

El estatus de las especies del género *Geomalacus* Allman, 1843 en la península ibérica (Gastropoda, Pulmonata, Arionidae)

The status of the species of the genus *Geomalacus* Allman, 1843 in the Iberian Peninsula (Gastropoda, Pulmonata, Arionidae)

*JOSÉ CASTILLEJO, JAVIER IGLESIAS, CAROLA GÓMEZ-RODRÍGUEZ & ANDRÉS BASELGA

Departamento de Zoología, Genética y Antropología Física, Facultad de Biología, Universidad de Santiago de Compostela, 15782 Santiago de Compostela, A Coruña, Spain

[*jose.castillejo@usc.es](mailto:jose.castillejo@usc.es); carola.gomez@usc.es; andres.baselga@usc.es

*Corresponding autor

(Recibido: 18/03/2019; Aceptado: 17/11/2019; Publicado on-line: 15/12/2019)

Resumen

En este trabajo se realiza una revisión de la sistemática del género *Geomalacus* (Gastropoda: Pulmonata). Se concluye que en la península ibérica solamente existen tres especies de *Geomalacus*: 1. *G. maculosus*, se caracteriza por tener manchas blancas sobre el dorso, sin bandas, un genital con el atrio-pene largo y el conducto de la espermateca es muy corto. Su distribución coincide con el área lusitánica ibérica. 2. *G. squammantinus* tiene cuatro bandas oscuras sobre el dorso, el atrio-pene del genital es muy corto y el conducto de la espermateca es muy largo. Su área de distribución es el centro-oeste de la península ibérica, desde el Algarve al Sistema Central. 3. *G. anguiformis*, se caracteriza por tener dos bandas oscuras sobre los costados que están delimitadas superiormente por una zona más clara, el genital carece de atrio-pene y el epifalo es piriforme. Es abundante en todo el sur de la península ibérica, desde el Algarve hasta Sierra Nevada.

G. grandis se considera una sinonimia de *G. maculosus*. *G. oliveirae* y *G. anguiformis* sensu Simroth, 1981 se consideran sinonimias de *G. squammantinus*. *G. malagensis* y *G. moreleti* se consideran sinonimias de *G. anguiformis*.

Palabras clave: Biodiversidad, Taxonomía, análisis molecular, España, Portugal, *Geomalacus maculosus*, *G. squammantinus*, *G. anguiformis*.

Summary

In this study, the systematics of the genus *Geomalacus* (Gastropoda: Pulmonata) is revised. Anatomical and molecular analyses were conducted on specimens collected between 1985 and 2018. Only three species of *Geomalacus* are recognized in the Iberian Peninsula: 1. *G. maculosus*, externally characterized by white spots on the back, without stripes, the genital has a long atrium-penis and a very short duct of the spermatheca is very short. Its distribution coincides with the Iberian Lusitanian Area. 2. *G. squammantinus*, has four dark bands on the back, the genital atrium-penis is very short and the spermatheca duct is very long. It is distributed along the center-west of the Iberian Peninsula, from the Algarve to the Central System. 3. *G. anguiformis*, is characterized by two dark bands on the sides that are delimited by a lighter area on the top, in the genital lacks the atrium-penis and the epiphallus is piriform. It is abundant throughout the south of the Iberian Peninsula, from the Algarve to the Sierra Nevada.

G. grandis is considered a synonym of *G. maculosus*. *G. oliveirae* and *G. anguiformis* sensu Simroth, 1981 are considered synonymies of *G. squammantinus*. *G. malagensis* and *G. moreleti* are considered synonymies of *G. anguiformis*.

Keywords: Biodiversity, Taxonomy, molecular analysis, Spain, Portugal, *Geomalacus maculosus*, *G. squammantinus*, *G. anguiformis*.

INTRODUCCIÓN

El naturalista francés Pierre Marie Arthur Morelet (1809-1892†) fue el primero que estudió la malacofauna terrestre de Portugal. En su obra sobre “*Description des Mollusques terrestres et fluviatiles du Portugal*” (MORELET, 1845) indica que solo pudo dedicar cuatro meses a estudiar su malacofauna. Cita un total de 210 especies entre moluscos terrestres y de agua dulce. Encuentra 16 especies de babosas, 6 del género *Arion* y 10 del género *Limax*. Las identificaciones las hace exclusivamente por la morfología externa, sin ningún estudio del genital. Estos descubrimientos malacológicos despertaron gran interés en la comunidad científica europea. El malacólogo, biólogo y zoólogo francés Jules François Mabilie (1831-1904†), en su obra sobre el género *Geomalacus* en Francia, MABILIE (1867), cita *Geomalacus anguiformis* (Morelet, 1845) en la Serra de Monchique, Portugal, y en su obra sobre los “*Limaciens europeans*”, MABILIE (1868), que menciona que nunca estuvo en Portugal, pero crea nuevas especies del género *Arion* en Portugal basándose exclusivamente en las descripciones de MORELET (1845), pero no considera los *Limax* (= *Geomalacus*) descritos por Morelet. POLLONERA (1890), en su obra sobre los ariónidos de la Región Paleártica, revisa los trabajos de MORELET (1845) y MABILIE (1868), y clasifica los *Limax* descritos por MORELET (1845) dentro del género *Geomalacus* Allman, 1842, y además añade observaciones anatómicas sobre algunas de las especies descritas por MORELET (1845). Años más tarde, el Prof. Dr. Heinrich Rudolf Simroth (1851-1917†), alemán, malacólogo y profesor de zoología en la Universidad de Leipzig, visita Portugal en 1890, y además establece una red de colaboradores que le envían babosas desde Portugal a Alemania. En su obra sobre las babosas de Portugal revisa las especies descritas por MORELET (1845) y MABILIE (1868), sinonimiza algunas y crea otras nuevas. Las obras de SIMROTH (1891, 1893) marcaron el punto de inflexión en la malacología portuguesa,

pues ya que todos los malacólogos que estudiaron las babosas de Portugal desde finales del siglo XIX hasta hoy día basaron sus identificaciones en las obras de Simroth y dieron por buenas sus identificaciones.

VISIÓN HISTÓRICA DEL GÉNERO *GEOMALACUS* ALLMAN, 1843 EN PORTUGAL

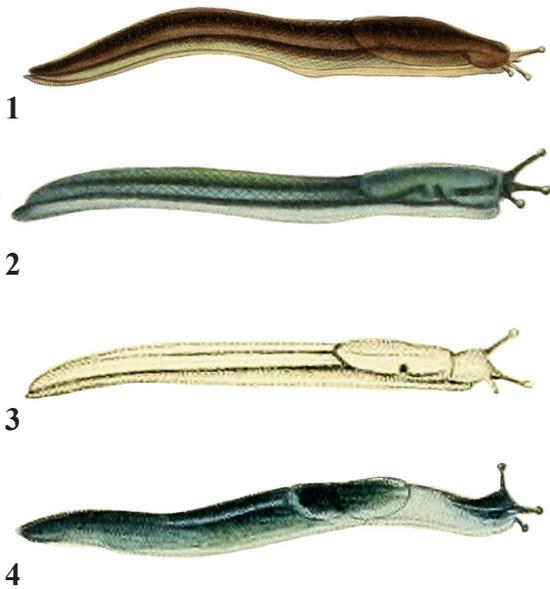
La posición sistemática del género *Geomalacus*, y el estatus de su especie tipo, *Geomalacus maculosus* Allman, 1843, está perfectamente documentada en SIMROTH (1891, 1893), TAYLOR (1907), QUICK (1960) Y PLATTS & SPEIGHT (1988). La fecha de creación del género *Geomalacus* varía según el autor que se consulte, en PLATTS & SPEIGHT (1988, pp. 429), dice que George James Allman (1812 - 1898†) describió el género *Geomalacus* en revistas distintas en los años 1843, 1844 y 1846.

A. El viaje de MORELET (1845) a Portugal. Tres nuevos *Limax* (= *Geomalacus*)

MORELET (1845) estuvo cuatro meses en Portugal y con las babosas que recogió describió tres especies de *Geomalacus* (= *Limax*):

1. *Limax anguiformis* spec. nov. (Pág. 36, Pl. III, fig. 1). Esta babosa la encontró en la Serra de Monchique, en el Algarve. Describe la morfología externa, e indica que tiene el dorso de color leonado oscuro, rosáceo, verdoso, con el escudo finamente punteado. Como peculiaridad anatómica señala que “que son notorias dos bandas negras en los costados, que resaltan sobre una zona más clara. La cabeza y los tentáculos son violáceos” (Fig. 1).

2. *Limax squammantinus* spec. nov. (Pág. 37, Pl. III, fig. 2). Este *Limax* (= *Geomalacus*) lo encontró en la Serra do Caldeirão, que separa el Alentejo del Algarve. Son babosas con el dorso de color verde dorado, y los costados de color gris azulado. Señala que “cuatro líneas (bandas)



Figuras 1-4. Dibujos originales de MORELET (1845). **Fig. 1:** *Limax anguiformis*. **Figs. 2-3:** *Limax squammantinus*. **Fig. 4:** *Limax viridis*.

Figures 1-4. Original drawings by MORELET (1845). **Fig. 1:** *Limax anguiformis*. **Figs. 2-3:** *Limax squammantinus*. **Fig. 4:** *Limax viridis*.

negras surcan el animal de un extremo a otro, y tienen una disposición muy característica”, e indica que las bandas que él llama laterales conservan su paralelismo, mientras que, al contrario, las bandas dorsales se pueden fusionar en una sola en las proximidades del escudo. Los tentáculos son negros. Sobre su comportamiento señala que los juveniles son muy activos y se pueden suspender de un hilo de moco cuando tienen que salvar un espacio vacío (Figs. 2 y 3).

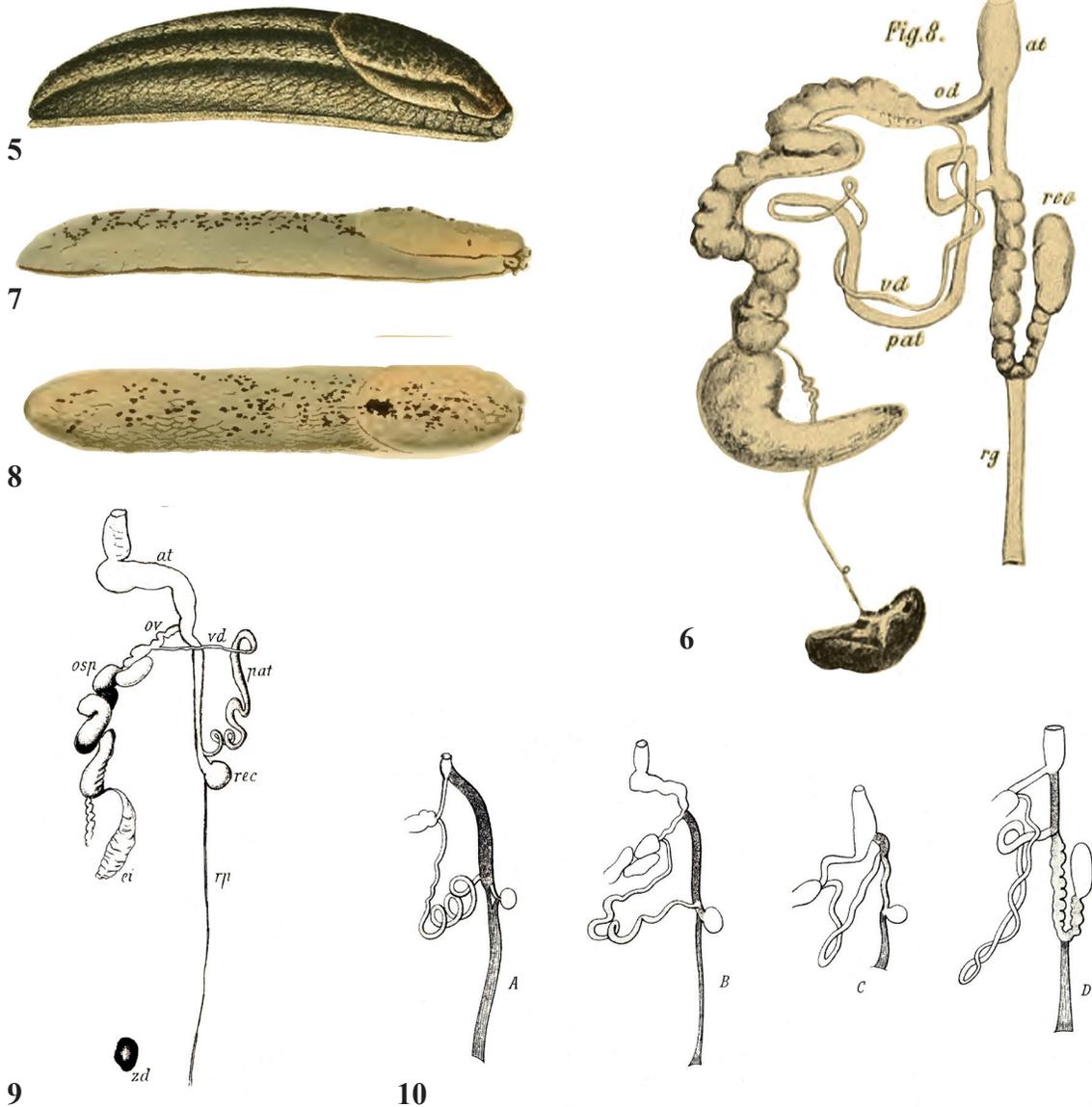
3. *Limax viridis* spec. nov. (Pág. 38, Pl. III, fig. 3). Habita en la Serra do Caldeirão. Es una babosa con el cuerpo de color verde oscuro, que se vuelve negro en los costados y azulado en la cabeza. Los tentáculos son negros. Como peculiaridad señala que la babosa acaba en punta obtusa, es decir roma y sobre el dorso se observa una carena embotada (Fig. 4).

MORELET (1845: 49) indica que encontró cerca de Abrantes (Portugal), al otro lado del río Tajo, en los muros de un jardín delimitado por el riachuelo Alvega, una babosa ignota con el aspecto de un *Arion*. Era de color castaño ahumado, con dos bandas laterales más claras. La suela pedía era amarillenta como la de *Testacella*. Señala que la concha o limacela está debajo del escudo y está

formada por concreciones calcáreas irregulares y abundantes. La babosa se le aplastó y desfiguró durante el transporte, por lo que no pudo estudiar su anatomía. En su opinión esta babosa puede ser un nuevo género, y hace un llamamiento a los futuros malacólogos para que busquen y estudien su babosa ignota.

B. Observaciones de POLLONERA (1890) sobre los *Limax* (= *Geomalacus*) descritos por MORELET (1845) en Portugal

POLLONERA (1890), en su obra sobre censo de los ariónidos de la Región Paleártica, recoge todas las citas del género *Geomalacus* en Europa. Crea dos nuevos subgéneros de *Geomalacus*: 1. Subgénero *Geomalacus* para los especímenes que tienen grandes manchas sobre el dorso, y su genital diferente al de las especies que tienen bandas. 2. Subgénero *Arrudia* para los *Geomalacus* que tienen bandas laterales sobre el dorso en vez de manchas, y el genital se parece al de las especies del género *Arion*. De *G. maculosus* dice que habita en Irlanda y Portugal, e incluye la descripción de su anatomía externa y genital. POLLONERA (1890: 35) considera que la cita de *G. lusitanicus* Da Silva, 1873 del Mirador de San Silvestre en Viana do Castelo, es una sinonimia de *G. maculosus*. Incluye dentro del género *Geomalacus* a las especies *Limax anguiformis* y *Limax squammantinus*. Sobre *G. anguiformis* (Morelet, 1845) dice que se encuentra en la Serra de Monchique, y resalta que “existen dos bandas negras en los costados que se destacan sobre una zona más clara”. Añade además que aunque Morelet no da las dimensiones, pero según el dibujo que hace debe medir 60 mm de longitud. POLLONERA (1890: 36) añade que “solo ha podido examinar el genital de un individuo de *G. anguiformis* de la Serra de Monchique, que no era completamente adulto, pero tenía las partes del genital bien marcadas. El pene (epifalo) es muy largo y está ligeramente dilatado en su extremidad anterior, el conducto deferente es muy fino y distinto del pene. La espermateca es oval y tiene el conducto largo que desemboca en el vestíbulo (atrio genital) junto con el pene (epifalo). La porción infra-prostática del oviducto (oviducto libre) es corta, cilíndrica y bastante gruesa, pero sin abultamientos pronunciados”. De *G. squammantinus* (Morelet, 1845) recoge la descripción en latín que da MORELET (1845), y añade que “son babosas pequeñas (24 mm de longitud), con el cuerpo reticulado y con cuatro bandas en el dorso, las laterales son paralelas, y habita en la Serra do Caldeirão”.



Figuras 5-10. Dibujos originales de SIMROTH (1891, 1893). **Figs. 5 y 6:** morfología externa y genital de *Geomalacus anguiformis* sensu Simroth, 1891. **Figs. 7-9:** morfología externa y genital de *Geomalacus grandis* Simroth, 1893. **Fig. 10:** comparativa del genital de las especies del género *Geomalacus* según SIMROTH (1893). A: *G. maculosus*, B: *G. grandis*, C: *G. oliveirae*, D: *G. anguiformis*.

Figures 5-10. Original drawings by SIMROTH (1891, 1893). **Figs. 5 and 6:** external and genital morphology of *Geomalacus anguiformis* sensu Simroth, 1891. **Figs. 7-9:** external and genital morphology of *Geomalacus grandis* Simroth, 1893. **Fig. 10:** Genitalia of *Geomalacus* species according to SIMROTH (1893). A: *G. maculosus*, B: *G. grandis*, C: *G. oliveirae*, D: *G. anguiformis*.

Comenta sobre *G. squammantinus* que “cree que no sea una especie distinta (nueva), y que es una forma juvenil de *G. anguiformis*”. De *G. oliveirae* indica que su descripción no se conoce aún dado que SIMROTH (1888) la cita antes de describirla. Según POLLONERA (1890) *G. oliveirae* se encuentra en la Serra da Estrela (Portugal), y añade que él posee tres ejemplares de esta especie, de los cuales ninguno es adulto, y que no va a dar la descripción ya que lo hará el Dr. Simroth.

C. Las investigaciones de SIMROTH (1891) sobre las especies del género *Geomalacus* en Portugal.

En 1886, Heinrich Rudolf Simroth, realiza un viaje malacológico a las Islas Azores y a Portugal continental, siguiendo los pasos de MORELET (1845). En su obra sobre “*Los limacos de la fauna portuguesa y de las Azores*”, SIMROTH (1891), hace comentarios sobre las babosas descritas por

MORELET (1845) en Portugal, ignora las observaciones de POLLONERA (1890), y con el material que recogió en Portugal crea nuevas especies del género *Geomalacus*.

