiten separarlos (Escobar *et al.*, 2011). Por ello, el análisis discriminante es una técnica que permite clasificar a los individuos en alguno de los grupos establecidos por

la variable dependiente. En esta finalidad clasificatoria va implícita una finalidad descriptiva (identificar las variables que más y mejor discriminan y caracterizan a los grupos). El análisis discriminante clasifica a los individuos entre los grupos considerando las variables que más y mejor caracterizan y, en consecuencia, diferencian a los grupos (Rodríguez Jaume & Mora Catalá, 2001).

Una vez seleccionadas las variables discriminantes se valoró la significación estadística de las funciones discriminantes obtenidas. Para ello, se utilizó el estadístico Lambda de Wilks. Dicho estadístico mide las desviaciones que se producen dentro de cada grupo respecto a las desviaciones totales sin distinción de grupos. Si su valor es pequeño (próximo a 0), la variabilidad total será debida a las diferencias entre grupos y, con ello, las variables con un Lambda de Wilks pequeño serán las que más diferencian o discriminan, a los grupos. Si por el contrario, su valor se aproxima a 1, los grupos estarán mezclados y, por ello, las variables independientes con un Lambda grande carecen de capacidad discriminante. Sin embargo, el hecho de que Lambda de Wilks tome el mínimo valor en una de las variables no implica que éste sea pequeño. De ahí la necesidad de valorar la significación de esta variable. Si al introducir la variable