SIMROTH (1891) clasifica a *L. anguiformis* Morelet, 1845, a *L. squammantinus* Morelet, 1845 y a *L. viridis* Morelet, 1845 dentro del género *Geomalacus* Allman, 1846. Las especies del género *Geomalacus* que cita en Portugal son:

1. *Geomalacus maculosus* Allman, 1846. Esta especie ya la conocía de Irlanda y de Asturias

(España). Describe la anatomía de los especímenes portugueses, y compara su anatomía con la de los *Geomalacus* irlandeses. Considera que la cita de DA SILVA E CASTRO (1873) de *Letourneuxia lusitanica* en el Monte San Silvestre (Portugal) corresponde a *G. maculosus*. Indica que en Caldas do Gerês encontró sobre un muro de granito 40 ejemplares juveniles de *G. maculosus*. Los especímenes eran pequeños, median entre 1 y 1,5 cm de longitud, su color era verde gris oliva claro, con manchas



Figuras 11–16: *Geomalacus maculosus*, localidades típicas. Fig. 11: Reserva del Saja, Cantabria. **Fig. 12:** *G. maculosus* de la misma localidad. **Figs. 13 y 14:** Covadonga, Picos de Europa, Asturias. **Figs. 15 y 16:** *G. maculosus* de la misma localidad. **Figures 11-16: *Geomalacus maculosus*, typical localities. Fig. 11:** Reserva del Saja, Cantabria. **Fig. 12:** *G. maculosus* of the same locality. **Figs. 13 and 14:** Covadonga, Picos de Europa, Asturias. **Figs. 15 and 16:** *G. maculosus* of the same locality.



Figuras 17–21: *Geomalacus maculosus*. **Fig. 17:** Los Cabaniños, Los Ancares, Lugo. **Figs. 18, 19 y 21:** *G. maculosus*. **Fig. 20:** individuo muy juvenil (todos de la misma localidad).

Figures 17-21: *Geomalacus maculosus*. **Fig. 17:** Os Cabaniños, Los Ancares, Lugo. **Figs. 18, 19 and 21:** *G. maculosus*. **Fig. 20:** very young individual (all from the same locality).

amarillas blanquecinas y el mucus del cuerpo era amarillento. Concluye diciendo que la topografía del genital de los especímenes portugueses e irlandeses es idéntica, aunque señala que la cópula nunca se ha observado, y que no se conoce ni su ciclo biológico ni cuando aparecen los adultos.

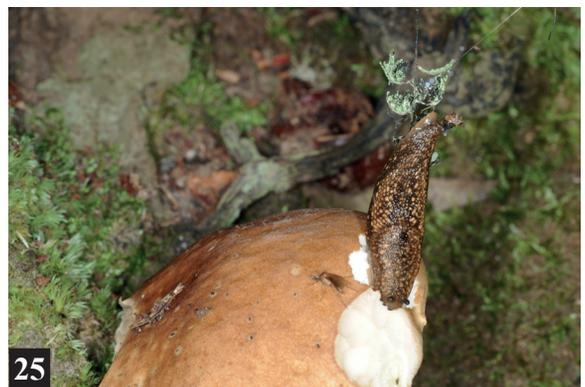
2. *Geomalacus anguiformis* (Morelet, 1845). SIMROTH (1891: 355) repite literalmente la descripción que MORELET (1845) hace de *Limax anguiformis*, donde se indica que “en los costados existen dos bandas negras que se destacan sobre una zona más clara”. Los comentarios que hace sobre la morfología externa de esta especie los basa exclusivamente en la figura que da MORELET (1845, Planche III, Figura 1). Señala que en la figura de Morelet no se ve el color leonado oscuro, ni el color violeta de

los tentáculos, ni el color verdoso de los costados del manto. Añade que durante su viaje a Portugal recogió más de 20 ejemplares de “este dudoso limácido que estaban comiendo setas que crecen en los bosques de Monchique” (La Serra de Monchique es la localidad tipo de *Limax anguiformis* Morelet, 1845). Desgraciadamente, al regresar a Lisboa se le murieron todos los especímenes y solo salvó 5 en alcohol. Profundiza más sobre su morfología, tal vez basándose en los ejemplares que él recogió en la Serra de Monchique, y señala que la longitud de los animales oscilaba entre 3,5 y 6 cm, y que su color era gris amarillo sucio, un poco verdoso, con cuatro bandas longitudinales oscuras sobre el dorso, dos en cada costado. En el dibujo de la morfología externa resalta las cuatro

bandas oscuras longitudinales sobre el dorso, y además figura el genital (SIMROTH, 1891, Tafel 5, Fig. 7, Tafel 6, Fig. 3). Al comparar su descripción de *G. anguiformis* (4 bandas oscuras sobre el dorso) con la descripción que MORELET (1845) hace de *G. anguiformis* (*Limax anguiformis*) (dos bandas oscuras sobre el dorso) indica que “es bastante seguro que los ejemplares grandes de Morelet (*Limax anguiformis*) se refieren a la especie que él (Simroth) describe (*G. anguiformis* sensu Simroth, 1981), por eso (Morelet) no vio las cuatro bandas oscuras sobre el dorso”. La descripción que da del genital es suficientemente clara para identificar esta especie (SIMROTH, 1891, pp. 155, 223). Respecto a su ciclo biológico, señala que “Morelet encontró los especímenes (*G. anguiformis* sensu MORELET, 1845) más viejos en primavera o verano, Freiherr von Maltzan (Baron von Maltzan) encontró en primavera uno bastante crecido, pero no maduro, y yo (Simroth) encontré en el otoño tardío los maduros (*G. anguiformis* sensu Simroth, 1893)”. Líneas más abajo se pregunta por “¿dónde están

los juveniles?”, y añade que él supone que con toda seguridad los juveniles de *G. anguiformis* son el *Limax squammantinus* y el *Limax viridis* de MORELET (1845). A esta conclusión llega después de constatar que, según él, *Limax squammantinus* “mide 2,4 cm completamente estirado, es esbelto y cilíndrico, que la cabeza casi siempre está escondida bajo el manto, solo los tentáculos son perceptibles, y que el dorso es de color verdoso dorado, y las partes laterales azules grises”. Hace hincapié y resalta que los juveniles de *G. anguiformis* sensu Simroth, 1981 (= *Limax squammantinus* Morelet, 1845) tienen “cuatro bandas negras en el dorso, dos encima del manto (escudo)”. (Figs. 5 y 6 en esta publicación). Coincide con MORELET (1845) al indicar que “los individuos juveniles de esta especie reptan vivazmente y se cuelgan de un hilo de mucus”.

Respecto a *Limax viridis* Morelet, 1845 dice que encaja perfectamente con su descripción de *G. anguiformis*. Según él, esta especie mide 3,2 cm y tiene la misma coloración que *G. anguiformis*. Opina que según la figura que MORELET (1845,



Figuras 22-25: Localidades típicas y morfología de *Geomalacus maculosus*. **Fig. 22 y 23:** Fragas del Eume, A Coruña. **Figs. 24 y 25:** *G. maculosus* de la misma localidad. **Fig. 25:** individuo comiendo una seta.
Figures 22-25: Typical localities and morphology of *Geomalacus maculosus*. **Fig. 22 and 23:** Fragas del Eume, A Coruña. **Figs. 24 and 25:** *G. maculosus* of the same locality. **Fig. 25:** Specimen eating a mushroom.



Figuras 26–28. *Geomalacus maculosus* recogidos en Feces da Cima, Ourense. **Fig. 27 y 28:** individuos enrollados en espiral. **Fig. 28:** individuo plegado como una cochinilla de la humedad (Isópodo).

Figures 26–28. *Geomalacus maculosus* collected in Feces da Cima, Ourense. **Fig. 27 and 28:** specimens coiled in spiral. **Fig. 28:** specimen folded as a pill bug (Isopod).

Planche III, Fig. 3) da de *L. viridis*, se vislumbra la existencia de 4 bandas en los costados, pero no hace ninguna alusión a que *L. viridis* según MORELET (1845) tiene “el cuerpo redondeado y terminado en punta obtusa, y el dorso tiene una carena no muy prominente”

SIMROTH (1891) finaliza la descripción de *G. anguiformis* indicando que “nos encontramos ante

un limaco en el que los jóvenes son muy vivaces, son de color gris azulado y tienen cuatro bandas marrones”, en los adultos “el color verde se vuelve gris amarillo y desaparecen las dos bandas internas del dorso”. Sobre la distribución indica que “se extiende, como era de esperar, desde la Serra de Monchique hasta la Serra do Caldeirão, que son las cordilleras portuguesas del sudoeste que separan como un oasis las planicies del Alentejo del Algarve, que es un medio africano”. Finaliza diciendo que “los juveniles aparecen en primavera tardía, y a partir del otoño tardío los adultos se vuelven sexualmente maduros”.

SIMROTH (1891: 355) indica que *Geomalacus anguiformis* (Morelet, 1845) sensu Simroth, 1981 (cuatro bandas oscuras sobre el dorso) es la misma especie que *Limax anguiformis* (Morelet, 1845) descrita por MORELET (1845: 36) (dos bandas oscuras sobre el dorso), y considera sinonimias de *G. anguiformis* a *Limax squammantinus* Morelet, 1845 y *Limax viridis* Morelet, 1845. SIMROTH (1891) da la iconografía de su *G. anguiformis*: Taf. 5. Fig. 7. Taf. 6. Fig. 8. Taf. 7. Fig. 2-2^b y Taf. 8. Karte 1.

3. *Geomalacus oliveirae* n. sp. Uno de los recolectores que tenía Simroth en Portugal era Don Manuel Paulino d’Oliveira, Profesor de la Facultad de Filosofía en la Universidad Coimbra (Portugal). En el invierno de 1890 Paulino d’Oliveira recogió babosas en Guarda, Serra da Estrela, y se las mandó a Simroth conservadas en alcohol. Entre ellas había dos especímenes del género *Geomalacus*, a partir de los que describe *Geomalacus oliveirae* Simroth, 1891. SIMROTH (1891: 359) indica que externamente los ejemplares de esta especie se parecen mucho a los de *G. anguiformis* (sensu Simroth, 1981, no sensu MORELET, 1845), y que “muy probablemente sea una forma intermedia entre *G. anguiformis* y *G. maculosus*”. Comenta que “el adulto de mayor tamaño medía 2 cm, y el otro individuo medía 1,4 cm en alcohol y era un juvenil”. Añade que “los limacos tienen cuatro bandas negras sobre el dorso, delimitadas por zonas más claras. Las bandas de los costados son permanentes, mientras que las centrales se pueden estar interrumpidas irregularmente”. SIMROTH (1891, Tafel 6, Fig. 9) representa la parte anterior del genital, no dibuja la ovotestis ni la glándula de la albúmina (Fig. 10c en esta publicación). En el texto describe la Figura 9 del Tafel 6. La limacela o concha es rudimentaria,

delgada, aplanada y de contorno irregular, la del individuo pequeño mide menos de 1 mm, mientras que la limacela del grande mide 2 mm.

Finaliza sus comentarios sobre el género *Geomalacus* en Portugal indicando que *G. maculosus* se extiende por toda la costa oeste de la península ibérica, llegando desde el río Duero hasta Asturias y Galicia, y también se distribuye por la esquina suroeste de Irlanda. Por los datos geográficos de los que dispone, opina que las especies del género *Geomalacus* se encuentran en los sistemas montañosos de la península ibérica que van en dirección oeste-este y que penetran más profundamente en España. Puntualiza indicando que *G. maculosus* pertenece a la cadena Cantábrica, *G. oliveirae* a la cadena Castellana (Sistema Central), y *G. anguiformis* al sistema Mariano, y finaliza sus comentarios preguntándose “si en Sierra Morena existe algún *Geomalacus*”.

4. *Geomalacus grandis* Simroth, 1893. Don Manuel Paulino d’Oliveira le volvió a enviar al Prof. Dr. Heinrich Rudolf Simroth nuevas babosas que él había recogido en la Serra da Estrela (Portugal). A partir de estos especímenes SIMROTH (1893, pp. 291. Tafel I, Fig. 1, Tafel II, Figs 1-3) describe *Geomalacus grandis*, SIMROTH (1893). El Dr. Heinrich Rudolf Simroth reconoce que nunca estuvo en la Serra da Estrela. Al describir *G. grandis* señala que es la más grande de todas las especies de *Geomalacus* que conoce. En su publicación la describe y dibuja su morfología externa y el genital (Figs. 6, 7, 8, 9 y 10B en esta publicación). Indica que el cuerpo tiene un reticulado grisáceo con manchas negras en el dorso y la suela pedia es blanca. Al describir la anatomía del genital (Taf. II, Figs. 1-3, 6E) lo compara con *G. maculosus*, *G. oliveirae* y *G. anguiformis*. Indica que el genital se parece mucho al de *G. maculosus*, la única diferencia que señala es la longitud del atrio, que en *G. grandis* es muy grande y en *G. maculosus* es corto.

En sus comentarios sobre esta especie, SIMROTH (1893, pp. 290, 294), señala que en la Serra da Estrela ha encontrado *G. maculosus*, *G. grandis* y *G. oliveirae*, e insinúa que *G. oliveirae* es una especie próxima a *G. anguiformis*, y que *G. grandis* es muy parecido a *G. maculosus*. En el apartado de la distribución geográfica del género *Geomalacus* en la península ibérica, señala que las cuatro especies se distribuyen siguiendo las



Figuras 29-31. Localidades típicas y morfología de *Geomalacus maculosus*. **Fig. 29.** Ermita A Lanzada, Sanxenxo, Pontevedra. **Figs. 30-31:** *G. maculosus* recogidos en O Grove, península del Salnés, Pontevedra.

Figures 29-31. Typical localities and morphology of *Geomalacus maculosus*. **Fig. 29.** A Lanzada, Sanxenxo, Pontevedra. **Figs. 30-31:** *G. maculosus* collected in O Grove, península del Salnés, Pontevedra.

cuatro cadenas montañosas paralelas que cruzan la península ibérica de oeste a este.

SIMROTH (1891, 1893) no tuvo en consideración las opiniones, ni las citas, ni los comentarios de POLLONERA (1890) sobre el género *Geomalacus* en Portugal.



Figuras 32-37. Serra do Gerês, Caldas do Gerês, localidades típicas donde Simroth (1891) recogió *Geomalacus maculosus*. **Figs. 32-34:** Parque Nacional da Peneda-Gerês. **Figs. 35-37:** individuos de *G. maculosus* recogidos en esta localidad.

Figures 32-37. Serra do Gerês, Caldas do Gerês, Portugal, typical locality where Simroth (1891) collected *Geomalacus maculosus*. **Figs. 32-34:** National Park of Peneda - Gerês. **Figs. 35-37:** specimen of *G. maculosus* collected in this locality.

C. Otros estudios sobre el género *Geomalacus* en Portugal y España

HIDALGO (1875, 1916) recoge las citas de las especies del género *Geomalacus* en la península ibérica, pero no aporta nuevas localidades ni hace ningún tipo de comentarios.

HESSE (1926: 132), en su obra sobre las babosas de la región del Paleártico, recoge las citas de SIMROTH (1891, 1893) de *G. grandis*, *G. maculosus*, *G. anguiformis* y *G. oliveirae* en Portugal,

y siguiendo la opinión de SIMROTH (1891, 1893) considera que *L. squammantinus* Morelet, 1845 y *L. viridis* Morelet, 1845 son especies dudosas, y que posiblemente sean formas juveniles de *G. anguiformis* sensu Simroth, 1981.

NOBRE (1941) sigue los trabajos de SIMROTH (1891, 1893), y se limita a recoger las citas de las especies del género *Geomalacus* en Portugal, y añade que él solamente encontró un ejemplar de *G. maculosus* en los alrededores de Pôrto (Portugal),

por lo que deduce que debe ser una especie muy rara en Portugal.

NORRIS (1977) describe en Gibraltar *Arion (Letourneuxia) moreleti* Hesse, 1884. Según el autor es una babosa que alcanza los 55 mm en extensión y en los costados del cuerpo tiene dos bandas oscuras bien definidas que se prolongan por el escudo. Dibuja el genital (Fig. 156). Comenta que esta especie la describió HESSE (1884) basándose en dos especímenes en diferente desarrollo sexual que recogió en Tánger (Marruecos). En HESSE (1884: 14) está la descripción original de *Arion (Ariunculus) moreleti* de los especímenes de Tánger.

CASTILLEJO (1981) cita *G. grandis* Simroth, 1893 en Galicia. La identificación se basó en los trabajos de SIMROTH (1893) y QUICK (1960), y comenta que encontró diferencias en el tamaño de los individuos y en la topografía del genital.

WIKTOR (1983) redescubre *Letourneuxia numidica* Bourguignat, 1866 con ejemplares procedentes del norte de Marruecos. Considera *Arion (Ariunculus) moreleti* Hesse, 1884 una sinonimia de *L. numidica*. Señala que en alcohol los ejemplares de *L. numidica* miden 65 mm, y que en los costados del cuerpo tienen dos bandas negras, delimitadas superiormente por dos bandas claras. Señala que en el genital no existe ni pene, ni epifalo, y la lígula se aloja en el atrio genital.

PLATTS & SPEIGHT (1988), en su trabajo sobre la taxonomía y distribución del género *Geomalacus* en Europa, citan *G. maculosus* en Galicia y consideran la cita de *G. grandis* de CASTILLEJO (1891) una sinonimia de *G. maculosus*. También indican que en 1978 muestrearon la Serra da Estrela (Portugal) y no encontraron ningún ejemplar de *Geomalacus*. PLATTS & SPEIGHT (1988, pp. 423, Fig. 5) señalan que en la colección del Museo de Historia Natural de Leiden existen ejemplares adultos de *G. anguiformis* (Morelet, 1845) sensu Simroth, 1981 recogidos en alcornoques de Santiago do Cacém (Portugal). También existen especímenes juveniles de esta misma especie recogidos en Barranco Velho (Algarve, Portugal), y figuran el genital de los especímenes de Santiago do Cacém y del Barranco Velho.

WIKTOR & PAREJO (1989) redescubren *Geomalacus (Arrudia) anguiformis* (Morelet, 1845) sensu Simroth, 1981. Según los autores, la anatomía de los ejemplares que estudiaron coincide con la descrita

por de SIMROTH (1891, pp. 155, 223. Tafel 5, Fig. 7, Tafel 6, Fig. 3). Los especímenes observados por Wiktor y Parejo miden 32 mm conservados en alcohol, y sobre el cuerpo se observan 4 bandas, dos oscuras, casi negras en los costados del cuerpo, y otras dos de color crema en el dorso. Los ejemplares los encontraron en Robledo del Mazo (Toledo, España) bajo la corteza de olivos y sobre muros. Al hablar de su ecología muestran su extrañeza de encontrar *G. anguiformis* en los Montes de Toledo, tan lejos de su *terra typica*, la Serra de Monchique (Portugal), y señalan que no es posible saber si es una especie sinántropa nativa o es una especie introducida.

WIKTOR & NORRIS (1991) a partir de especímenes de *Geomalacus* recogidos en la Sierra de Grazalema (Cádiz, España), Los Alcornoques (Cádiz) y de Gibraltar describen una nueva especie *Geomalacus: G. malagensis*. En alcohol el color del cuerpo de la babosa es beis verdoso, y en vivo amarillo naranja. Conservados en alcohol miden 80 mm. Sobre los costados tienen dos bandas negras, casi paralelas, delimitadas superiormente por una zona de color más claro, el dorso es de color oscuro. El genital se caracteriza por tener el epifalo piriforme y el atrio-pene corto. En esta publicación consideran la cita de NORRIS (1977) de *Arion (Letourneuxia) moreleti* Hesse, 1884 en Gibraltar una sinonimia de *G. malagensis*.

RODRÍGUEZ *et al.* (1993) hacen un estudio anatómico y de distribución de las especies del género *Geomalacus* en Portugal. En su artículo señalan que han encontrado *G. maculosus* en la Serra do Gerês, en el Mirador de San Silvestre en Viana do Castelo, en la Sierra de Buçaco (Coimbra) y en la Serra da Estrela. Consideran *G. grandis* Simroth, 1893 una sinonimia de *G. maculosus*. Encuentra ejemplares de la especie *G. anguiformis* (Morelet, 1845) sensu Simroth, 1981 en la Serra de Monchique y en la Serra do Caldeirão, en el Algarve. Y siguiendo a SIMROTH (1891, 1893) consideran *L. viridis* Morelet, 1845 y *L. squammantinus* Morelet, 1845 sinonimias de *G. anguiformis* sensu Simroth, 1981. Citan *G. oliveirae* en Guarda, Caldas de Manteigas, Chaos y Sameiro dentro, de la Serra da Estrela. Estos autores opinan que la cita de *G. anguiformis* de WIKTOR & PAREJO (1989) en los Montes de Toledo, debe ser considerada como referida a *G. oliveirae*.





Figuras 38-47. Localidades típicas y morfología de *Geomalacus maculosus* en la Serra da Estrela. SIMROTH (1893) describió *Geomalacus grandis* y *Geomalacus oliveirae* en la Serra da Estrela, en esta localidad también encontró *G. maculosus*. **Fig. 38-40:** valle glacial en Caldas de Manteigas. **Fig. 41:** Guarda. **Figs. 42-43:** individuos juveniles recogidos en Chaos, Guarda. **Figs. 44-47:** individuos adultos de Caldas de Manteigas.

Figures 38-47. Serra da Estrela (Portugal), typical localities and morphology of *Geomalacus maculosus*. SIMROTH (1893) described *Geomalacus grandis* and *Geomalacus oliveirae* from Serra da Estrela, *G. maculosus* was found in this locality. **Fig. 38-40:** glacial valley in Caldas de Manteigas, Portugal. **Fig. 41:** Guarda. **Figs. 42-43:** juvenile specimens collected in Chaos, Guarda. **Figs. 44-47:** adult specimens from Caldas de Manteigas.

CASTILLEJO *et al.* (1994) hacen un estudio del género *Geomalacus* en la península ibérica. Encuentran *G. maculosus* en diversas localidades españolas: la Cordillera Cantabria (Reserva del Saja, Carrejo y Puerto de los Tornos), la Sierra de la Encina de Lastra, la Sierra de Gata, el Puerto del Pontón (León) y los Picos de Europa. Consideran la cita *G. grandis* de CASTILLEJO (1981) una sinonimia de *G. maculosus*. La especie *G. oliveirae* Simroth, 1891 la encuentran en Hoyos del Collado, en la Sierra de Gredos y en la Sierra de Guadalupe, dentro de la cordillera Montes de Toledo. *G. anguiformis* sensu Simroth, 1981 lo encuentran en El Repilado y en El Quejigo, en la Sierra de Aracena. Siguiendo la opinión de SIMROTH (1891, 1893) consideran *L. squammantinus* y *L. viridis* sinonimias de *G. anguiformis*. La especie *G. malagensis* Wiktor & Norris, 1991 la encuentran en Gibraltar, El Torcal de Antequera, la Sierra de las Nieves, el Puerto del Madroño (Málaga) y en Capileira en Sierra Nevada. En esta publicación opinan que *G. anguiformis* sensu WIKTOR & PAREJO (1989) es una sinonimia de *G. oliveirae*.

CASTILLEJO (1997) hace un estudio de las babosas de Gibraltar, y considera *Geomalacus malagensis* Wiktor & Norris, 1991 una sinonimia de *Geomalacus moreleti* (Hesse, 1884). Para la sinonimización se basó en el trabajo de HESSE (1884: 102) donde dice que entre las babosas que le mandó el Sr. John Ponsonby desde Gibraltar había 3 especíme-

nes adolescentes de *Arion (Ariunculus) moreleti* que previamente HESSE (1884) había descrito de Tánger; en esta misma anotación se basó NORRIS (1977) para redescubrir *Arion (Ariunculus) moreleti* Hesse, 1884.

PATRÃO (2013) realiza su Tesis Doctoral sobre modelización ecológica de nichos, citogenética y filogeografía de los géneros *Geomalacus* y *Le-tourneuxia* (Gastropoda, Pulmonata) de la región Ibero-Marroquí. En la península ibérica reconoce que existen las especies *G. maculosus*, *G. anguiformis*, *G. oliveirae* y *G. malagensis*. Para las identificaciones de las especies del género *Geomalacus* se basó en los trabajos de SIMROTH (1891, 1893), CASTILLEJO (1981, 1996, 1997 y 1998), WIKTOR & NORRIS (1991), RODRÍGUEZ *et al.* (1993) y CASTILLEJO *et al.* (1994). Los nuevos datos de distribución que aporta son: *G. maculosus* lo recogió en la Serra da Estrela, en los Picos de Europa, en Galicia y en la Serra do Gerês. *G. malagensis* lo encuentra en Sesimbra, en el Algarve, en Cádiz y en Gibraltar. *G. oliveirae* lo encuentra en la Sierra de Guadalupe, en los Montes de Toledo, en la Sierra de Gredos y en la Serra da Estrela. *G. anguiformis* lo encuentra en la Serra de Monchique, en la Serra do Caldeirão y en la Sierra de Aracena (Huelva).

PATRÃO *et al.* (2015) usan el modelo de nicho ecológico (ENM) para determinar la idoneidad del hábitat de *G. anguiformis*, *G. maculosus*, *G. malagensis* y *G. oliveirae*. La precipitación y en



Figuras 48-51. Cópula de *Geomalacus maculosus*, Santuario de la Virgen de la Velilla, La Mata de Monteagudo, León. **Figs. 48-50:** fase de intercambio espermatóforo. **Fig. 51:** fase final, separación.

Figures 48-51. Mating of *Geomalacus maculosus*, Sanctuary of the Virgen de la Velilla, La Mata de Monteagudo, León. **Figs. 48-50:** spermatophore exchange phase. **Fig. 51:** final phase, separation.

menor medida, la temperatura, fueron las variables más importantes para explicar las distribuciones de las cuatro especies. Las identificaciones de las especies las hace según los criterios señalados en su Tesis Doctoral.

REICH *et al.* (2015) comparan genéticamente especímenes de *G. maculosus* de Irlanda con los de la península ibérica y llegan a la conclusión de que existe una estrecha relación entre ambos grupos de especímenes. De la península ibérica analizaron individuos de Santiago de Compostela, Serra do Gerês, Serra da Estrela, Picos de Europa, Covadonga y Serra do Xistral (Lugo).

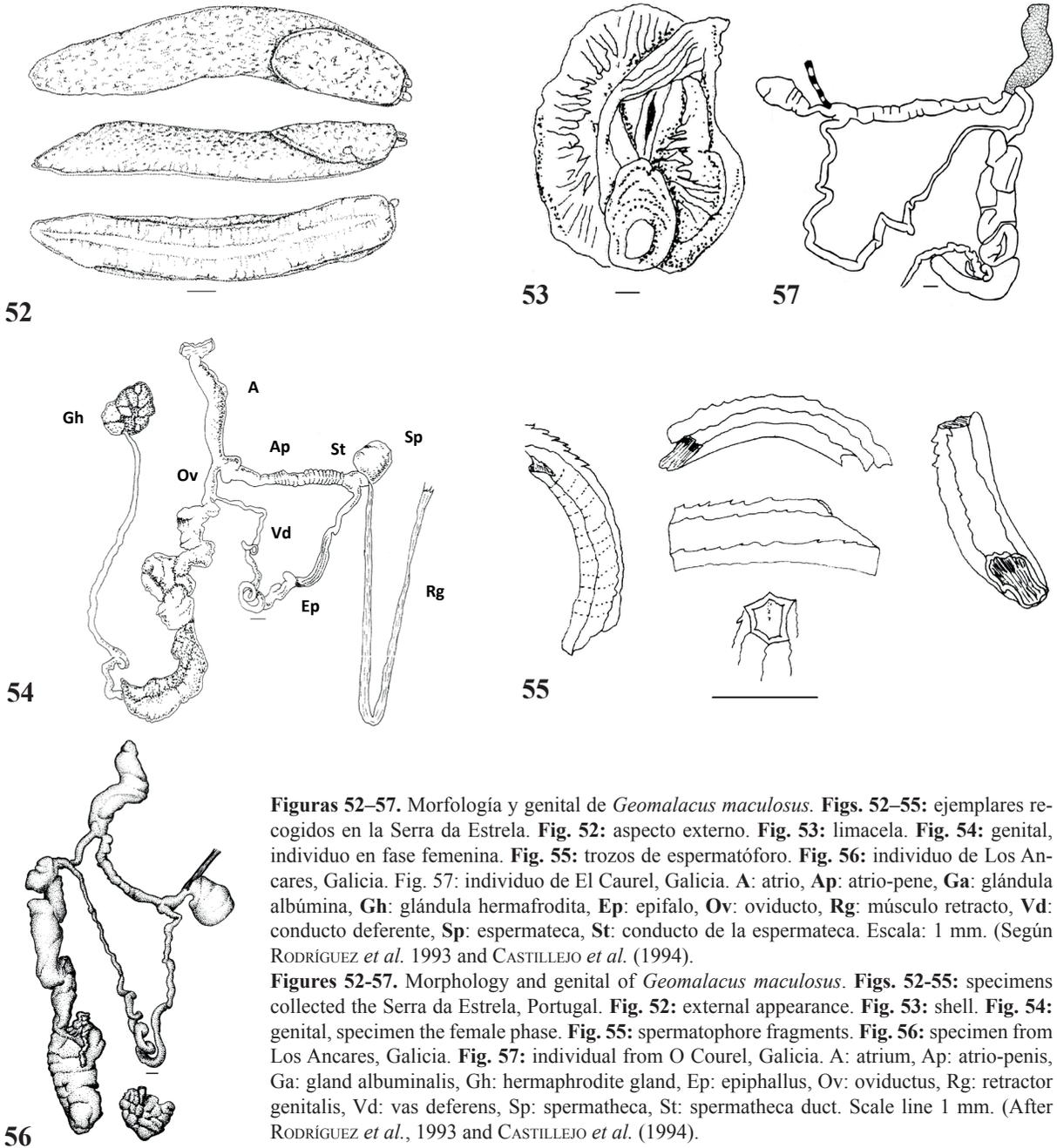
RESULTADOS

Se dividen los resultados en varios apartados: I. Se realiza la trazabilidad y un análisis crítico de las citas bibliográficas del género *Geomalacus* en la península ibérica. II. Se recogen evidencias propias acumuladas a partir de los trabajos de campo continuados desde 1981 hasta 2018 en España y Portugal. III. Se presentan las conclusiones obtenidas al comparar lo que MORELET (1845) y SIMROTH

(1891, 1893) observaron en el siglo XIX, con lo que nosotros hemos estudiado en el siglo XXI. IV. Se muestra la hipótesis filogenética, obtenida a partir de muestras de ADN, la cual apoya las conclusiones alcanzadas basándonos en caracteres morfológicos y V se realiza la redescrición de las especies.

I.- Trazabilidad y análisis crítico de las citas del género *Geomalacus* en la península ibérica

Si nos basamos exclusivamente en los datos bibliográficos del género *Geomalacus* en la península ibérica, nos damos cuenta de que existen interpretaciones distintas sobre las mismas especies dependiendo del autor. Hay que intentar entrar en contexto y trasladarse a la época. MORELET (1845) estuvo cuatro meses en Portugal, pero no visitó la Serra da Estrela. SIMROTH (1891) visitó todo Portugal excepto la Serra da Estrela, pero dispuso de una red de colaboradores que le enviaban babosas conservadas en alcohol. POLLONERA (1890) nunca estuvo en Portugal.



Figuras 52–57. Morfología y genital de *Geomalacus maculosus*. **Figs. 52–55:** ejemplares recogidos en la Serra da Estrela. **Fig. 52:** aspecto externo. **Fig. 53:** limacela. **Fig. 54:** genital, individuo en fase femenina. **Fig. 55:** trozos de espermatóforo. **Fig. 56:** individuo de Los Ancares, Galicia. **Fig. 57:** individuo de El Caurel, Galicia. **A:** atrio, **Ap:** atrio-pene, **Ga:** glándula albúmina, **Gh:** glándula hermafrodita, **Ep:** epifalo, **Ov:** oviducto, **Rg:** músculo retracto, **Vd:** conducto deferente, **Sp:** espermateca, **St:** conducto de la espermateca. Escala: 1 mm. (Según RODRÍGUEZ *et al.* 1993 and CASTILLEJO *et al.* (1994).

Figures 52–57. Morphology and genital of *Geomalacus maculosus*. **Figs. 52–55:** specimens collected the Serra da Estrela, Portugal. **Fig. 52:** external appearance. **Fig. 53:** shell. **Fig. 54:** genital, specimen the female phase. **Fig. 55:** spermatophore fragments. **Fig. 56:** specimen from Los Ancares, Galicia. **Fig. 57:** individual from O Courel, Galicia. **A:** atrium, **Ap:** atrio-penis, **Ga:** gland albuminalis, **Gh:** hermaphrodite gland, **Ep:** epiphallus, **Ov:** oviductus, **Rg:** retractor genitalis, **Vd:** vas deferens, **Sp:** spermatheca, **St:** spermatheca duct. Scale line 1 mm. (After RODRÍGUEZ *et al.*, 1993 and CASTILLEJO *et al.* (1994).

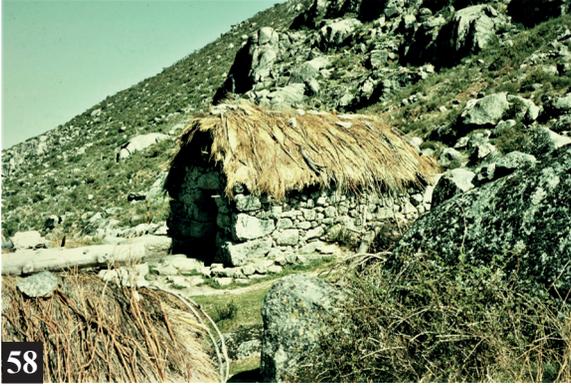
En este análisis nos damos cuenta de que las especies que observó y describió MORELET (1845) no son las mismas que las que observó y describió SIMROTH (1891), y ni tampoco las que observó POLLONERA (1890). La autoridad y la categoría científica de SIMROTH (1891, 1893) imponen, y su interpretación es aceptada por todos los malacólogos que posteriormente estudiaron las babosas de Portugal, dando por buenas sus determinaciones y sinonimizaciones, aceptando sus comentarios

y críticas, y admitiendo que MORELET (1845) se confundió en sus observaciones.

De forma resumida podemos decir que:

1. MORELET (1845) encontró en el sur de Portugal tres nuevos limácidos:

- a. *Limax anguiformis* en la Serra de Monchique. Se caracteriza por tener dos bandas oscuras en el costado del cuerpo, delimitadas superiormente por una zona más clara.
- b. *Limax squammantinus* en la Serra do Caldeirão, que separa el Alentejo del Algarve.





Figuras 58-67. *Geomalacus squammantinus*. **Figs. 58 y 59:** valle glaciar en Manteigas, Serra da Estrela, localidad típica de *G. squammantinus* y *G. oliveirae*. **Figs. 60-67:** individuos juveniles de *G. squammantinus* con cuatro bandas oscuras en el dorso. **Figures 58-67.** *Geomalacus squammantinus*. **Figs. 58 and 59:** glacier valley in Manteigas, Serra da Estrela, typical locality of *G. grandis* and *G. oliveirae*. **Figs. 60-67:** juvenile specimens of *G. squammantinus* with four dark bands on the back.



Figuras 68-71. *Geomalacus squammantinus*. **Figs. 68 y 69:** Garganta la Olla, Sierra de Tormantos, Cáceres. **Figs. 70 y 71:** individuos juveniles recogidos en esta localidad. **Figures 68-71.** *Geomalacus squammantinus*. **Figs. 68 and 69:** Garganta la Olla, Sierra de Tormantos, Cáceres. **Figs. 70 and 71:** juvenile specimens collected in this locality.

Esta especie se reconoce porque tiene cuatro bandas o líneas negras en el cuerpo, que van desde la cola al escudo, las más laterales son paralelas, y las bandas dorsales se pueden difuminar cerca del escudo.

c. *Limax viridis*, lo encontré en la Serra do Caldeirão. Se caracteriza porque la sección transversal del cuerpo es redondeada, acaba en punta obtusa y tiene sobre el dorso una carena no muy afilada y algo atenuada.

2. POLLONERA (1890), que nunca estuvo en Portugal, acepta los *Limax* descritos por MORELET (1845) en Portugal. Los *Geomalacus* que reconoce en Portugal son:

- d. *Geomalacus anguiformis*. De esta especie copia la descripción de MORELET (1845) y resalta que “el cuerpo tiene dos bandas negras notorias sobre los costados, que se destacan sobre una zona más clara”. Añade datos inéditos sobre el genital de un individuo inmaduro, e indica que “tiene un pene muy largo con el conducto deferente muy fino”. La descripción del genital es perfecta y suficiente para identificar la especie. POLLONERA (1890) no describe la morfología externa de los especímenes a los que pertenece el genital que describe, simplemente copia la descripción de la morfología externa que indica MORELET (1845) para su *Limax anguiformis*.
- e. *Geomalacus squammantinus*. Recoge la descripción de MORELET (1845) y opina que puede ser una forma juvenil de *G. anguiformis*.
- f. *Geomalacus oliveirae*. Tiene tres ejemplares juveniles de la Serra da Estrela, pero espera que la descripción la haga Simroth.

Comentario. De la lectura detallada de las descripciones de los especímenes descritos por MORELET (1845) y de los citados por POLLONERA (1860), se deduce que Pollonera confunde las especies. La morfología externa del *G. anguiformis* que describe POLLONERA (1860) es la misma que da MORELET (1845) para *Limax anguiformis*, pero el genital del *G. anguiformis* que describe POLLONERA (1890) es idéntico al de *G. anguiformis* que describe SIMROTH (1891), que en realidad corresponde a *G. squammantinus* (Morelet, 1845). A esta conclusión se llega después de estudiar topotipos de las dos especies tanto en la Serra de Monchique y como en la Serra do Caldeirão. Hemos comprobado que en la Serra de Monchique (Algarve), coexisten, las dos especies de *Geomalacus*: *G. anguiformis* y *G. squammantinus*. Son por lo tanto especies simpátricas, mientras que en la Serra do Caldeirão solamente existe *G. squammantinus*. Ambas especies se diferencian fácilmente por su morfología externa. POLLONERA (1890) y SIMROTH (1891) creían que solo existía una especie *Geomalacus*, *Limax anguiformis*, en la Serra de Monchique, cuando en realidad están los dos.