candidata al conjunto de variables independientes se produce un descenso de Lambda de Wilks, podemos concluir en que la variable es la adecuada. El estadístico F de entrada evalúa esa disminución: si la F de entrada asociada a la variable candidata a ser seleccionada es mayor que un determinado valor crítico (normalmente 3.84) se seleccionará (Rodríguez Jaume & Mora Catalá, 2001).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la tabla 2 se muestra el número total de individuos del género *Arthrodamaeus* disponibles, tanto del morfotipo grande como del pequeño, en cada bosque y año. Las poblaciones del morfotipo pequeño corresponden a los ecosistemas EN05 y CA01 mientras que las del morfotipo grande corresponden al EN03, HA01, HA02, HA03 y RO01.

**Tabla 2:** Número de individuos recogidos en cada ecosistema y año

<b>Código</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>Total</b>
HA01	69	25	5	99
HA02	2	1	1	4
HA03	38	23	34	95
RO01	1			1
EN03	3	13	12	28
EN05	7	9		16
CA01	6			6

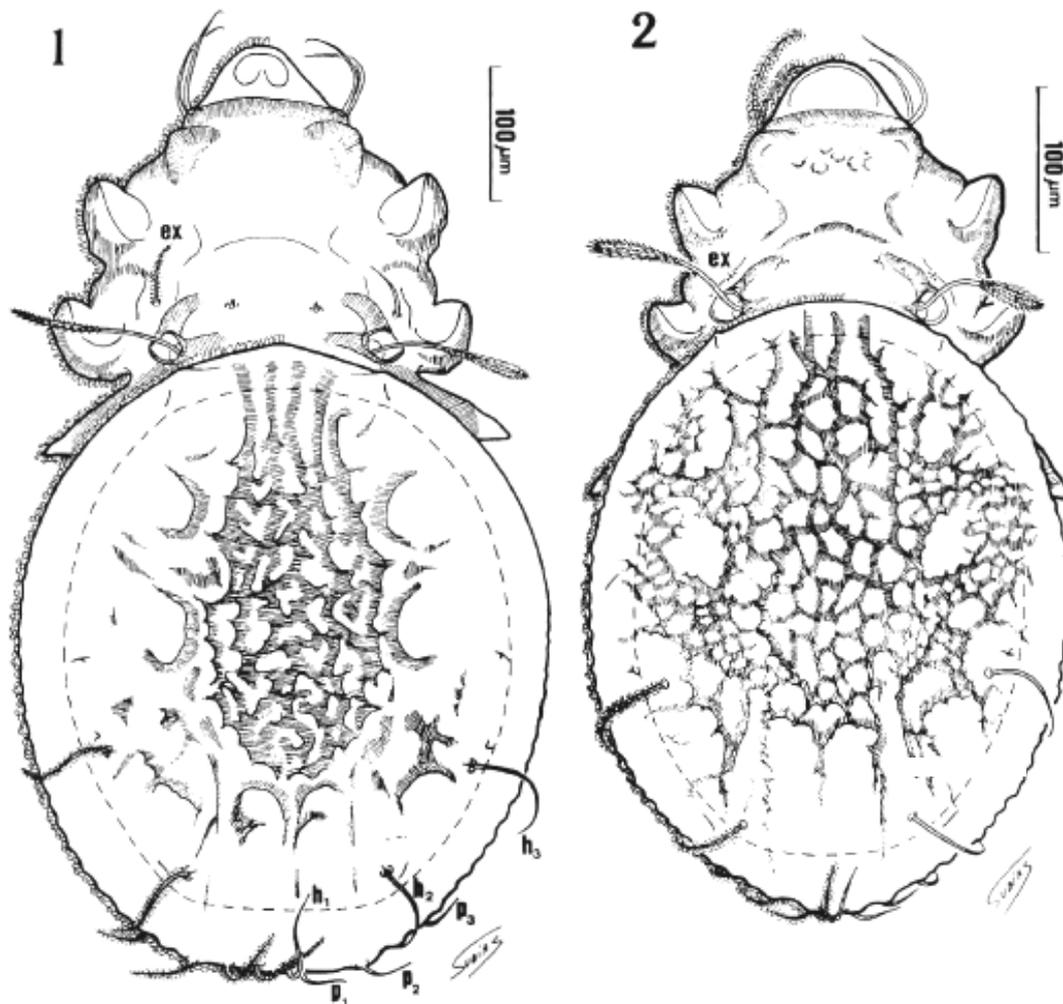
Mediante la revisión bibliográfica del género *Arthrodamaeus* (Grandjean, 1954), se pudo comparar los dos morfotipos encontrados en la CAPV con dos especies pertenecientes a este género. Subías *et al.* (1997) indica que hay dos especies: *Arthrodamaeus reticulatus* (Berlese, 1910) y *Arthrodamaeus mediterraneus* (Subías, 1997), y que podrían pertenecer, el morfotipo grande a la especie *A. reticulatus* mientras que el morfotipo pequeño a *A. mediterraneus*.