3. SIMROTH (1891, 1893) se desplaza a Portugal atraído por la diversidad de las babosas descritas por MORELET (1845). Las especies del género *Geomalacus* que considera en Portugal son:

- g. *Geomalacus maculosus*. La encuentra en Caldas do Gerês, y, además, Sr. Newton le envió un ejemplar de Oporto. Indica que su aspecto y anatomía coincide con la de los especímenes irlandeses de esta especie. Hace observaciones sobre el comportamiento de los juveniles y sinonimiza *Letourneuxia lusitanica*.
- h. *Geomalacus anguiformis*. Lo encontró comiendo setas en los bosques de Monchique (Algarve). Considera *Limax squammantinus* y *Limax viridis* sinonimias de esta especie. La descripción de la morfología externa de esta especie proporcionada por SIMROTH (1891), no coincide con la descripción que da MORELET (1845). MORELET (1845) indica que *G. anguiformis* tiene dos bandas oscuras sobre el dorso, mientras que SIMROTH (1891) señala que tiene cuatro. Simroth comenta que “Morelet no vio las cuatro bandas sobre el dorso”, y además Simroth, figura y describe el genital que coincide con la descripción que hizo POLLONERA (1890: 36) de *G. anguiformis* (Morelet, 1845).
- i. *Geomalacus oliveirae*. La descripción de esta especie la hace a partir de dos ejemplares juveniles recogidos por P. Oliveira en Guarda (Serra da Estrela) y que medían 1,4 y 2 cm de longitud. Simroth reconoce que nunca estuvo en la Serra da Estrela. No dibuja su morfología externa, pero indica que externamente se parece a la de *G. anguiformis*, ya que ambos tienen cuatro bandas negras sobre el dorso. Dibuja el genital de un individuo posiblemente inmaduro y no comenta nada sobre la ovotestis, ni sobre la glándula de la albúmina. SIMROTH (1893) sugiere que *G. oliveirae* puede ser la forma juvenil del *G. anguiformis* de Monchique.
- j. *Geomalacus grandis*. Los ejemplares sobre los que se basó SIMROTH (1893) para describir esta especie también los recogió el Sr. Paulino d'Oliveira en la Serra da Estrela. SIMROTH (1893, pp. 291, Tafel I, Fig. 1, Tafel II, Figs. 1 y 6B) describe y dibuja su anatomía externa y el genital. Señala que la diferencia entre el genital de *G. grandis* (Taf. II, Fig 6B) y el de *G. maculosus* (Taf. II, Fig 6A) está en la longitud del atrio genital, que es grande en la primera y corto en la segunda. SIMROTH (1893:



Figuras 72-77. *Geomalacus squammantinus*. **Figs. 72:** El Quejigo, Sierra de Aracena, Huelva. **Figs. 74-77:** individuos juveniles recogidos en esta localidad.

Figures 72-77. *Geomalacus squammantinus*. **Figs. 72:** El Quejigo, Sierra de Aracena, Huelva. **Figs. 74-77:** juvenile specimens collected in this locality.

290) sugiere ahora que *Limax squammantinus* puede ser una forma juvenil de *G. grandis*. Concluye diciendo que en Portugal hay cuatro especies del género *Geomalacus*: *G. maculosus*, *G. anguiformis*, *G. oliveirae* y *G. grandis*. Añade que *Geomalacus viridis* (= *Limax viridis* Morelet, 1845) es la forma juvenil de *G. anguiformis*, y que la extraña babosa que

MORELET (1845: 49) encontró en Alvega hay que ignorarla ya que no se conoce su anatomía y su determinación es imposible.

Comentario. SIMROTH (1891) y POLLONERA (1890) describen *G. anguiformis* a partir de especímenes recogidos en la Serra de Monchique. Los dos autores coinciden en la descripción del genital,



Figuras 78-88. *Geomalacus squammantinus*. **Figs. 78-80.** Serra do Caldeirão, Sao Bras de Alportel, Algarve. Localidad tipo de *Limax squammantinus* Morelet, 1845 (= *G. squammantinus*). **Figs. 81-86:** individuos adultos, mostrando la variabilidad en el color del cuerpo y del mucus. **Figs. 87-88:** individuos juveniles.

Figures 78-88. *Geomalacus squammantinus*. **Figs. 78-80.** Serra do Caldeirão, Sao Bras de Alportel. Type locality of *Limax squammantinus* Morelet, 1845 (= *G. squammantinus*). **Figs. 81-86:** adult specimens, showing the variability in body colour and mucus. **Figs. 87-88:** juvenile specimens.

pero no coinciden en la descripción de la morfología externa. POLLONERA (1890) dice que tiene dos bandas sobre el dorso, que es lo mismo que dice MORELET (1845), mientras que para SIMROTH (1891) el *Geomalacus* de la Serra de Monchique tiene cuatro bandas negras. Ni Pollonera ni Simroth estudiaron ejemplares de *Geomalacus* de la Serra do Caldeirão. El genital de *G. grandis* es idéntico al de *G. maculosus*. En la Serra do Gêres hemos

encontrado especímenes de *G. maculosus* que alcanzan los 110 mm en extensión.

Conclusión. Del estudio de las obras MORELET (1845), POLLONERA (1890) y SIMROTH (1891) sobre los *Geomalacus* de Portugal se deduce que:

1. Que SIMROTH (1891) describe como *Geomalacus anguiformis* (Morelet, 1845) el *Limax anguiformis* de MORELET (1845).

2. SIMROTH (1891) considera *Limax squammantinus* Morelet, 1845 y *Limax viridis* Morelet, 1845 sinonimias de *Geomalacus anguiformis* (Morelet, 1845) sensu Simroth, 1981.

3. Que en la descripción de *Geomalacus anguiformis* (Morelet, 1845), POLLONERA (1890) usa la descripción de la morfología que MORELET (1845) da para *Limax anguiformis*, y la descripción del genital coincide con la que da SIMROTH (1891) para *G. anguiformis*.

4. En la Serra de Monchique se encuentra tanto *G. anguiformis* como *G. squammantinus*, son especies simpátricas, lo que motivo la confusión de POLLONERA (1890) y SIMROTH (1891), dependiendo de la especie que capturaran.

4. Otros autores

NORRIS (1977), WIKTOR & NORRIS (1991) y CASTILLEJO (1996) estudian ejemplares de *Geomalacus* del sur de España, incluido Gibraltar, y describen dos especies con la misma morfología externa y el mismo genital: *G. moreleti* y *G. malagensis*. Externamente estas especies tienen dos bandas oscuras sobre el dorso delimitadas por zonas blan-

quecinas, al igual que el *G. anguiformis* descrito por MORELET (1845). El genital de *G. moreleti* y *G. malagensis* es idéntico y distinto al de *G. anguiformis* sensu Simroth, 1981. WIKTOR & PAREJO (1989) redescubren *G. anguiformis* sensu Simroth, 1981. El genital que describen coincide con lo descrito por POLLONERA (1890) y por SIMROTH (1891), y la morfología externa que indican coincide con la de *G. squammantinus* descrita por MORELET (1845). CASTILLEJO (1991), RODRIGUEZ *et al.* (1993) y CASTILLEJO *et al.* (1994) siguen las obras de SIMROTH (1891, 1893), WIKTOR & PAREJO (1989), y a WIKTOR & NORRIS (1991) y citan en la península ibérica *G. maculosus*, *G. anguiformis*, *G. oliveirae* y *G. malagensis*, y curiosamente, opinan que la cita de *G. anguiformis* de WIKTOR & PAREJO (1898) en Robledo del Mazo (Montes de Toledo) hay que considerarla una sinonimia de *G. oliveirae*. PATRÃO (2013) sigue los trabajos de CASTILLEJO (1991), RODRIGUEZ *et al.* (1993) y CASTILLEJO *et al.* (1994), WIKTOR & NORRIS (1991) y WIKTOR & PAREJO (1989) para determinar las especies de *Geomalacus*, y admite la existencia de cuatro especies de *Geomalacus* en la península ibérica.



Figuras 89-94. *Geomalacus squammantinus*. **Figs. 89-90:** Perna da Negra y Alferce. Serra de Monchique. **Figs. 91-93:** individuos adultos mostrando la variabilidad en el color del cuerpo y del mucus, sobre el dorso existen cuatro bandas negras. **Fig. 94:** individuo juvenil con las cuatro bandas negras bien marcadas.
Figures 89-94. *Geomalacus squammantinus*. **Figs. 89-90:** Perna da Negra and Alferce, Serra de Monchique, type locality of *G. anguiformis*. **Figs. 91-93:** adult specimens, showing variability in body colour and mucus, with four black bands on the back. **Fig. 94:** juvenile specimen with four well-marked black stripes.



Figuras 95-98. *Geomalacus squammantinus* recogidos en Alferce, Serra de Monchique. **Figs. 95:** individuo juvenil con cuatro bandas negras en el dorso. **Figs. 96-98:** especímenes adultos, variabilidad en el color del cuerpo y del mucus, las cuatro bandas son visibles; las más internas están ligeramente difuminadas

Figures 95-98. *Geomalacus squammantinus* from Alferce, Serra de Monchique. **Figs. 95:** juvenile specimen with four black strips on the back. **Figs. 96-98:** adult specimens, variability in body colour and mucus; dorsal strips are slightly blurred.

II. Nuevas observaciones sobre el género *Geomalacus* en la península ibérica

1.- Material y métodos

El equipo de investigación de Malacología Terrestre de la Facultad de Biología de la Universidad de Santiago de Compostela (España) estudia desde 1980 la biodiversidad de los gasterópodos terrestres en la península ibérica. Los muestreos sobre los especímenes del género *Geomalacus* se concentraron en las zonas de España y Portugal donde existían citas previas (Anexo I), y se prestó especial interés a las localidades donde MORELET (1845), SIMROTH (1891, 1893), WIKTOR & PAREJO

(1989) y WIKTOR & NORRIS (1991) habían descrito nuevas especies de *Geomalacus*. Se capturaron y estudiaron más de 2.000 especímenes del género *Geomalacus*, y se anatomizaron más de 600 para estudiar su genital. Se hicieron más de 5.000 fotografías en la naturaleza de individuos juveniles, adultos y seniles vivos. También se fotografió el hábitat y dos cópulas de *G. maculosus*. Los ejemplares capturados están depositados en la colección del Departamento de Zoología de la Facultad de Biología de la Universidad de Santiago de Compostela, España.

La identificación de los especímenes se hizo basándonos en la morfología externa y el genital.

Se estudió su variabilidad intraespecífica en el espacio y en el tiempo, y a partir de estas observaciones se extrajeron patrones. Estos patrones están relacionados con la morfología externa y el genital, y están soportados por análisis bioquímicos o moleculares del ADN, análisis que corroboran nuestras identificaciones.

2.- Tipos de patrones

Las especies del género *Geomalacus* de la península ibérica se pueden agrupar en varios patrones en función de la morfología externa y el genital:

a) *Geomalacus* con manchas blancas en el dorso

Se corresponde con la especie *Geomalacus maculosus* Allman, 1843. El área de distribución es la Cordillera Cantábrica, el Macizo Galaico, los Montes de León, la Serra do Gerês y la Serra da Estrela. Los especímenes de esta especie son babosas de tamaño medio-grande, que alcanzan los 110 mm en extensión. En vivo el dorso es de color grisáceo o verdoso, salpicado con manchas blancas o amarillas. Las manchas se oscurecen en los especímenes conservados en alcohol. El genital se caracteriza por tener el divertículo atrial o atrio-pene muy largo, y el conducto de la espermateca es corto. *Geomalacus grandis* Simroth, 1891, es una sinonimia de esta especie.

b) *Geomalacus* con dos bandas negras el dorso

Se corresponde con la especie *Geomalacus anguiformis* (Morelet, 1845) *non sensu* Simroth, 1891, y se encuentra en el sur de la península ibérica. Su área de distribución se extiende por la zona costera atlántica que va desde la Serra de Monchique hasta la Serra da Arrábida; es abundante en la Sierra de Aracena, en la Sierra Norte de Sevilla, en la Sierra de Grazalema y su distribución llega hasta Sierra Nevada. En extensión los individuos de esta especie sobrepasan los 100 mm de longitud. El dorso es de color castaño amarillento o grisáceo, con dos bandas longitudinales negruzcas, paralelas, que resaltan sobre una zona dorsal más clara. Sobre el dorso y costados aparecen puntitos blanquecinos, que no forman manchas. El atrio genital es piriforme, liso, con las paredes muy delgadas. El epifalo es corto, cilíndrico, engrosado y dilatado en la parte proximal. Este patrón también se encuentra en Gibraltar,

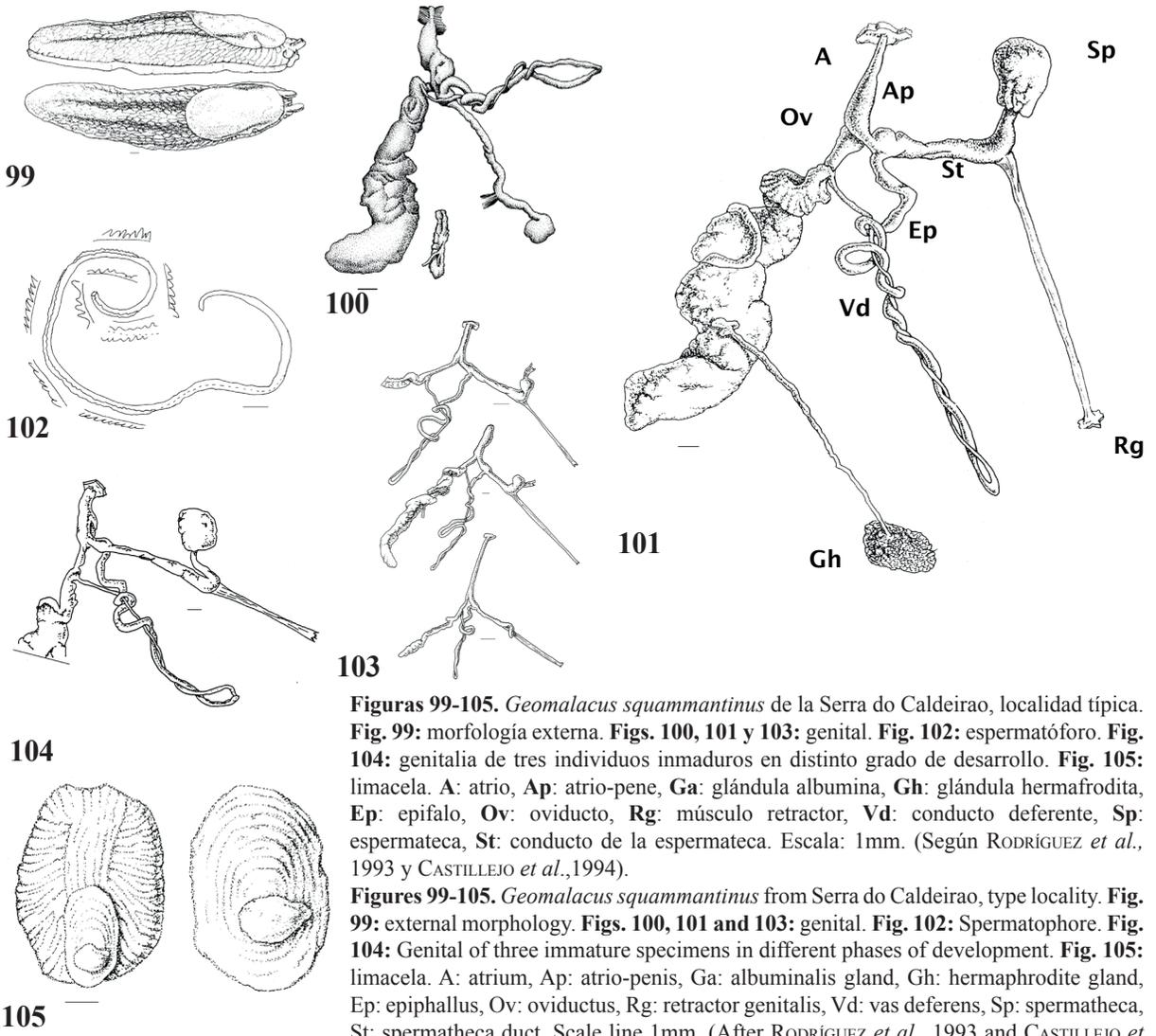
donde NORRIS (1977) lo describió como *Arion (Letourneuxia) moreleti* Hesse, 1884, y WIKTOR & NORRIS (1991) lo describen como *Geomalacus malagensis* en las Provincias de Málaga y Cádiz.

c) *Geomalacus* con cuatro bandas negras en el dorso

Este patrón se corresponde con la especie *Geomalacus squammantinus* (Morelet, 1845). Su distribución conocida se limita a las Serras de Monchique y Caldeirão en el Algarve, a la Sierra de Aracena en las estribaciones occidentales de Sierra Nevada y al Sistema Central, incluida la Sierra da Estrela y los Montes de Toledo. Existe una cita de esta especie en Santiago do Cacém, en el Alentejo Litoral, y posiblemente MORELET (1845) también la encontró en Alvega cerca de Abrantes. En vivo los individuos de esta especie sobrepasan los 70 mm de longitud. Los juveniles tienen el dorso de color castaño con cuatro bandas negras longitudinales y paralelas. Los adultos tienen el dorso de color pardo-grisáceo, con cuatro bandas longitudinales oscuras, las dos bandas centrales se difuminan al llegar al escudo. La suela pedia es blanquecina y los márgenes laterales claros. El genital de los juveniles tiene el atrio-pene corto, el epifalo es grueso, cilíndrico, corto, y tres veces más largo que el oviducto libre, el receptáculo seminal es esférico, con el conducto muy corto. En los adultos, el epifalo es muy largo, entre 10 y 15 veces más largo que el oviducto libre y el conducto deferente es de menor longitud que el epifalo, y la espermateca es oval con el conducto muy largo. En nuestra opinión *G. oliveirae* SIMROTH (1891) es la forma juvenil de *G. squammantinus* (Morelet, 1845). Todas las citas de *G. anguiformis* *sensu* Simroth, 1891 en la península ibérica hay que considerarlas como pertenecientes a *G. squammantinus* (Morelet, 1845), ya que la descripción de *G. anguiformis* que da SIMROTH (1891) corresponde a la anatomía de *G. squammantinus* (Morelet, 1845).

3.- Biogeografía: notas sobre la distribución de las especies

SIMROTH (1891) afirma que la distribución del género *Geomalacus* en la península ibérica está ligada a los sistemas montañosos que desde el oeste la cruzan hacia el este: Sistema Bético, Sierra Morena, Sistema Central y Cordillera Cantábrica.



Figuras 99-105. *Geomalacus squammantinus* de la Serra do Caldeirao, localidad típica. **Fig. 99:** morfología externa. **Figs. 100, 101 y 103:** genital. **Fig. 102:** espermatóforo. **Fig. 104:** genitalia de tres individuos inmaduros en distinto grado de desarrollo. **Fig. 105:** limacela. A: atrio, Ap: atrio-pene, Ga: glándula albumina, Gh: glándula hermafrodita, Ep: epifalo, Ov: oviducto, Rg: músculo retractor, Vd: conducto deferente, Sp: espermateca, St: conducto de la espermateca. Escala: 1mm. (Según RODRÍGUEZ *et al.*, 1993 y CASTILLEJO *et al.*, 1994).

Figures 99-105. *Geomalacus squammantinus* from Serra do Caldeirao, type locality. **Fig. 99:** external morphology. **Figs. 100, 101 and 103:** genital. **Fig. 102:** Spermatophore. **Fig. 104:** Genital of three immature specimens in different phases of development. **Fig. 105:** limacela. A: atrium, Ap: atrio-penis, Ga: albuminalis gland, Gh: hermaphrodite gland, Ep: epiphallus, Ov: oviductus, Rg: retractor genitalis, Vd: vas deferens, Sp: spermatheca, St: spermatheca duct. Scale line 1mm. (After RODRÍGUEZ *et al.*, 1993 and CASTILLEJO *et al.*, 1994).