#### *Descripción morfológica de las especies.*

Subías *et al.* (1997) indica que *Arthrodamaeus reticulatus* presenta una longitud de 700-790  $\mu\text{m}$  y una anchura de 430-470  $\mu\text{m}$ . Tiene un color marrón oscuro debido a la esclerotización de su cuerpo, cubierto de cerotegumento. En cuanto a las setas del prodorso, las interlamelares tienen un tamaño de tan sólo unas 5  $\mu\text{m}$ . Las setas lamelares se sitúan en los bordes laterales de la cresta rostralamelar. Las setas rostrales, con un tamaño similar a las lamelares, aparecen insertadas debajo de éstas. Ambas son alargadas y con forma curvada. Las setas exobotridiales están bien desarrolladas y cubiertas de cerotegumento. Se sitúan a ambos lados de los botridios, estructuras que aparecen a ambos lados del prodorso con forma de copa donde se insertan los sensilos. Los sensilos son largos, con una cabeza fusiforme aplanada y con espículas. En cuanto al notogaster, presenta ornamentaciones reticuladas irregularmente distribuidas por la parte dorsal del cuerpo. Es amplio, aplanado dorsoventralmente y presenta seis pares de setas notogastrales cubiertas de cerotegumento (figura 5).

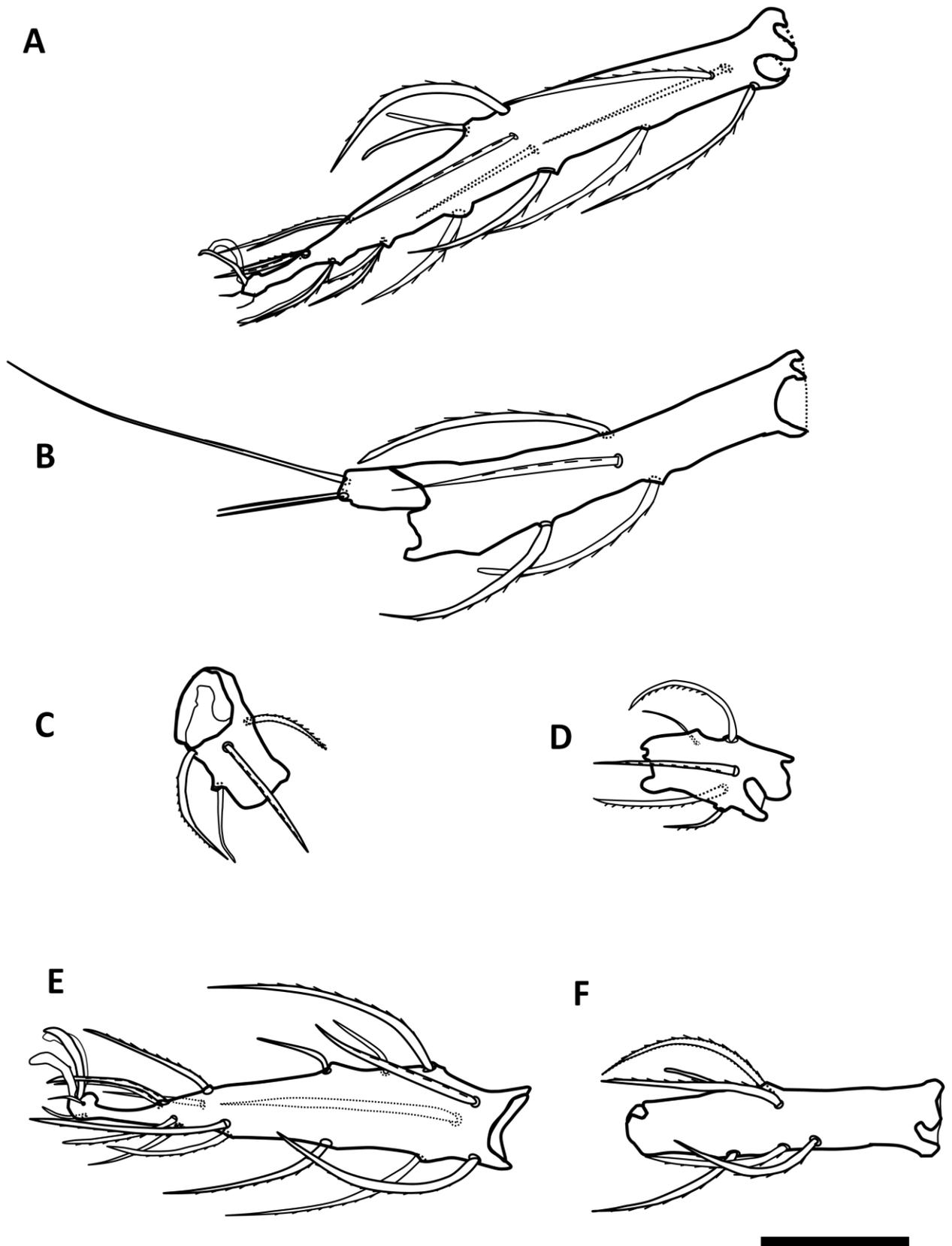
Este mismo autor presenta a *Arthrodamaeus mediterraneus*, con una longitud de 490-550  $\mu\text{m}$  y una anchura de 240-290  $\mu\text{m}$ . Al igual que *A. reticulatus*, tiene un color

marrón oscuro y un cuerpo cubierto de cerotegumento ornamentado con pequeños retículos en la parte del notogaster. En cuanto a las setas prodorsales, presenta las mismas que *A. reticulatus*, con la diferencia de que las setas exobotridiales e interlamelares son de un tamaño mucho menor. La cabeza de los sensilos es ligeramente más ancha que la de *A. reticulatus* (figura 5).

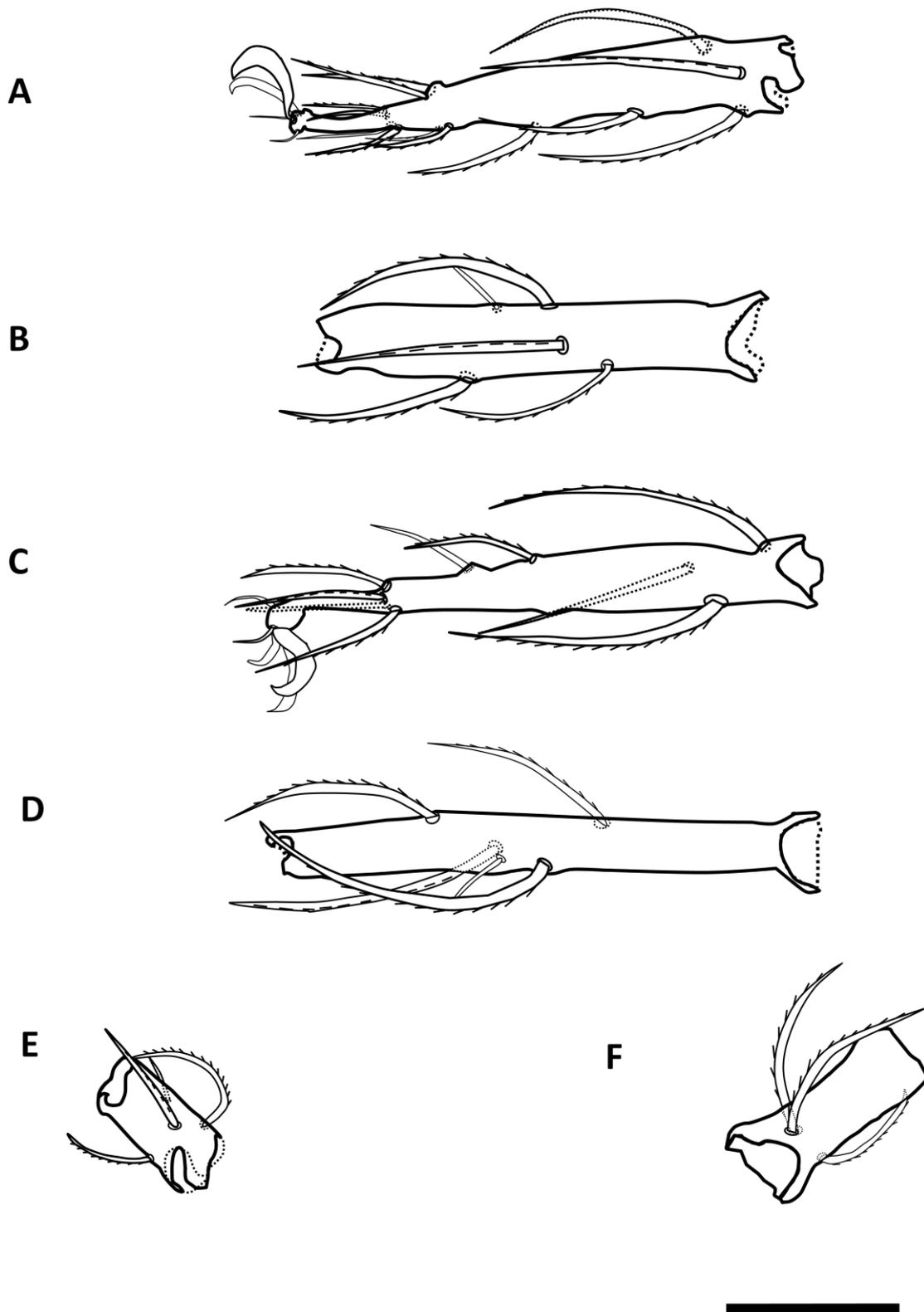


**Figura 5:** Aspecto dorsal de *A. reticulatus* (1) y *A. mediterraneus* (2) (tomado de Subías *et al.*, 1997).

Con el estudio que se presenta, se añade a la descripción anterior, la morfología (quetotaxia) de los tarsos, tibias y genas de las cuatro patas de *A. reticulatus* (figuras 6 y 7).



**Figura 6:** Podómeros de la primera y segunda pata derecha de *A. reticulatus*. A: Tarsó 1, B: Tibia 1, C: Genu 2, D: Genu 1, E: Tarsó 2, F: Tibia 2. Escala: 50  $\mu\text{m}$ .



**Figura 7:** Podómeros de la tercera y cuarta pata derecha de *A. reticulatus*. A: Tarso 3, B: Tibia 3, C: Tarso 4, D: Tibia 4, E: Genu 3, F: Genu 4. Escala: 50  $\mu$ m.

También se realizó el examen de la quetotaxia de *A. mediterraneus*, confirmándose que no existen diferencias con *A. reticulatus*, por lo que no se presentan en el trabajo.

Para el estudio estadístico se han utilizado 28 individuos del encinar EN03 que corresponden al morfotipo grande y 16 del EN05 más otros 14 individuos del mismo ecosistema, perteneciente a otro estudio, para completar 30 individuos del morfotipo pequeño.

Las medidas tomadas de cada individuo se han introducido en una hoja Excel a partir de la cual se ha realizado el estudio estadístico de ambos morfotipos (tabla 3).

**Tabla 3.** Valores descriptivos (media, desviación estándar, mínimo y máximo) de las medidas tomadas de cada individuo (Anchura total (AT), longitud total (LT), notogaster (NT), longitud de los sensilos (ss), longitud de las setas lamelares (le), rostrales y exobotridiales (exo), Tarso (Ta), tibia (Ti), genu (Ge) y gémur (Fe) de las cuatro patas.