Según nuestras observaciones la distribución de las especies del género *Geomalacus* en la península ibérica sigue parcialmente los sistemas montañosos que cruzan la península ibérica de oeste a este, como había señalado SIMROTH (1891), pero su distribución no llega al Sistema Subbético, ni al Sistema Ibérico, ni a los Pirineos. (Fig. 160).

Hemos visto que *G. anguiformis* (Morelet, 1845) se distribuye por todo el sur de la península ibérica, se encuentra en la Cordillera Penibética y en la parte occidental de Sierra Morena, adentrándose hasta las Serras do Caldeirão y Serra de Monchique en el Algarve portugués, pero no la hemos encontrado en el Sistema Subbético: Sierra de Cazorla, Sierra de Baza y Sierra de Espuña. PATRÃO (2012) la cita en Sesimbra, en la Serra da Arrábida. *G. squammantinus* la hemos encontrado

en el Sistema Central: Serra da Estrela, Sierra de Gata, Sierra de Gredos, en los Montes de Toledo y en las estribaciones occidentales de Sierra Morena, y se adentra hasta la Serra de Monchique y la Serra do Caldeirão. *G. maculosus* la hemos encontrado en toda la Cordillera Cantábrica, incluido el Macizo Galaico y los Montes de León, llegando por el sur hasta la Serra da Estrela en Portugal. Su distribución se corresponde con el área lusitánica. (Fig. 160).

Es curiosa la simpatria que se observa entre *G. squammantinus* y *G. anguiformis*, y entre *G. maculosus* y *G. squammantinus*. Entre *G. squammantinus* y *G. anguiformis* hemos encontrado simpatria, en las Serras de Monchique y Caldeirão, en el Algarve, y en las estribaciones occidentales de Sierra Morena, concretamente en la Sierra de

Aracena. Entre *G. maculosus* y *G. squammantinus* existe simpatria en la Serra da Estrela, dentro del Sistema Central. También hemos observado que *G. maculosus* y *G. anguiformis* son frecuentes en medios antropogénicos, mientras que *G. squammantinus* es frecuente en medios no alterados por el ser humano, aunque WIKTOR & PAREJO (1989) la encontraron en un olivar recién arado. Dependiendo de la latitud, los especímenes adultos son más abundantes en el otoño, mientras que los juveniles son frecuentes en invierno y primavera. Son especies oportunistas, en el otoño es frecuente encontrarlas alimentándose de setas, mientras el resto del año las hemos encontrado alimentándose de líquenes.

III. Integración taxonómica

Después de los estudios anatómicos, que han sido corroborados por los análisis moleculares que se muestran a continuación, se puede decir que en la península ibérica solamente existen tres especies de *Geomalacus*:

- *Geomalacus maculosus* Allman, 1843. Es muy abundante y su distribución coincide con el área lusitánica. La identificación de esta especie no presenta problema. *G. grandis* es una sinonimia de *G. maculosus*.
- *Geomalacus squammantinus* (Morelet, 1845). El límite sur de distribución está en las estribaciones occidentales de Sierra Morena, incluidas las Sierras de Aracena, Caldeirão y Monchique, y el límite norte lo marca la parte occidental del Sistema Central, incluidos los Montes de Toledo y la Serra da Estrela.
 - *Geomalacus oliveirae* Simroth, 1891 es la forma juvenil de *G. squammantinus*, y *Geomalacus anguiformis* (Morelet, 1845) sensu Simroth, 1981. Por lo tanto es una sinonimia de *G. squammantinus* (Morelet, 1845).
 - La morfología externa del *Geomalacus anguiformis* (Morelet, 1845) que describe POLLONERA (1890) se corresponde con la del *G. anguiformis* que describe MORELET (1845); sin embargo, el genital que describe POLLONERA (1890) coincide con el del *G. anguiformis* que describe SIMROTH (1891).
 - La confusión de POLLONERA (1890) y SIMROTH (1891) se debe a que en la Serra de Monchique se encuentran tanto *G. anguiformis*

como *G. squammantinus*, mientras que en la Serra do Caldeirão solamente se encuentra *G. squammantinus*. Tanto POLLONERA (1890) como SIMROTH (1891) creyeron que el *Geomalacus* que ellos describían de la Serra de Monchique era *G. anguiformis*, cuando en realidad era *G. squammantinus*.

- *Geomalacus anguiformis* (Morelet, 1845), se encuentra en todo el sur de la península ibérica. Es frecuente en Sierra Morena y en el Sistema Penibético, y existen citas de esta especie en las Sierras de Monchique y Setúbal. *G. malagensis* Wiktor & Norris, 1991 y *G. moreleti* (Hesse, 1884) sensu CASTILLEJO (1996) son sinonimias de *G. anguiformis* (Morelet, 1845).

IV. Delimitación de linajes moleculares

La delimitación de especies basadas en caracteres moleculares es complicada cuando existe escasa variabilidad morfológica entre linajes con divergencias evolutivas antiguas, como ocurre en algunos moluscos terrestres. Por ello es importante contrastar la información derivada de árboles filogenéticos con una diagnosis basada en caracteres morfológicos indicativa de aislamiento reproductor, tal y como se realiza en el presente estudio.

Métodología

El análisis de las relaciones filogenéticas en *Geomalacus* se realizó basándonos en secuencias de marcadores mitocondriales (*cox1-5'*) y nucleares (18S) de 20 individuos procedentes de la península ibérica -ver origen de las muestras en GÓMEZ-RODRÍGUEZ *et al.* 2019a-. Estos individuos fueron recogidos en las siguientes localidades: *G. anguiformis*: ALC, MON, SNS; *G. maculosus*: ANC, EST, EUM, LAS, OMA, SAN, TUE; *G. squammantinus*: DEL, EST, FRN, MON, VER. Los códigos de acceso en la base de datos de GenBank se proporcionan en la Tabla 1.

El árbol filogenético de máxima verosimilitud se construyó con RAXML (Stamatakis 2006), usando la matriz combinada de los marcadores moleculares *cox1-5'* y 18S (longitud total = 2456bp), y realizando remuestreo rápido (*rapid bootstrapping*, número de remuestras = 100) con el modelo evolutivo GTRCAT, partición por genes y *Arion* sp. (GenBank = HQ659992) como grupo externo.

Especies	Código de la secuencia	Localidad	Código GenBank (cox1-5')	Código GenBank (18S)
<i>G. anguiformis</i>	ang_MON_6251	MON	MF982730	MK152514
<i>G. anguiformis</i>	ang_SNS_5165	SNS	MF982630	MK152524
<i>G. anguiformis</i>	ang_ALC_4983	ALC	MF982617	MK152530
<i>G. maculosus</i>	mac_EUM_6104	EUM	MF982705	MK152512
<i>G. maculosus</i>	mac_EST_6169	EST	MF982717	MK152517
<i>G. maculosus</i>	mac_SAN_5838	SAN	MF982684	MK152518
<i>G. maculosus</i>	mac_TUE_5779	TUE	MF982671	MK152519
<i>G. maculosus</i>	mac_LAS_5596	LAS	MF982658	MK152520
<i>G. maculosus</i>	mac_ANC_6012	ANC	MF982691	MK152527
<i>G. maculosus</i>	mac_OMA_5660	OMA	MF982662	MK152528
<i>G. squammantinus</i>	squ_MON_6264	MON	MF982735	MK152513
<i>G. squammantinus</i>	squ_EST_6175	EST	MF982723	MK152515
<i>G. squammantinus</i>	squ_EST_6174	EST	MF982722	MK152516
<i>G. squammantinus</i>	squ_FRN_5401	FRN	MF982649	MK152521
<i>G. squammantinus</i>	squ_VER_5337	VER	MF982642	MK152522
<i>G. squammantinus</i>	squ_DEL_5266	DEL	MF982632	MK152523
<i>G. squammantinus</i>	squ_MON_6268	MON	MF982739	MK152525
<i>G. squammantinus</i>	squ_EST_6180	EST	MF982727	MK152526
<i>G. squammantinus</i>	squ_FRN_5403	FRN	MF982651	MK152529
<i>G. squammantinus</i>	squ_DEL_5310	DEL	MF982635	MK152531

Tabla 1. Códigos GenBank y localidad de las secuencias de *Geomalacus* usadas en este estudio. Fuente original: GÓMEZ-RODRÍGUEZ *et al.* (2019) para *cox1-5'* y GÓMEZ-RODRÍGUEZ *et al.* (en revisión) para 18S. ANC: Ancares (Lugo), ALC: Los Alcornocales-Sur (Cádiz), DEL: Deleitosa (Cáceres), EST: Serra da Estrela (Portugal), EUM: PN Fragas del Eume (A Coruña), FRN: Sierra de Francia (Salamanca), LAS: Sierra de la Encina de Lastra (León), MON: Serra de Monchique (Portugal), OMA: Omaña (León), SAN: Sanabria (Zamora), SNS: Sierra Norte de Sevilla (Sevilla), TUE: Valle del Tuéjar (León), VER: La Vera (Cáceres).

Table 1. GenBank number and locality of *Geomalacus* sequences used in this study. Original sources: GÓMEZ-RODRÍGUEZ *et al.* (2019) for *cox1-5'* and GÓMEZ-RODRÍGUEZ *et al.* (under review) for 18S. ANC: Ancares (Lugo), ALC: Los Alcornocales-Sur (Cádiz), DEL: Deleitosa (Cáceres), EST: Serra da Estrela (Portugal), EUM: PN Fragas del Eume (La Coruña), FRN: Sierra de Francia (Salamanca), LAS: Sierra de la Encina de Lastra (León), MON: Serra de Monchique (Portugal), OMA: Omaña (León), SAN: Sanabria (Zamora), SNS: Sierra Norte de Sevilla (Sevilla), TUE: Valle del Tuéjar (León), VER: La Vera (Cáceres).

Resultados

Cada una de las especies morfológicas forma un clado monofilético y, en todos los casos, se obtiene un alto soporte *bootstrap* (>88%). Este resultado coincide con la anatomía genital (Tabla 1). *Geomalacus maculosus* y *G. anguiformis* se recuperan como especies hermanas, aunque el soporte *bootstrap* de este clado es ligeramente inferior (81%). La mayor variabilidad genética se observa en *G. squammantinus*. Cabe destacar que ejemplares recogidos en una misma localidad (Monchique) aparecen en dos clados diferentes, correspondiendo a *G. squammantinus* y *G. anguiformis*.

Discusión

Geomalacus maculosus y *G. anguiformis* son especies hermanas, si bien otros estudios muestran

que podrían ser *G. maculosus* y *G. squammantinus* las especies hermanas (GÓMEZ-RODRÍGUEZ *et al.* 2019a), un resultado acorde a la distribución geográfica de estas especies. No obstante debido a esta discrepancia, sería recomendable ampliar el tamaño muestral para verificar cuál de los dos escenarios es más probable.

Vº Redescrición de las especies

Los especímenes del género *Geomalacus* se caracterizan por tener el cuerpo alargado y comprimido dorso-ventralmente. El fondo del color del cuerpo es grisáceo, sobre el que se imponen tonalidades grises, anaranjadas, amarillas o rojizas. Sobre el dorso y manto pueden aparecer moteados de color amarillo o blanco, o existir dos o cuatro

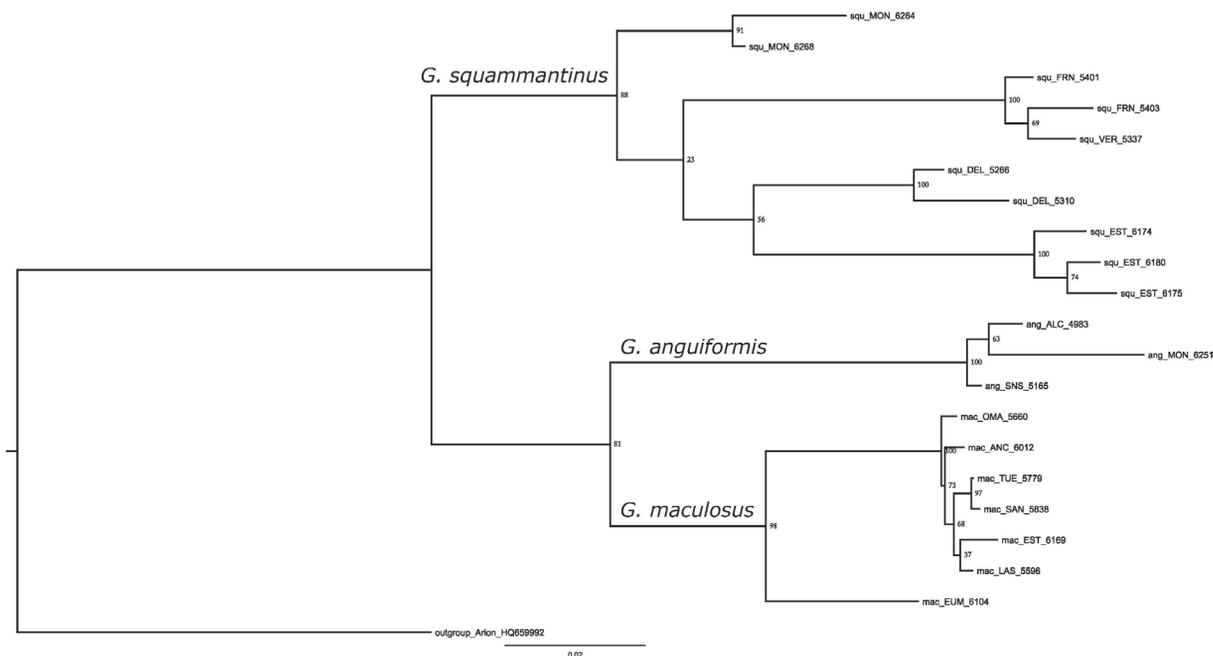


Tabla 2. Árbol de máxima verosimilitud de las relaciones filogenéticas en *Geomalacus*, basado en marcadores moleculares *cox1-5'* y 18S. Los valores de los nodos indican el soporte bootstrap.

Table 2. Maximum likelihood tree of the evolutionary relationships of *Geomalacus* species based on *cox1-5'* and 18S genes. Node values are bootstrap support values.

bandas oscuras. El orificio genital se sitúa justo por detrás del tentáculo ocular derecho. Glándula mucosa caudal pequeña. Tubérculos dérmicos marcados y finos. Bajo el manto se aloja una concha rudimentaria en forma de placa lenticular calcárea y compacta. Atrio genital grande y voluminoso, con pliegues longitudinales en su interior.

En la península ibérica el género *Geomalacus* comprende tres especies conocidas: *G. maculosus* Allman, 1843; *G. anguiformis* (Morelet, 1845) y *G. squammantinus* (Morelet, 1845). POLLONERA (1890) propuso la división subgenérica de *Geomalacus* en *Geomalacus* s. str. y *Arrudia*, según el cromatismo externo de los animales, las longitudes relativas del atrio-pene y del conducto de la espermateca, y si la topografía del genital se asemeja o no a la de las especies del género *Arion* Férussac, 1819.

En este trabajo no consideramos los subgéneros propuestos por POLLONERA (1890), ya que, a nuestro parecer, previamente hay que definir de una forma clara y precisa los criterios que hay que considerar para definir los subgéneros, lo que no es objeto de esta publicación.

Filo: MOLLUSCA Cuvier, 1795

Clase: GASTROPODA Cuvier, 1795

Subclase: PULMONATA Cuvier, 1817

Superorden: STYLOMMATOPHORA Schmidt, 1855

Orden: SIGMURETHRA Pilsbry, 1900

Superfamilia: ARIONIDAE Gray, 1840

Familia: ARIONIDAE Gray, 1840

Género: *GEOMALACUS* Allman, 1843.

Geomalacus Allman, 1843, *Athenaeum*: 851 y *Ann. and Mag. Nat. Hist.*, 1846, 17: 297.

Especie Tipo: *Geomalacus maculosus* Allman, 1843. *Athenaeum*: 851.

Geomalacus maculosus Allman, 1843

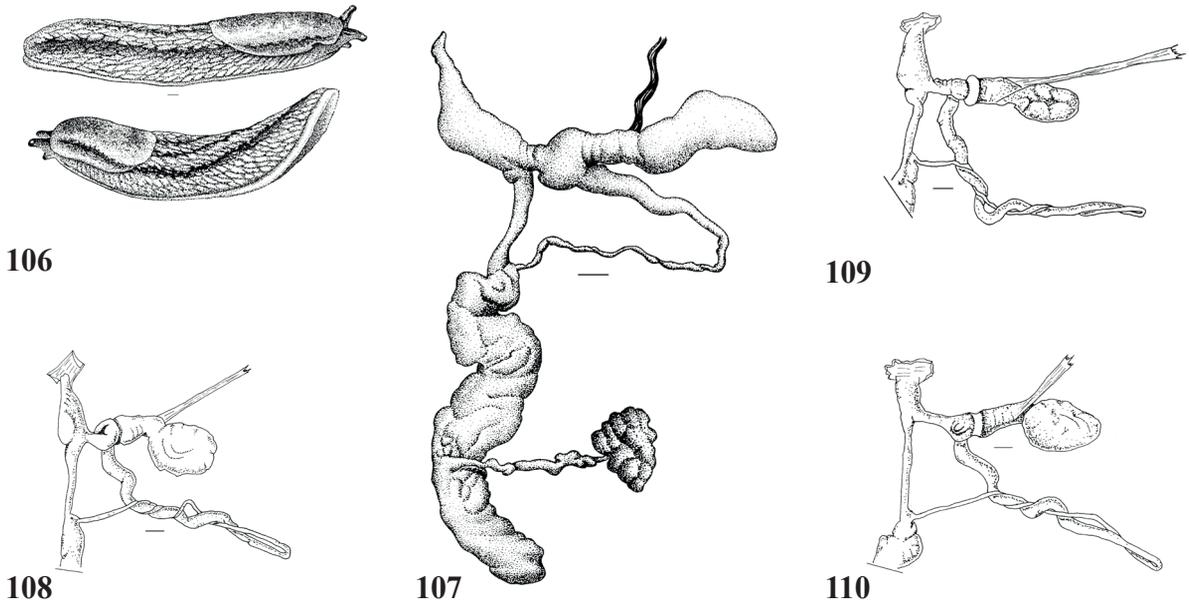
(Figs. 11-57, Mapa 160)

1873 *Letourneuxia lusitanica*: SILVA E CASTRO, pp. 242-244.

1891 *Geomalacus maculosus*: SIMROTH, taf. 5 fig. 6, taf. 7 fig. 1, 3, 4, taf. 8, pp. 151-155.