	Morfotipo grande (EN03)		Morfotipo pequeño (EN05)	
	mean $\pm$ SD	min - max	mean $\pm$ SD	min - max
<b>LT</b>	753,21 $\pm$ 16,79	720 - 790	543,2 $\pm$ 26,75	490 - 590
<b>AT</b>	437,68 $\pm$ 13,98	400 - 470	280,67 $\pm$ 14,84	240 - 310
<b>NG</b>	516,07 $\pm$ 19,88	480 - 550	361 $\pm$ 26,44	300 - 390
<b>ss</b>	165,2 $\pm$ 12,18	140 - 185	118,42 $\pm$ 9,51	100 - 132
<b>in</b>	7,364 $\pm$ 1,804	5 - 10	5 $\pm$ 0	5 - 5
<b>le</b>	112,57 $\pm$ 12,63	92,5 - 130	73,34 $\pm$ 6,09	60 - 87,5
<b>ro</b>	104,29 $\pm$ 18,59	75 - 140	61,56 $\pm$ 10,95	45 - 82
<b>exo</b>	45,38 $\pm$ 6,71	30 - 58	5 $\pm$ 0	5 - 5
<b>Ta I</b>	182,84 $\pm$ 9,43	162,5 - 197	142 $\pm$ 5,97	132,5 - 155
<b>Ti I</b>	137,5 $\pm$ 6,1	122,5 - 150	115,86 $\pm$ 7,21	100,75 - 137,5
<b>Ge I</b>	54,375 $\pm$ 3,532	50 - 62	41,183 $\pm$ 3,276	35 - 50
<b>Fe I</b>	251,33 $\pm$ 13,62	197,5 - 275	190,71 $\pm$ 12,33	150 - 212
<b>Ta II</b>	127,02 $\pm$ 4,7	112,5 - 135	92,33 $\pm$ 5,58	80 - 100
<b>Ti II</b>	111,34 $\pm$ 6,1	92,5 - 120	82,5 $\pm$ 5,97	62,5 - 90
<b>Ge I</b>	42,554 $\pm$ 3,65	37,5 - 47,5	32,4 $\pm$ 2,86	25 - 37,5
<b>Fe I</b>	182,82 $\pm$ 9,9	170 - 202	132,88 $\pm$ 8,06	115 - 150
<b>Ta III</b>	148,02 $\pm$ 6,57	135 - 160	105,53 $\pm$ 7,51	88 - 120
<b>Ti I</b>	138,93 $\pm$ 7,14	122,5 - 150	100,33 $\pm$ 9,71	80 - 127,5
<b>Ge I</b>	47,981 $\pm$ 3,424	37,5 - 52	31,392 $\pm$ 3,192	25 - 37
<b>Fe I</b>	173,63 $\pm$ 8,29	160 - 185	125,78 $\pm$ 13,33	105 - 156,25
<b>Ta IV</b>	167,48 $\pm$ 15,73	150 - 237,5	119,91 $\pm$ 6,8	107,5 - 130
<b>Ti I</b>	180,91 $\pm$ 6,03	170 - 197,5	124,06 $\pm$ 8,47	110 - 140
<b>Ge I</b>	52,607 $\pm$ 3,645	45 - 62,5	36,35 $\pm$ 3,847	28,5 - 47,5
<b>Fe I</b>	254,34 $\pm$ 11,31	227,5 - 275	178,63 $\pm$ 17,55	143 - 225

En primer lugar se analizó la distribución de los datos y se comprobó si seguían una distribución normal o no. Para comprobar la normalidad del conjunto de datos se empleó el test de normalidad de Shapiro-Wilk (tabla 4).

**Tabla 4.** Pruebas de normalidad a partir del test Shapiro-Wilk. Las variables empleadas son: longitud total (LONG), achura total (ANCH), longitud del notogaster (NG), logitud de los sensilos (ss), setas lamelares (lame), setas rostrales (ro) y podómeros de las cuatro patas: tarso (Ta), tibia (Ti), genu (Ge) y fémur (Fe). Las setas exobotridiales se eliminaron del análisis porque eran constantes en el EN05.

Variables	Ecosistema	Estadístico	gl	Sig.	Ecosistema	Estadístico	gl	Sig.
LONG	EN03	,918	24	,054	EN05	,966	25	,546
ANCH	EN03	,953	24	,313	EN05	,855	25	,002
NG	EN03	,941	24	,174	EN05	,882	25	,008
ss	EN03	,944	24	,199	EN05	,913	25	,035
lame	EN03	,832	24	,001	EN05	,929	25	,082
ro	EN03	,906	24	,029	EN05	,944	25	,188
Ta1	EN03	,952	24	,294	EN05	,960	25	,408
Ti1	EN03	,897	24	,019	EN05	,951	25	,270
Ge1	EN03	,919	24	,057	EN05	,929	25	,081
Fe1	EN03	,743	24	,000	EN05	,884	25	,008
Ta2	EN03	,920	24	,059	EN05	,920	25	,051
Ti2	EN03	,916	24	,047	EN05	,866	25	,004
Ge2	EN03	,892	24	,015	EN05	,929	25	,081
Fe2	EN03	,930	24	,098	EN05	,967	25	,574
Ta3	EN03	,935	24	,125	EN05	,960	25	,405
Ti3	EN03	,942	24	,177	EN05	,860	25	,003
Ge3	EN03	,816	24	,001	EN05	,937	25	,123
Fe3	EN03	,899	24	,020	EN05	,923	25	,059
Ta4	EN03	,490	24	,000	EN05	,904	25	,023
Ti4	EN03	,930	24	,097	EN05	,925	25	,068
Ge4	EN03	,942	24	,183	EN05	,913	25	,036
Fe4	EN03	,964	24	,518	EN05	,962	25	,457

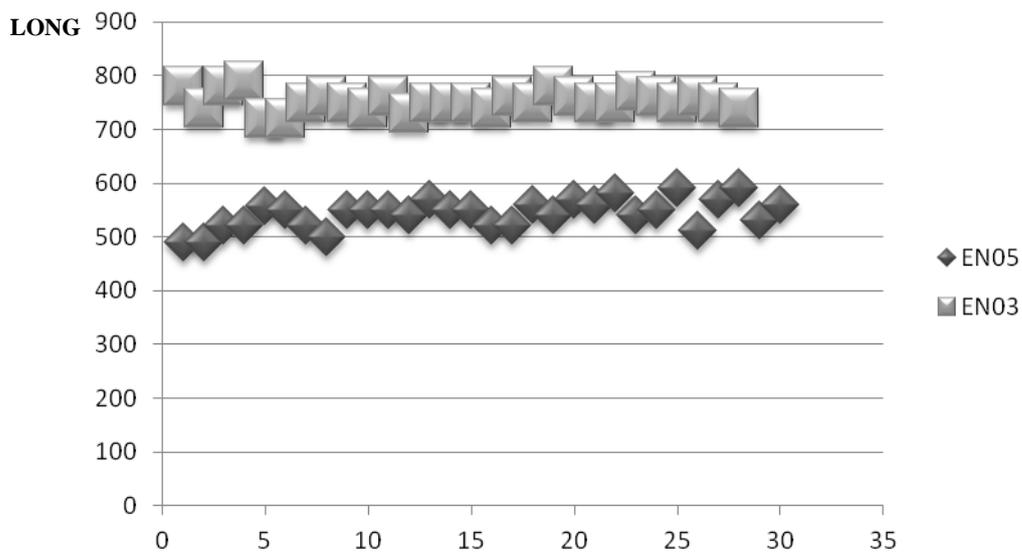
Las variables con distribución normal en ambas poblaciones son LONG, Ta1, Ge1, Ta2, Fe2, Ta3, Ti4 y Fe4, porque dichas variables presentan valores de Shapiro-Wilk mayores a 0,05 en ambas poblaciones.

Una vez conocidos los datos que siguen una distribución normal, se realizó el test de correlación de Pearson (tabla 5). Dicho test indica que todas las variables están

correlacionadas entre sí, y por lo tanto, sólo con la longitud del cuerpo sería suficiente para diferenciar los dos morfotipos (figura 8).

**Tabla 5:** Correlación de Pearson.

		Correlaciones							
		LONG	Ta1	Ge1	Ta2	Fe2	Ta3	Ti4	Fe4
LONG	Correlación de Pearson	1	,940 <sup>**</sup>	,908 <sup>**</sup>	,963 <sup>**</sup>	,934 <sup>**</sup>	,958 <sup>**</sup>	,975 <sup>**</sup>	,933 <sup>**</sup>
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	58	58	58	58	58	57	57	56
Ta1	Correlación de Pearson	,940 <sup>**</sup>	1	,889 <sup>**</sup>	,959 <sup>**</sup>	,909 <sup>**</sup>	,936 <sup>**</sup>	,941 <sup>**</sup>	,890 <sup>**</sup>
	Sig. (bilateral)	,000		,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	58	58	58	58	58	57	57	56
Ge1	Correlación de Pearson	,908 <sup>**</sup>	,889 <sup>**</sup>	1	,914 <sup>**</sup>	,869 <sup>**</sup>	,918 <sup>**</sup>	,885 <sup>**</sup>	,840 <sup>**</sup>
	Sig. (bilateral)	,000	,000		,000	,000	,000	,000	,000
	N	58	58	58	58	58	57	57	56
Ta2	Correlación de Pearson	,963 <sup>**</sup>	,959 <sup>**</sup>	,914 <sup>**</sup>	1	,935 <sup>**</sup>	,957 <sup>**</sup>	,962 <sup>**</sup>	,912 <sup>**</sup>
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000		,000	,000	,000	,000
	N	58	58	58	58	58	57	57	56
Fe2	Correlación de Pearson	,934 <sup>**</sup>	,909 <sup>**</sup>	,869 <sup>**</sup>	,935 <sup>**</sup>	1	,930 <sup>**</sup>	,912 <sup>**</sup>	,940 <sup>**</sup>
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000		,000	,000	,000
	N	58	58	58	58	58	57	57	56
Ta3	Correlación de Pearson	,958 <sup>**</sup>	,936 <sup>**</sup>	,918 <sup>**</sup>	,957 <sup>**</sup>	,930 <sup>**</sup>	1	,949 <sup>**</sup>	,930 <sup>**</sup>
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000	,000		,000	,000
	N	57	57	57	57	57	57	56	55
Ti4	Correlación de Pearson	,975 <sup>**</sup>	,941 <sup>**</sup>	,885 <sup>**</sup>	,962 <sup>**</sup>	,912 <sup>**</sup>	,949 <sup>**</sup>	1	,927 <sup>**</sup>
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000	,000	,000		,000
	N	57	57	57	57	57	56	57	55
Fe4	Correlación de Pearson	,933 <sup>**</sup>	,890 <sup>**</sup>	,840 <sup>**</sup>	,912 <sup>**</sup>	,940 <sup>**</sup>	,930 <sup>**</sup>	,927 <sup>**</sup>	1
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	
	N	56	56	56	56	56	55	55	56