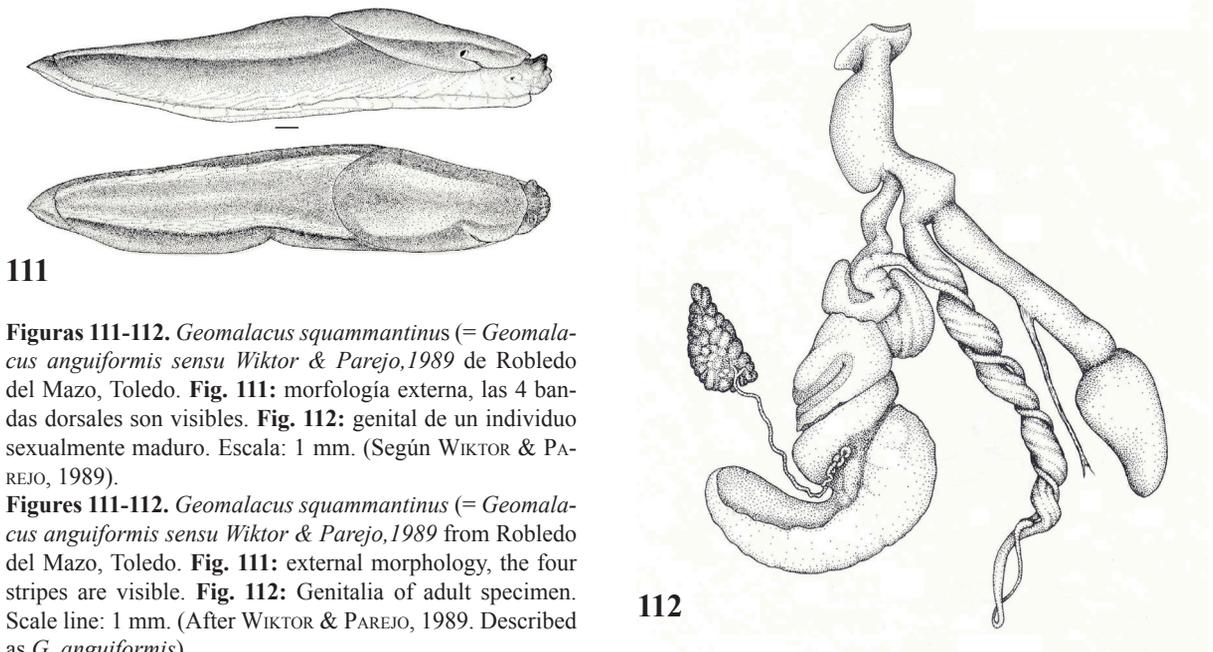
1893 *Geomalacus grandis*: SIMROTH, taf. I fig. 1, taf. II figs. 1-3, pp. 291-295.

1981 *Geomalacus grandis*: CASTILLEJO, figs. 1-6, pp. 53-59.



Figuras 106-110. *Geomalacus squammantinus* de la Serra da Estrela. **Fig. 106:** morfología externa de un individuo juvenil. **Figs. 107-110:** genital de individuos juveniles. Escala: 1mm. (Según RODRÍGUEZ *et al.*, 1993 y CASTILLEJO *et al.*, 1994. Descrito como *G. oliveirae*)

Figures 106-110. *Geomalacus squammantinus* from Serra da Estrela (Portugal). **Fig. 106:** External morphology of a juvenile specimen. **Figs. 107-110:** genital of juvenile specimens. Scale line: 1mm. (After RODRÍGUEZ *et al.*, 1993 and CASTILLEJO *et al.*, 1994. Described as *G. oliveirae*)



Figuras 111-112. *Geomalacus squammantinus* (= *Geomalacus anguiformis sensu Wiktor & Parejo, 1989*) de Robledo del Mazo, Toledo. **Fig. 111:** morfología externa, las 4 bandas dorsales son visibles. **Fig. 112:** genital de un individuo sexualmente maduro. Escala: 1 mm. (Según WIKTOR & PAREJO, 1989).

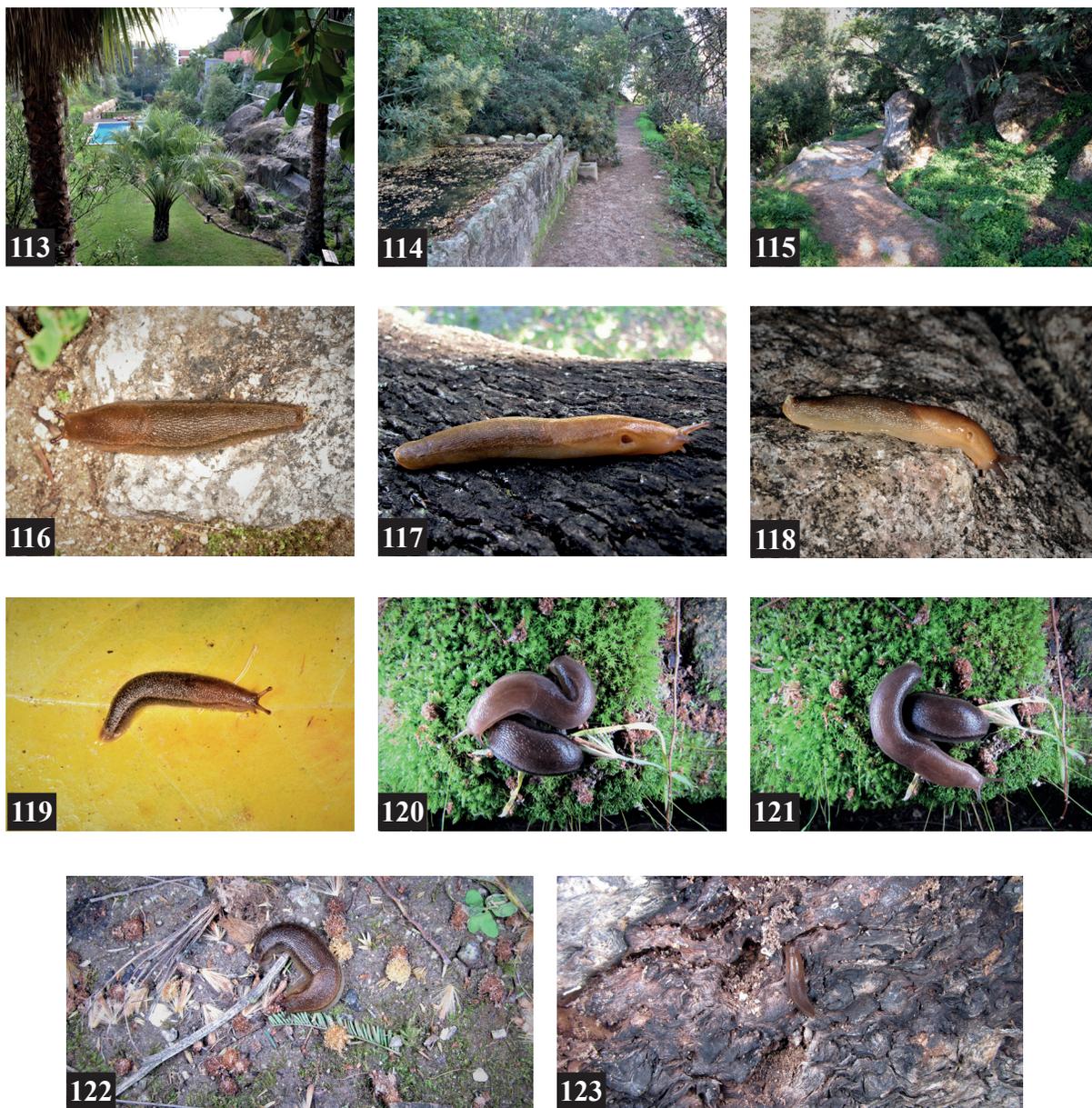
Figures 111-112. *Geomalacus squammantinus* (= *Geomalacus anguiformis sensu Wiktor & Parejo, 1989*) from Robledo del Mazo, Toledo. **Fig. 111:** external morphology, the four stripes are visible. **Fig. 112:** Genitalia of adult specimen. Scale line: 1 mm. (After WIKTOR & PAREJO, 1989. Described as *G. anguiformis*).

1988 *Geomalacus maculosus*: PLATTS & SPEIGHT, figs. 1-3, 6, 11, pp. 418-430.

1994 *Geomalacus maculosus*: CASTILLEJO, GARRIDO & IGLESIAS, figs. 1-5, pp. 16.

Material examinado

Ejemplares totales capturados: 1.167. Ejemplares anatomizados: 263. Solamente se hace referencia a las localidades muestreadas, indicando las fechas (años) de muestreo.



Figuras 113-123. *Geomalacus anguiformis*. **Figs. 113-115:** Caldas de Monchique, Serra de Monchique, Localidad tipo de *Limax anguiformis* Morelet, 1845 (*Geomalacus anguiformis*). **Figs. 116-119:** individuos adultos con dos bandas negras en los costados. **Figs. 120-123:** especímenes juveniles.

Figures 113-123. *Geomalacus anguiformis*. **Figs. 113-115:** Caldas de Monchique, Serra de Monchique, type locality of *Limax anguiformis* Morelet, 1845 (*Geomalacus anguiformis*). **Figs. 116-119:** adult specimens with two black stripes on the sides. **Figs. 120-123:** juvenile specimens.

Portugal: Serra do Gerês-Caldas do Gerês (1983, 1984, 2009, 2013, 2014, 2015); Serra da Estrela-Guarda (1983, 1984, 1985, 2009, 2013, 2015).

España: Sierra del Caurel (1975, 1981, 1999, 2012, 2015); Sierra de los Ancares (1980, 1986, 2012, 2015); Santiago de Compostela, Herbón (1981, 2005, 2012); Fragas del Eume (2015, 2017);

Picos de Europa (1991, 2012, 2015, 2017); Parque Natural Saja-Besaya (1991, 2012, 2015, 2017); Sierra de la Encina de Lastra (2015, 2017); El Castillo, La Omaña, León (2015)

Nota: otras descripciones de *G. maculosus* se encuentran en MABILLE (1867), POLLONERA (1890), QUICK, (1960), SIMROTH (1886, 1888, 1891, 1893), TAYLOR (1907) y PLATTS & SPEIGHT (1988)



Figuras 124-133: *Geomalacus anguiformis*. **Fig. 124:** individuos del Torcal de Antequera, Málaga, entre los restos de una hoguera. **Figs. 125-126:** Castillo de Castellar de la Frontera, Cádiz. **Figs. 127-133:** ejemplares de *G. anguiformis* recogidos en Parque Natural de los Alcornocales, cerca del castillo de Castellar.

Figures 124-133: *Geomalacus anguiformis*. **Fig. 124:** specimen from El Torcal de Antequera, Málaga, among campfire ashes. **Figs. 125-126:** Castle of Castellar de la Frontera, Cádiz. **Figs. 127-133:** specimens of *G. anguiformis* collected in the Parque Natural de los Alcornocales, near the castle of Castellar.

Caracteres diagnósticos (Figs. 11-51)

Babosa de tamaño grande, en extensión alcanzan los 120 mm, su longitud habitual en vivo es de 70-80 mm. La superficie del cuerpo tiene manchas de color blanco o amarillo. En los animales con el cuerpo de color grisáceo las manchas son blancuecinas, y en los que tienen el cuerpo de color verdoso las manchas son amarillentas. El color de fondo del cuerpo siempre es gris. Mucus amarillo. Suela pedia blanca. Los juveniles pueden tener dos bandas laterales longitudinales discontinuas, formadas por manchas negras, estas bandas se pierden con la edad (Fotos 18, 24, 42).

Genital (Figs. 54, 56 y 57). El atrio genital es largo y sacciforme, con pliegues internos longitudi-

nales y transversales. Divertículo atrial o atrio-pene muy largo, con pliegues circulares transversales que le dan a la pared un aspecto festoneado. El oviducto libre es corto, internamente está tapizado con pliegues longitudinales finos. Receptáculos seminal esférico u ovoide, de paredes muy gruesas con pliegues circulares internos alrededor de la abertura. Conducto del receptáculo seminal o espermateca corto, con el músculo retractor muy largo. Epifalo largo, enrollado en espiral y revestido internamente por filas de papilas que le dan el aspecto de pliegues longitudinales. Conducto deferente más delgado y de menor tamaño que el epifalo. Sobre la superficie del epifalo se marcan los «pliegues» internos (Figs. 54, 56 y 57). Lima-



Figuras 134-140: *Geomalacus anguiformis*. **Figs. 134-136:** Cerro del Hierro, San Nicolás del Puerto, Sierra Norte de Sevilla. **Figs. 137-140:** especímenes *G. anguiformis* recogidos en el Cerro del Hierro.

Figures 134-140: *Geomalacus anguiformis*. **Figs. 134-136:** Cerro del Hierro, San Nicolás del Puerto, Sierra Norte de Sevilla, **Figs 137-140:** specimens *G. anguiformis* collected in Cerro del Hierro.

cela sólida, alargada, con el núcleo excéntrico, de contorno y grosor irregular, sobre cuya superficie se aprecian las líneas de crecimiento (Fig. 53).

Observaciones

Especie nocturna. Los individuos muy juveniles están activos por la mañana y en las tardes húmedas. Es frecuentes verlos rayendo líquenes sobre las piedras de muros viejos y cortezas de robles y castaños.

En Portugal hemos capturado *G. maculosus* sobre granito y rocas afines, aunque en algunas ocasiones apareció sobre esquistos y grauvacas en Bragança, o sobre areniscas rojas, conglomerados y margas en Luso-Buçaco. En bosques lo hemos capturado sobre cortezas cubiertas de musgos y líquenes de *Quercus robur*, *Q. suber*, *Q. lusitanica*, *Castanea sativa* o *Pinus pinaster*. Es frecuente encontrarlo sobre muros de granito, cubiertos de líquenes o musgo, que rodean fincas, cementerios, y sobre las paredes de iglesias y edificios. Todas las zonas donde se ha capturado en Portugal presentan un clima de características atlánticas, con

precipitaciones que superan los 1000 mm anuales y temperatura media anual que oscila entre los 8°C de las zonas altas y los 12°C de las más bajas. En Portugal esta especie es común en todo el norte y su límite inferior lo constituyen el río Mondego y la Serra da Estrela.

A nivel de la península ibérica su distribución está restringida al área atlántica (norte de Portugal, Galicia, Asturias y Santander). El dominio de *G. maculosus* abarca las estribaciones más occidentales del Sistema Central (Serra da Estrela), los Montes Galaicos y la Cordillera Cantábrica.

Geomalacus squammantinus (Morelet, 1845)

(Figs. 58-112, Mapa 160)

1845 *Limax squammantinus*: MORELET, pl. III, figs. 2, pp. 37.

1891 *Geomalacus oliveirae*: SIMROTH, taf. 6, fig. 9, pp. 159.

1891 *Geomalacus anguiformis*: SIMROTH, taf. 5 fig. 7, taf. 6 fig. 8, taf. 7, figs. 2, pp. 155-159.

1989 *Geomalacus anguiformis*: WIKTOR & PAREJO, figs. 1-12, pp. 15-25.



Figuras 141-147: *Geomalacac anguiformis*. **Figs. 141-142:** El Peñón de Gibraltar, localidad típica de *Arion (Letourneuxia) moreleti* Hesse, 1884 sensu Norris (1977). **Figs. 143-144:** individuos adultos. **Figs. 145-146:** individuos muy juveniles recogidos en Alameda Gardens, Gibraltar. **Fig. 147:** individuo juvenil.

Figures 141-147: *Geomalacac anguiformis*. **Figs. 141-142:** The Rock of Gibraltar, type locality of *Arion (Letourneuxia) moreleti* Hesse, 1884 sensu Norris (1977). **Figs. 143-144:** adult specimens. **Figs. 145-146:** Very young specimens collected in Alameda Gardens, Gibraltar. **Fig. 147:** juvenile from de top of The Rock.

1993 *Geomalacac anguiformis*: RODRÍGUEZ, ONDINA, OUTEIRO & CASTILLEJO, figs. 15-24, pp. 150-155.

1993 *Geomalacac oliveirae*: RODRÍGUEZ, ONDINA, OUTEIRO & CASTILLEJO, figs. 25-32, pp. 155-158.

1994 *Geomalacac anguiformis*: CASTILLEJO, GARRIDO & IGLESIAS, figs. 9-11, pp. 17-18.

1994 *Geomalacac oliveirae*: CASTILLEJO, GARRIDO & IGLESIAS, figs. 6-8, pp. 17.

2013 *Geomalacac anguiformis*: L, figs. 1.5, pp. 18.

2013 *Geomalacac oliveirae*: PATRÃO, fig. 1.7, pp. 21.

(1984, 1985, 2009, 2014, 2015); Serra do Caldeirão (1984, 2009, 2015)

España: Sierra de Gredos, Sierra de Gata (1991, 2015, 2017); Montes de Toledo, Sierra de Guadalupe (1991, 2015); Sierra de Aracena (1991, 1992, 2009, 2017)

Nota: otra descripción de *G. squammantinus* (Morelet, 1845) se encuentra en WIKTOR & PAREJO (1989) como *G. anguiformis* (Morelet, 1845).

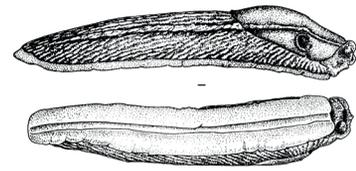
Caracteres diagnósticos

Los adultos pueden sobrepasar los 80 mm en extensión. La coloración del cuerpo depende de la época del año, de la alimentación y del desarrollo. Los muy juveniles son negruzco-azulados con tubérculos blanquecinos y las cuatro bandas casi negras en el dorso (Fotos 60, 63, 65, 77, 88, 94); los juveniles son algo más claros, el azul se hace más dominante y enmascara el blanco de los

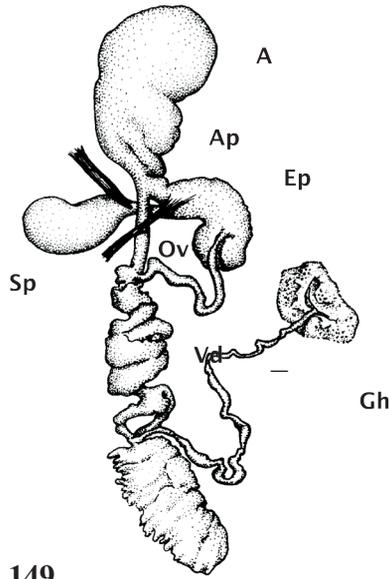
Material examinado

Ejemplares totales capturados: 345. Ejemplares anatomizados: 78. Solamente se hace referencia a las localidades muestreadas en este trabajo, indicando las fechas (años) de muestreo.

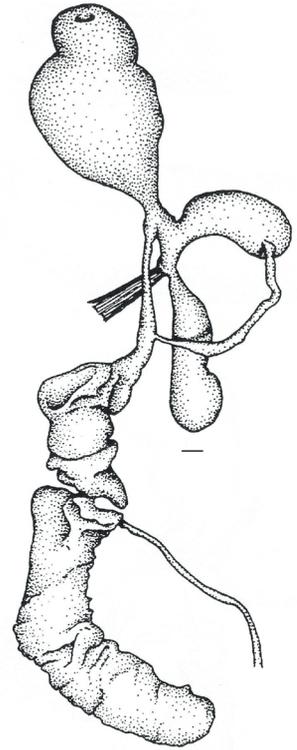
Portugal: Serra da Estrela, Guarda (1983, 1984, 1985, 2009, 2013, 2015); Serra de Monchique



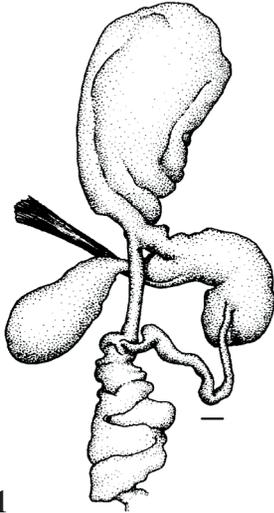
148



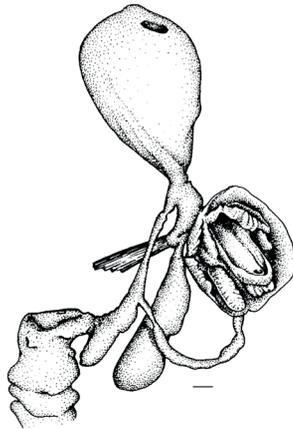
149



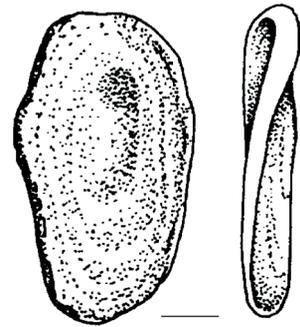
150



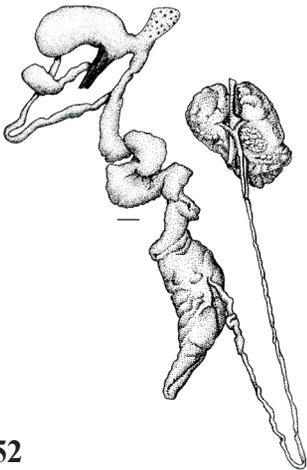
151



153



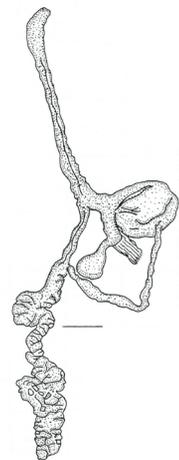
154



152

Figuras 148-155: *Geomalacus anguiformis*, especímenes recogidos en Gibraltar. **Fig. 148:** espécimen conservado en etanol. **Figs. 149-152:** vista inferior y superior del genital. **Fig. 153:** genital con el epifallo abierto. **Fig. 154:** limacela. **Fig. 155:** genital de un individuo muy juvenil recogido en Puerto del Madroño, Málaga. A: atrio, Ap: atrio-pene, Ga: glándula albumina, Gh: glándula hermafrodita, Ep: epifalo, Ov: oviducto, Vd: conducto deferente, Sp: espermateca. Escala: 1 mm. (Según CASTILLEJO *et al.* 1994, descrito como *G. malagensis*)

Figures 148-155: *Geomalacus anguiformis* specimens collected in Gibraltar. **Fig. 148:** specimen preserved in ethanol. **Figs. 149-152:** lower and upper view of the genital. **Fig. 153:** genital with the epiphallus open. **Fig. 154:** dorsal and lateral views of the shell or limacella. **Fig. 155:** Genital of a very young specimen collected in Puerto del Madroño, Málaga. A: atrium, Ap: atrio-penis, Ga: gland albuminalis, Gh: hermaphrodite gland, Ep: epiphallus, Ov: oviductus, Vd: vas deferens, Sp: spermatheca. Scale line: 1 mm. (After CASTILLEJO *et al.*, 1994, described as *G. malagensis*).



155

tubérculos dorsales, mientras que las dos bandas laterales se hacen más anchas y las dorsales se difuminan un poco; los adultos son de color castaño, amarillento o grisáceo verdoso, más claros en los costados, con las cuatro bandas dorsales visibles, las dos bandas de los costados de color castaño oscuro, casi negras, las dos bandas dorsales algo difuminadas, pero nunca desaparecen. En los ejemplares de color gris las bandas son negras (Fig. 77). Si a los ejemplares conservados en alcohol se les elimina el moco del cuerpo, se observa que el color del cuerpo es grisáceo y las bandas negras. El color del mucus depende en su mayor parte de la alimentación, siendo en otoño amarillento. Suela pedia blanquecina.

Limacela: oval, con núcleo inferior y líneas de crecimiento claras (Fig. 105).

El genital (Figs. 100 a 109) tiene el atrio genital grande, cilíndrico. En los adultos está recubierto externamente por una masa de aspecto glanduloso que no se observa en los juveniles. En el interior del atrio está tapizado por 7 u 8 pliegues longitudinales rectilíneos. El atrio-pene es corto, cilíndrico o esférico, liso, con pequeñas arrugas (pliegues papilosos) internas. Receptáculo seminal oval, con un conducto muy largo que desemboca, junto con el epifalo, en el atrio-pene. Músculo retractor del receptáculo seminal largo, unido al tercio posterior de su conducto; en el punto de inserción, el conducto del receptáculo se dobla en “U” o en “L”. Oviducto libre de menor tamaño que el atrio

genital. Epifalo tubular, dilatado apicalmente y entre 10 y 15 veces más largo que el oviducto, con el interior tapizado de pliegues helicoidales o longitudinales de aspecto aserrado. Conducto deferente de igual o ligeramente de mayor longitud que el epifalo. La transición epifalo-conducto deferente está poco marcada. Espermoviducto bien desarrollado. Glándula de la albumina blanquecina, grande. Conducto hermafrodita largo y con un ligero festoneado. Ovotestis esférica, con los acinis negruzcos. Espermatóforo largo, mide 35 mm, de sección cuadrada y con de tres filas de denticillos, no helicoidales. Es de color ambarino y en uno de sus extremos carece de dentición (Fig. 102). Las diferencias anatómicas entre ejemplares juveniles y adultos de *G. squammantinus* están señaladas en la Tabla 3. En la Figura 104 están dibujados genitales de individuos juveniles y muy juveniles.

Observaciones

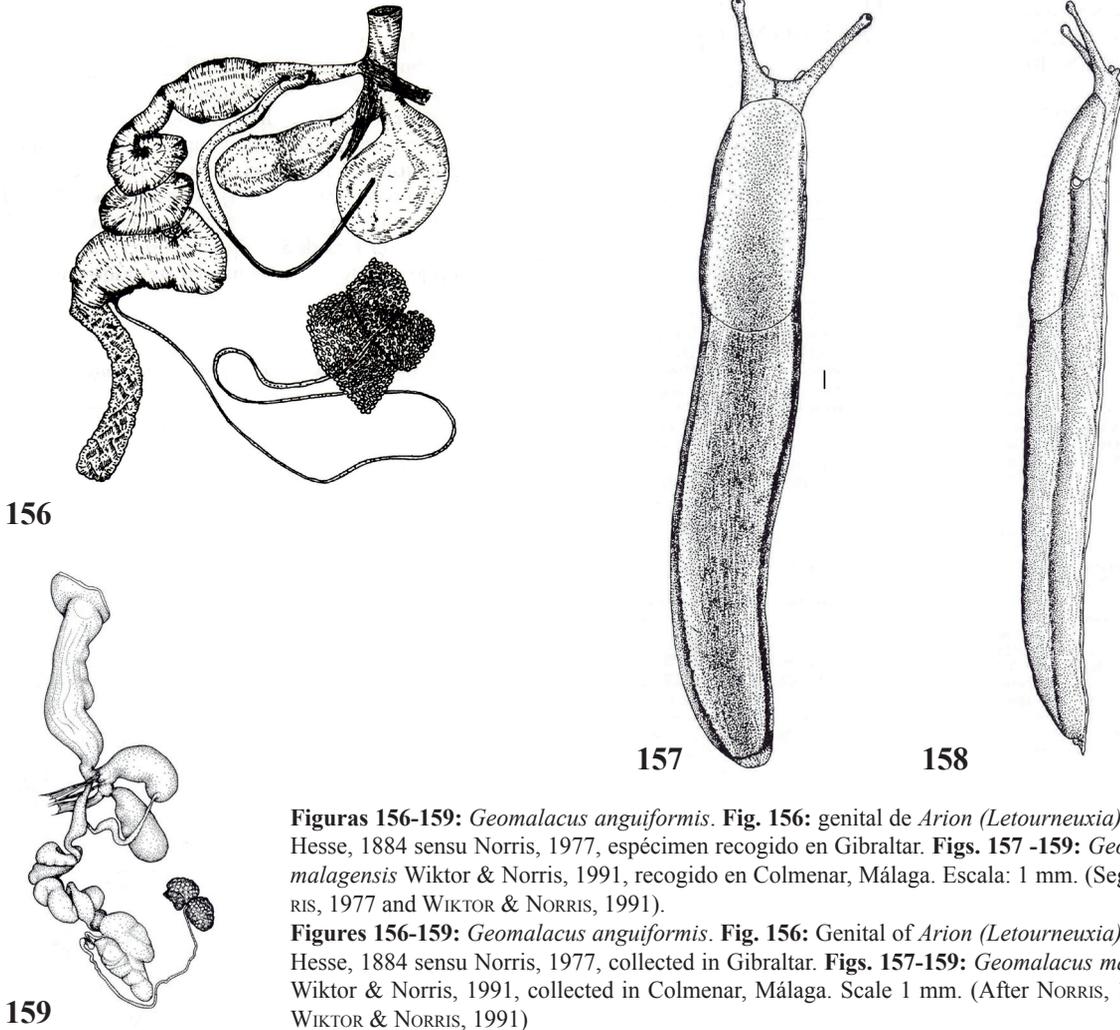
G. squammantinus es un animal crepuscular, aunque puede estar activo a la luz del día cuando llueve o inmediatamente después de la lluvia. En el sur de Portugal lo hemos encontrado en áreas de esquistos arcillosos, grauvacas y areniscas (Serra do Caldeirão) y en sienitos nefelíticos de grano medio a grueso (Serra de Monchique). En ambas sierras dominan las especies del género *Quercus* asociadas con *Olea oleaster*, *Pinus* sp., *Rhododendron ponticum* y *Arbutus unedo*. La Serra de

Juvenil de <i>G. squammantinus</i> (Morelet, 1845). Serra da Estrela (= <i>G. oliveirae</i> Simroth, 1891)	Adulto de <i>G. squammantinus</i> (Morelet, 1845). Serra do Caldeirão (= <i>G. anguiformis</i> sensu Simroth, 1891)
---	--

Atrio	Alargado. Pigmentado. Con 7-9 pliegues longitudinales internos	Alargado. Pigmentado. Con 9-10 pliegues longitudinales internos
Divertículo atrial Atrio-pene	Liso o con ligeras nerviaciones	Con 7 pliegues gruesos
Conducto del receptáculo seminal	Corto, y pigmentado cerca del receptáculo seminal	Largo y plegado en L
Oviducto	Largo y fino	Corto y grueso
Inserción del Músculo retractor	Cerca del receptáculo	Alejado del receptáculo
Longitud del Ep + Cd	30 a 35 mm	50 a 80 mm
Receptáculo seminal	Pigmentado	No pigmentado

Tabla 3. *Geomalacus squammantinus* (Morelet, 1845). Comparación entre partes del genital de *G. squammantinus* de la Serra da Estrela (= *G. oliveirae* Simroth, 1891) y de la Serra do Caldeirão (*G. anguiformis* sensu Simroth, 1891).

Table 3. *Geomalacus squammantinus* (Morelet, 1845). Comparison between genital parts of *G. squammantinus* from Serra da Estrela (= *G. oliveirae* Simroth, 1891) and from Serra do Caldeirão (*G. anguiformis* sensu Simroth, 1891).



Figuras 156-159: *Geomalacus anguiformis*. **Fig. 156:** genital de *Arion (Letourneuxia) moreleti* Hesse, 1884 sensu Norris, 1977, espécimen recogido en Gibraltar. **Figs. 157 -159:** *Geomalacus malagensis* Wiktor & Norris, 1991, recogido en Colmenar, Málaga. Escala: 1 mm. (Según NORRIS, 1977 and WIKTOR & NORRIS, 1991).

Figures 156-159: *Geomalacus anguiformis*. **Fig. 156:** Genital of *Arion (Letourneuxia) moreleti* Hesse, 1884 sensu Norris, 1977, collected in Gibraltar. **Figs. 157-159:** *Geomalacus malagensis* Wiktor & Norris, 1991, collected in Colmenar, Málaga. Scale 1 mm. (After NORRIS, 1977 and WIKTOR & NORRIS, 1991)

Monchique presenta un clima termo - atlántico, es decir, clima oceánico siempre húmedo y mesotérmico y clima submediterráneo. En la Serra do Caldeirão el clima es mediterráneo. En ambas sierras la precipitación media anual es de aproximadamente 1000 mm y la temperatura media es de aproximadamente 16°. En la Serra da Estrela, *G. anguiformis*, aparece en suelos graníticos, con vegetación mediterránea en los niveles inferiores a 1300 m y *Betula pubescens*, *Pinus sylvestris* y *Juniperus communis* en niveles superiores. Esta diferencia entre niveles inferiores y superiores a 1300 m también se da en el clima, ya que por encima de los 1300 m es muy lluvioso, frío en invierno y templado en verano. La precipitación media anual supera los 2400 mm y la temperatura media es de 7,5 a 10°C.

Los ejemplares que hemos recogido en la Serra do Caldeirão y en la Serra de Monchique

presentan una gran variabilidad en el color del cuerpo. Esta variación puede ser debida al régimen alimenticio, ya que los muy juveniles y juveniles los hemos recogido en primavera alimentándose de los líquenes que había sobre las rocas (granito y esquisto), mientras que los adultos, capturados en otoño, se alimentaban de setas que aparecían en los bosques de ambas sierras. Estos bosques eran, en su mayoría, de alcornoque (*Quercus suber*) y madroño (*Arbutus unedo*).

MORELET (1845: 49) encontró cerca de Abrantes en Portugal una babosa ignota. Tenemos evidencias para creer que esta babosa ignota sea un *G. squammantinus*. Hemos encontrado en varias localidades especímenes de *G. squammantinus* en los que las bandas oscuras del dorso están difuminadas y las zonas claras que las delimitan son más patentes, MORELET (1845) habla de “dos bandas laterales más claras”. Es curioso que señale que “la concha

o limacela está debajo del escudo y está formada por concreciones calcáreas irregulares y abundantes”. Los granos calcáreos sueltos son frecuente en las especies del género *Arion*, mientras que en todos los ejemplares de *Geomalacus* que hemos anatomizado la concha está bien definida, incluso en los juveniles; sin embargo, SIMROTH (1891: Taf. VII, Fig. 4c) al hablar de *G. maculosus* dibuja una concha formada por granos apelmazados, a los que le llama “calcosphaeriten”.

SIMROTH (1891: 155) considera a *Limax viridis* Morelet, 1845 una sinonimia de *G. anguiformis* (= *G. squammantinus*). En la descripción de *L. viridis* que da MORELET (1845) indica que esta babosa es de color negro-verdoso, que el cuerpo acaba en punta obtusa, y sobre el dorso existe una carena embotada, no muy prominente. Si *L.*

viridis es de color verde, y el extremo del cuerpo es puntiagudo, y además tiene una carena dorsal, entonces lo observado por Morelet se tiene que referir a un limácido, pero nunca a un ariónido. Por su tamaño, color y aspecto, esta descripción encaja con los especímenes juveniles de *Limax flavus* (Linnaeus, 1758), una especie frecuente en la Serra do Caldeirão y en la Serra de Monchique.

***Geomalacus anguiformis* (Morelet, 1845)**

(Figs. 113-159, Mapa 160)

1845 *Limax anguiformis*: MORELET, pp. 36, pl. III, fig. 1.

1977 *Arion (Letourneuxia) moreleti*: NORRIS, fig. 1, pp. 169-171.

1991 *Geomalacus malagensis*: WIKTOR & NORRIS, figs. 1-19, pp. 19-29.

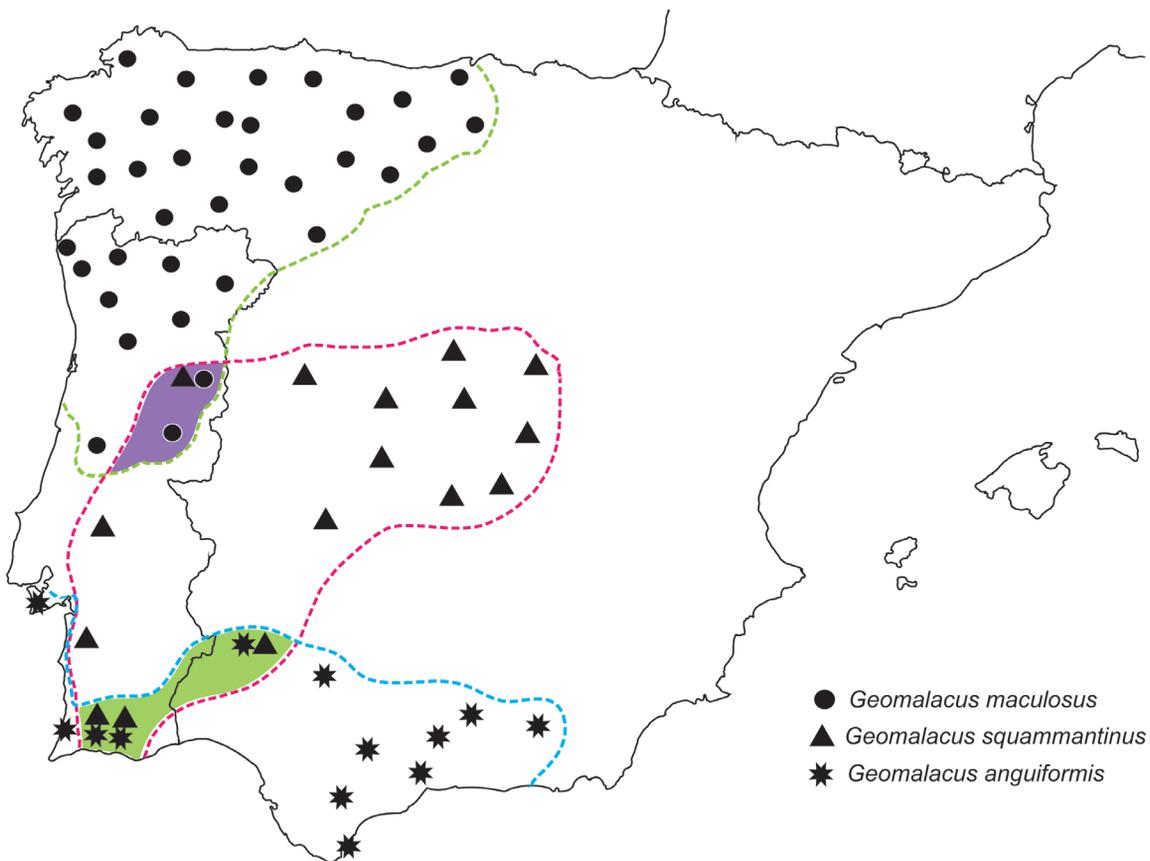


Figura 160. Mapa de distribución de ● *Geomalacus maculosus*, ▲ *Geomalacus squammantinus* y ★ *Geomalacus anguiformis*.

Figure 160. Distribution map of ● *Geomalacus maculosus*, ▲ *Geomalacus squammantinus* and ★ *Geomalacus anguiformis*.

1996 *Geomalacus moreleti*: CASTILLEJO, figs. 10-16, pp. 23-34.

2013 *Geomalacus malagensis*: PATRÃO, fig. 1.9, pp. 24.

Material examinado

Ejemplares totales capturados: 124. Ejemplares anatomizados: 48. Solamente se hace referencia a las localidades muestreadas en este trabajo, indicando las fechas (años) de muestreo.

Portugal: Serra de Monchique (1984, 1985, 2009, 2014, 2015); Serra do Caldeirão (1984, 2009, 2015)

España: Sierra Norte de Sevilla (2001, 2009, 2015); Sierra de Grazalema, Los Alcornocales (2015); Serranía de Ronda (1991, 2015); Gibraltar (1989, 2009, 2015); Sierra de la Nieves (1991); Sierra Nevada (1991, 2017).