**Figura 8:** Representación gráfica de la longitud del cuerpo (LONG) de ambos morfotipos (EN05: morfotipo pequeño, EN03: morfotipo grande).

Aunque los datos están correlacionados, se ha procedido a realizar el análisis discriminante (AD) con aquellas variables que presentan distribución normal en ambas poblaciones para confirmar que sólo una de las variables es suficiente. Una vez seleccionadas las variables discriminantes se valoró la significación estadística de las funciones discriminantes obtenidas. Para ello, se utilizó el estadístico Lambda de Wilks. El resultado del análisis (tabla 6) demuestra que LONG, Fe2 y Ti4 son las variables discriminantes y el contraste de la función generada es significativa (tabla 7).

**Tabla 6:** Variables discriminantes

Paso	Introducidas	Lambda de Wilks							
		Estadístico	gl1	gl2	gl3	F exacta			
						Estadístico	gl1	gl2	Sig.
1	LONG	,040	1	1	52,000	1242,388	1	52,000	,000
2	Fe2	,034	2	1	52,000	720,018	2	51,000	,000
3	Ti4	,031	3	1	52,000	514,418	3	50,000	,000

**Tabla 7.** Lambda de Wilks

Contraste de las funciones	Lambda de Wilks	Chi-cuadrado	gl	Sig.
1	,031	174,806	3	,000

La clasificación por la que se han agrupado los individuos en dos grupos (tabla 8) muestra que el grupo 1 engloba a 30 individuos correspondientes al EN05, mientras que en el grupo 2 aparecen 27 individuos correspondientes al EN03. Ello significa que están clasificados correctamente el 100% de los casos en sus grupos originales.

**Tabla 8:** Resultados de la clasificación

Tipo		Grupo de pertenencia pronosticado		Total	
		1	2		
Original	Recuento	1	30	30	
		2	0	27	
	%	1	100,0	0,0	100,0
		2	0,0	100,0	100,0

A continuación se presenta otro análisis discriminante donde se eligen variables que, siendo normales, sean además fáciles de medir y que de alguna manera pueda facilitar la labor del taxónomo. Para este caso se han seleccionado: longitud total (LONG), tarso de la primera pata (Ta1), tarso de la segunda pata (Ta2) y tarso de la

tercera pata (Ta3), con las que se realizó el AD. El resultado del análisis (tabla 9) muestra que las variables LONG y Ta2 son las variables más discriminantes y el contraste de la función generada es significativa (tabla 10).

**Tabla 9:** Variables discriminantes (LONG y Ta2)

Paso	Introducidas	Lambda de Wilks							
		Estadístico	gl1	gl2	gl3	F exacta			
						Estadístico	gl1	gl2	Sig.
1	LONG	,043	1	1	55,000	1236,532	1	55,000	,000
2	Ta2	,039	2	1	55,000	668,136	2	54,000	,000

**Tabla 10:** Lambda de Wilks

Contraste de las funciones	Lambda de Wilks	Chi-cuadrado	gl	Sig.
1	,039	175,407	2	,000

En este caso (tabla 11), también se agrupan a los individuos en dos grupos, el grupo 1 con 30 individuos y el grupo 2 con 28. Al igual que antes, el 100% de los casos están correctamente asignados.

**Tabla 11:** Resultados de la clasificación

Tipo			Grupo de pertenencia pronosticado		Total
			1	2	
Original	Recuento	1	30	0	30
		2	0	28	28
	%	1	100,0	0,0	100,0
		2	0,0	100,0	100,0

La representación gráfica de los resultados obtenidos, (figura 9) muestra una clara diferenciación entre los individuos del morfotipo grande (EN03) correspondientes a la especie *A.reticulatus* y las del morfotipo pequeño (EN05), correspondientes a *A.mediterraneus*. Por todo lo expuesto y atendiendo a las diferencias entre ambos morfotipos y a los análisis discriminantes, se puede decir que los individuos de ambos grupos corresponden con las dos especies mencionadas, las cuales tienen diferencias de tamaño claras y sin solapamientos, además de presentar una distribución geográfica diferente.



conocimiento morfológico de esta especie, confirmándose que las patas de las dos especies son iguales en cuanto su quetotaxia o distribución de las setas y que, por tanto, este carácter no sirve para separar una especie de otra.

## **PERSPECTIVAS DE FUTURO**

El conocimiento de la morfología, taxonomía o bionomía de estos ácaros es el primer paso a dar en el progreso sobre su conocimiento. Esta fase puede permitir profundizar más en otros campos como los de su biología o ecología. Dada la importancia que tienen en el suelo y, concretamente, sobre los procesos biológicos presentes en él, parece que el campo de la bioindicación es prometedor. Ya hay varios equipos trabajando en esta dirección, con el objetivo de relacionar la presencia de oribátidos (resistentes vs sensibles) en el estado de la salud de los suelos, la contaminación o el cambio climático global.

## **Agradecimientos**

Quiero expresar mi agradecimiento al Iñaki Balanzategui por la ayuda constante e incondicional que me ha dado. Al director del trabajo por su acogida y por haberme dado la oportunidad de desarrollar el trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

Bayartogtokh B. & Weigmann G. 2005. New and Little Known Species of Oribatid Mites of the Genera *Arthrodamaeus* and *Fuscozetes* (Arachnida: Acari: Oribatida) from Mongolia. *Species Diversity*, 10: 75-84.

Berlese A. 1910. Brevi diagnosi di generi e specie nuovi di Acari. *Redia*, 6: 346-388.

Bernini F., & Margari V. 1996. Gli Acari Oribatei dell'arcipelago di Tavolara (Sardegna nordorientale) (Acari: Oribatida). *Notulae Oribatologicae LXIV. Biogeographia*, XVIII: 299-355.

Escobar I., Ruiz E., Finot V.L., Negrito M.A. & Baeza C. 2011. Revisión taxonómica del género *Eragrostis* Wolf en Chile, basada en análisis estadísticos multivariados. *Gayana Bot.* 68 (1):49-85.

Grandjean, F. 1928. Deux nouveaux Oribatei d'Espagne. *Bulletin de la Société zoologique de France*, 53: 424-441.

Grandjean F. 1954. Observations sur les Oribates (28<sup>o</sup> série). *Bull. Mus. Natl. Hist. Nat.*, 26: 204-211.

Hendrix P.F., Crossley D.A., Blair J.M. & Coleman D.C. 1990. *Soil biota as components of sustainable agroecosystems. Sustainable agricultural systems.* Soil and water Commun. Soc. USA 696p

Iturrondobeitia J.C. 1995. *Ácaros Oribátidos (Acarida, Oribatida) edáficos de Vizcaya y Álava: Desde la taxonomía a la zoología aplicada.* Resumen del Trabajo de Investigación. 46 pp. (sin publicar)

Kunst, M. 1958. Bulgarische Oribatiden (Acarina). 11. *Acta Universitatis Carolinae Biologicae* 5: 13-31.

Loidi J., Herrera M., Salcedo I., Galarza A., Iturrondobeitia J.C. 2005. *Los bosques de Bizkaia*, Instituto de Estudios Territoriales de Bizkaia (ED), Bilbao. 383 pp.

Lozano Valencia P.J. 2006. Régimen precipitacional en el norte de Navarra y Guipúzkoa. *Nimbus*, 17-18: 125-144.

- Paschoal A.D. 1984. A revision of the genus *Arthrodamaeus* (Acari, Oribatei, Gymnodamaeidae) with a description of a new species. *Revista Bras. Zool.*, 28: 213-222.
- Pérez-Íñigo C. 1993. *Acari, Oribatei, Poronota*. En: *Fauna Ibérica*, vol. 3. Ramos. M.A. *et al.* (ED). Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid. 320 pp.
- Pérez-Íñigo C. 1997. *Acari, Oribatei, Gymnonota I*. En: *Fauna Ibérica*, vol. 9. Ramos. M.A. *et al.* (ED). Museo Nacional de Ciencias Naturales. CISC. Madrid. 374 pp.
- Rodríguez Jaume, M.J., Mora Catalá R. 2001. Cap 10: Análisis discriminante. En: *Estadística informática: casos y ejemplos con el SPSS*. 1ª ed. Universidad de Alicante. Servicio de publicaciones, 310 pp.
- Seniczak S., & Seniczak A. 2011. Ontogenetic studies of three species of Gymnodamaeidae (Acari: Oribatida) with a focus on regressions of hysterosomal setae. *Journal of Natural History*, first article: 1–31.
- Subías L.S., Arillo A., & Subías J. 1997. The genus *Arthrodamaeus* Grandjean (Acariformes, Oribatida, Gymnodamaeidae. *Acarología*, t. XXXVIII, fasc. 3: 297-307..
- Woas S. 1992. Beiträg zur Revision der Gymnodamaeidae Grandjean, 1954 (Acari, Oribatei). *Andreas*, 9: 121-161.