Nota: otra descripción de *G. anguiformis* (Morelet, 1845) se encuentra en WIKTOR & NORRIS (1991) como *G. malagensis* WIKTOR & NORRIS, 1991.

Caracteres diagnósticos

En extensión los individuos de esta especie sobrepasan los 85 mm de longitud, conservados en etanol miden 50 mm. En los individuos vivos el color de fondo del dorso es marrón amarillento con tonos grisáceos. Sobre el dorso de los individuos tanto juveniles como adultos, se observan dos bandas oscuras delimitadas superiormente por una banda blanquecina, la banda de la derecha pasa por encima del orificio respiratorio. El dorso es de color castaño –amarillento – grisáceo, uniforme. En ocasiones son perceptibles manchitas blancas sobre el dorso, entre las bandas longitudinales (Figs. 143-144). En los individuos amarillentos, las bandas blanquecinas dorsales son de color marrón oscuro. Los flancos son más claros que el dorso. Tubérculos dérmicos finos y no muy marcados. Orlla del pie blancuzca, sin lineolas. Suela blanquecina, hialina (parcialmente transparente), dividida en tres campos longitudinales, el central más estrecho que los otros dos. Mucus del cuerpo amarillo pálido. La limacela o concha es oval, blanquecina, con claras líneas de crecimiento (Fig. 154).

El atrio del genital es cilíndrico-piriforme (Figs. 149 a 159), con la pared fina y sin recubrimiento glandular. En el interior del atrio no existen pliegues. Oviducto libre tubular, sin engrosamientos. Epifalo muy grueso, cilíndrico, ensanchado posteriormente. El conducto deferente se une al epifalo subterminalmente. Atrio-pene muy corto. Espermateca piriforme, con el conducto más o menos largo. El interior del epifalo está tapizado por varios pliegues laterales longitudinales muy fuertes y centralmente existe un pliegue más fino en forma de «U», en el medio de este pliegue desemboca el conducto deferente.

Observaciones

El color del cuerpo de esta especie es verdoso, amarillento, grisáceo. Externamente se distingue de las otras especies del género *Geomalacus* porque en *G. anguiformis* existen dos bandas negras sobre los costados que están marginadas superiormente por filas de tubérculos blanquecinos, que se prolongan por encima del escudo, y por la infinidad de puntitos blancos sobre los costados, el dorso, el escudo y la cabeza.

Este *Geomalacus* es frecuente encontrarlo en lugares de fuerte influencia humana, como jardines o parques. También lo hemos encontrado en los bosques montanos autóctonos de *Pinus* spp. y *Quercus* spp. En el Torcal de Antequera es abundante, se esconde en las grietas de las rocas calizas o debajo de piedras. En Gibraltar y en la Sierra de Grazalema es frecuente en lugares de fuerte influencia humana, como jardines y patios interiores de las casas.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En este trabajo se realiza la revisión del género *Geomalacus* en la península ibérica. Se usan datos bibliográficos, anatómicos, ecológicos y moleculares. El género *Geomalacus* es un endemismo de la península ibérica y del sur de Irlanda. En el siglo XIX, MORELET (1845) y SIMROTH (1891, 1893) estudiaron las babosas de Portugal. MORELET (1845) cita en el sur de Portugal tres limácidos, que externamente se diferencian por el número de bandas oscuras que tienen sobre el dorso: *Limax squammantinus* tiene cuatro bandas negras, y *Limax anguiformis* tiene dos bandas; la tercera

especie que cita es *Limax viridis*, el cual no tiene bandas, es de color verde, tiene una quilla dorsal y el cuerpo acabado en punta. SIMROTH (1891) muestrea en Portugal las localidades tipo de las especies descritas por MORELET (1845), y crea una red de colaboradores que le envían babosas a Leipzig, Alemania. SIMROTH (1891, 1893) solamente acepta *Geomalacus anguiformis* (= *L. anguiformis*) de los *Geomalacus* descritos por MORELET (1845) en el sur de Portugal, y considera *L. squammantinus* y *L. viridis* sinonimias de *G. anguiformis*. SIMROTH (1891, 1893) crea dos especies nuevas, *Geomalacus oliveirae* y *Geomalacus grandis*, a partir de especímenes de *Geomalacus* que le mandan desde la Serra da Estrela, Portugal.

WIKTOR & PAREJO (1989) describen *G. anguiformis* con especímenes recolectados en los Montes de Toledo, España. WIKTOR & NORRIS (1991) describen *Geomalacus malagensis* con especímenes proveniente de los Montes de Málaga. Especímenes con igual anatomía habían sido descritos por NORRIS (1977) como *Arion (Letourneuxia) moreleti* en Gibraltar.

Los especímenes del género *Geomalacus* empleados en este trabajo se recogieron en distintas épocas en las localidades tipo y localidades típicas. Los muestreos se realizaron entre 1981 y 2018. Se han capturado cerca de 2000 ejemplares de *Geomalacus*, y se han tomado más de 5000 fotografías de especímenes vivos. La identificación de las especies se basó en el genital y en la anatomía externa. Complementariamente se hicieron análisis moleculares con el fin de disponer de otra herramienta taxonómica para las identificaciones y así construir un árbol filogenético. Con todos estos datos podemos concluir que las especies del género *Geomalacus* de la península ibérica siguen tres patrones perfectamente diferenciables por la morfología externa y por el genital:

1. Patrón *Geomalacus maculosus*. Los especímenes tienen máculas blancas sobre el dorso, el genital tiene el atrio-pene largo, y el conducto de la espermateca es muy corto. Su distribución sigue el área lusitánica.
2. Patrón *Geomalacus squammantinus*. Los especímenes tienen cuatro bandas oscuras sobre el dorso, el genital tiene el atrio-pene muy corto, y el conducto de la espermateca es muy largo. Su distribución comprende el Sistema Central y los Montes de Toledo. Este patrón también lo siguen *G. oliveirae* y *G. anguiformis* sensu Simroth, 1981.
3. Patrón *Geomalacus anguiformis*. Los especímenes tienen dos bandas oscuras sobre los costados, delimitadas superiormente por una zona más clara. El genital se caracteriza por tener un epifalo piriforme y el atrio-pene es muy corto. Su distribución comprende Sierra Morena y el Sistema Penibético. Este patrón también lo presentan *G. malagensis* y *G. moreleti*.

Conclusiones generales

1. Las especies *Geomalacus anguiformis* y *Geomalacus squammantinus* descritas por MORELET (1845) como *Limax anguiformis* y *Limax squammantinus* en la Serra de Monchique y la Serra do Caldeirão (Algarve, Portugal), son especies válidas. La morfología, el genital y los análisis moleculares son específicos.
2. SIMROTH (1891) confundió las especies del género *Geomalacus* descritas por MORELET (1845). MORELET (1845) señala que la localidad tipo de *Limax anguiformis* es la Serra de Monchique y la de *Limax squammantinus* es la Serra do Caldeirão. Se observa que en la Serra de Monchique se encuentran tanto *L. anguiformis* como *L. squammantinus*, mientras que en la Serra do Caldeirão solo se encuentra *L. squammantinus*. SIMROTH (1891) admitió que los ejemplares que él recogió en la Serra de Monchique correspondían a *L. anguiformis* (*Geomalacus anguiformis*), cuando en realidad pertenecían a *G. squammantinus*. Esto mismo le sucedió a POLLONERA (1890) con los ejemplares que le mandaron desde la Serra de Monchique, los cuales identificó como *G. anguiformis* (Morelet, 1845), cuando en realidad pertenecían a *G. squammantinus*. Tanto POLLONERA (1890) como SIMROTH (1891) consideran la especie *Limax squammantinus* Morelet, 1845, una forma juvenil de *G. anguiformis*. Pollonera y Simroth no estudiaron ningún espécimen de *Geomalacus* de la Serra do Caldeirão.
3. Las descripciones de los *Geomalacus* que MORELET (1845) citó en el sur de Portugal se olvidaron e ignoraron a partir de las publicaciones de SIMROTH (1891, 1893). Los naturalistas que posteriormente estudiaron el género *Geomalacus* de la península ibérica dieron por buenos los estudios y las conclusiones de Si-

MROTH (1891, 1893), e ignoraron las descripciones de MORELET (1845). Este olvido y este error han perdurado hasta hoy día. Nuestros muestreos continuados en las localidades tipo, y los análisis moleculares nos han ayudado a resolver esta confusión.

4. Se demuestra que *G. oliveirae* es la forma juvenil de *G. squammantinus*, que *G. grandis* es una sinonimia de *G. maculosus*, y que posiblemente la especie *Limax viridis* Morelet, 1845 sea un espécimen juvenil de *Limax flavus* (Linneo, 1758), y con toda certeza la babosa ignota que describe MORELET (1845: 49) en Abrantes sea un individuo juvenil de *G. squammantinus*.
5. Los *Geomalacus* descritos por NORRIS (1977), CASTILLEJO (1981) y WIKTOR & NORRIS (1991) como nuevas especies en Andalucía y Gibraltar, hay que considerarlas sinonimias de *G. anguiformis*. El *G. anguiformis* descrito por WIKTOR & PAREJO (1989) en los Montes de Toledo, es una sinonimia de *G. squammantinus*.

Summary and conclusions

In this study the genus *Geomalacus* in the Iberian Peninsula is revised based on bibliographic data, anatomical and ecological observations and molecular analysis. The distribution of the genus *Geomalacus* is restricted to southern Ireland and the south and west of the Iberian Peninsula. In the XIX century MORELET (1845) and SIMROTH (1891, 1893) studied the slugs from Portugal. MORELET (1845) described three limacids from the south of Portugal which were differentiated by the number of dark stripes on the back: *Limax squammantinus* has four black stripes, *Limax anguiformis* has two stripes and *Limax viridis*, which is green in colour, has a keel on its back and sharpens at the ends of its body. SIMROTH (1891) visits the type localities cited by MORELET (1845) in Portugal, collects additional specimens through a network of collaborators. *Geomalacus* (= *Limax*) described by MORELET (1845) in Portugal, SIMROTH (1891, 1893) only accepts *Geomalacus anguiformis* (= *L. anguiformis*), and considers *L. squammantinus* and *L. viridis* as synonymies of SIMROTH (1891) *G. anguiformis*. SIMROTH (1891) described *Geomalacus oliveirae* and *Geomalacus grandis* from Serra da Estrela, Portugal. NORRIS (1977) described *Arion* (*Letourneuxia*) *moreleti* in

Gibraltar. WIKTOR & PAREJO (1989) described *G. anguiformis* from specimens collected in Montes de Toledo, Spain. WIKTOR & NORRIS (1991) described *Geomalacus malagensis* with slugs from the Montes de Málaga and Cádiz.

The specimens of the genus *Geomalacus* used in this study were collected in the Iberian Peninsula. Between 1981 and 2018, the type localities were visited on several occasions. Nearly 2,000 *Geomalacus* specimens have been studied, and more than 5,000 live photographs were taken. Species identification was based on genital and external anatomy. In addition, phylogenetic analyses based on the *cox1-5'* and 18S aided species delimitation. With all these data, the following conclusions were drawn:

a. The models. Based on external and genital morphology, the Iberian *Geomalacus* species follow three perfectly differentiable patterns.

1. *Geomalacus maculosus* pattern. The specimens have white spots on the back; the genitals have a long atrium-penis long and the a very short spermatheca duct. Its distribution follows the Iberian Lusitanian Area.
2. *Geomalacus squammantinus* pattern. The specimens have four dark stripes on the back, the genitalia has very short the atrium-penis, and the spermatheca duct is very long. They are distributed along the Sistema Central and Montes de Toledo. This pattern is also observed in *G. oliveirae* and *G. anguiformis* sensu Simroth, 1981.
3. *Geomalacus anguiformis* pattern. The specimens have a dark stripe on each side, the stripes are delimited superiorly by lighter areas on the top, the epiphallus is piriform and the atrium - penis is very short. Its distribution area is Sierra Morena and Sistema Penibético. This pattern is also observed in *G. malagensis* and *G. moreleti*.

b. Conclusions

1. The *Geomalacus* described by MORELET (1845) in the Serra de Monchique and Serra do Caldeirão in the Algarve, Portugal, (*Limax anguiformis* and *Limax squammantinus*) are valid species, recognizable by their external appearance and by the genital, and differentiable by molecular analysis.
2. POLLONERA (1890) and SIMROTH (1891) founded the *Geomalacus* described by MORELET (1845) in Portugal. The type locality of

Limax anguiformis is the Serra de Monchique, and the type locality of *Limax squammantinus* is the Serra do Caldeirão. However, both species (*L. anguiformis* and *L. squammantinus*) are found in Serra de Monchique, while only *L. squammantinus* is found, in the Serra do Caldeirão. SIMROTH (1891) believed that the *Geomalacus* that he collected in the Serra de Monchique were *L. anguiformis* (*Geomalacus anguiformis*), when in fact they were *G. squammantinus*. POLLONERA (1890) also confounded the two species. Both malacologists consider *Limax squammantinus* as a juvenile form of *G. anguiformis*. Neither Pollonera nor Simroth studied specimens of *Geomalacus* from the Serra do Caldeirão.

3. The *Geomalacus* species described by MORELET (1845) were forgotten and ignored after SIMROTH (1891, 1893) publications. The malacologists that later studied the *Geomalacus* in Portugal considered valid the species by SIMROTH (1891, 1893), and ignored the original descriptions of MORELET (1845) *Geomalacus* species. This confusion has remained so far. Molecular analyses have confirmed that the *Geomalacus* species described by MORELET (1845) are good species.
4. Supported by molecular and anatomical studies that *G. oliveirae* is confirmed to be the juvenile form of *G. squammantinus*, and that *G. grandis* is a synonym of *G. maculosus*. We suspect that *Limax viridis* Morelet, 1845 corresponds to a juvenile specimen of *Limacus flavus* (Linnaeus, 1758), and that the unknown slug mentioned by MORELET (1845: 49) in Abrantes, possibly corresponds to a juvenile *G. squammantinus*.
5. The *Geomalacus* described by NORRIS (1977), CASTILLEJO (1981) and WIKTOR & NORRIS (1991) in Andalusia and Gibraltar as new species, are synonymies of *G. anguiformis*. In addition, the *G. anguiformis* described by WIKTOR & PAREJO (1989) in Los Montes de Toledo (Spain), is a synonymy of *G. squammantinus*.

AGRADECIMIENTOS

Nuestros agradecimientos a todas las entidades públicas y estatales que hicieron posible esta investigación. Entre ellas cabe destacar la Xunta de Galicia, a la Dirección General de Investigación del Ministerio de Ciencia y Tecnología de España, el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)

(proyectos CGL2013-43350-P y CGL2016-76637-P) y secundariamente a la European Commission, Science Research Development.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASTILLEJO, J. (1981). Los pulmonados desnudos de Galicia I. *Geomalacus grandis* Simroth, 1893 (Gastropoda, Pulmonata). *Iberus*, 1: 53-60.
- CASTILLEJO, J. (1996). *Deroceras ponsombyi* (Hesse, 1884) and *Geomalacus moreleti* (Hesse, 1884) in Gibraltar (Gastropoda: Pulmonata: Agriolimacidae: Arionidae). *Revista Real Academia Galega de Ciencias*, XV: 23-34.
- CASTILLEJO, J. (1997). *Babosas del Noroeste Ibérico*. Servicio de Publicacións e Intercambio Científico de la Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela. 192 pp.
- CASTILLEJO, J. (1998). *Guía de las babosas ibéricas*. Real Academia Galega de Ciencias, Santiago de Compostela. 154 pp.
- CASTILLEJO, J., GARRIDO, C. & IGLESIAS, J., (1994). The slugs of the genus *Geomalacus* Allman, 1843, from the Iberian Peninsula (Gastropoda: Pulmonata: Arionidae). *Basteria*, 58: 15-26.
- DA SILVA E CASTRO, J., (1873). Mollusques terrestres et fluviatiles du Portugal. Espèces nouvelles ou peu connues. *Jornal da Sociedade de Physica, Matematicas e Naturais*, 15.
- GÓMEZ-RODRÍGUEZ C., K.E. MILLER, J. CASTILLEJO, J. IGLESIAS-PIÑEIRO AND A. BASELGA (2019a). Understanding dispersal limitation through the assessment of diversity patterns across phylogenetic scales below the species level. *Global Ecology and Biogeography* 28:353–364.
- GÓMEZ-RODRÍGUEZ, C., MILLER, K., CASTILLEJO, J., IGLESIAS, J. & BASELGA, A. 2019b. Species delimitation is key to assess phylogeographic patterns of terrestrial slugs and unveil the major role of interspecific differential dispersal abilities. Ponencia presentada en *9th Biennial Conference of The International Biogeography Society*. Malaga, Spain, January 8-12, 2019. Page 118.
- HESSE, P. (1884). Nacktschnecken von Tanger und Gibraltar. *Malak. Bl.*, 7: 9-17.
- HESSE, P. (1926). Die Nacktschnecken der palaearktischen Region. *Abhandlungen des Archiv für Molluskenkunde*, 2. 152 pp.

- HIDALGO, J. G. 1875. *Catálogo iconográfico y descriptivo de los moluscos terrestres de España, Portugal y las Baleares*: 1-224(1A), 1-16(2A). Imprenta Segundo Martínez. Madrid.
- HIDALGO, J. G., 1916. Datos para la fauna española. (Moluscos y Braquiópodos). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 16: 235-246.
- REICH, I., GORMALLY, M., ALLCOCK, L., MCDONNELL, R., CASTILLEJO, J., IGLESIAS, J., QUINTEIRO, J. & SMITH, C.J. (2015). Genetic study reveals close link between Irish and Northern Spanish specimens of the protected Lusitanian slug *Geomalacus maculosus*. *Biological Journal of the Linnean Society*, 2015, 116, 156–168. <https://doi.org/10.1111/bij.12568>.
- MABILLE, M. J. (1867). Archives malacologiques. 1. Le genre *Geomalacus* en France. *Revue et Magazine de Zoologie*, 53-64.
- MABILLE, M. J. (1868). Des Limaciens européens. I. Travaux inédites. *Revue et Magazine de Zoologie*, 129-145.
- MORELET, A., (1845). *Description des Mollusques terrestres et fluviatiles du Portugal*. 113 pp., 14 planchas, París.
- NOBRE, A. (1941). *Fauna malacológica de Portugal, II. Moluscos terrestres e fluviais*. 277 pp., 30 lám., Coimbra.
- NORRIS, A. (1977). Two land slugs from Gibraltar. *Journal of Conchology*, 29: 169-171.
- PATRÃO, C. S., 2013. *Ecological niche modeling, cytogenetics and phylogeography of the genera Geomalacus and Letourneuxia (Gastropoda, Pulmonata) from the Iberian-Moroccan region*. Tesis Doctoral. Universidade do Algarve. 143 pp. <https://doi.org/10.1093/mollus/eyv018>.
- PATRÃO, C., ASSIS, J., RUFINO, M., SILVA, G., JORDANENS, K., BACKELJAU, T. & CASTILHO, R. (2015). Habitat suitability modelling of four terrestrial slug species in the Iberian Peninsula (Arionidae: *Geomalacus* species). *Journal of Molluscan Studies*, 1-8.
- PLATTS, E. A. & SPEIGHT, D. M. (1988). The taxonomy and distribution of the Kerry slug *Geomalacus maculosus* Allman, 1843 (Mollusca: Arionidae) with a discussion of its status as threatened species. *The Irish Naturalists' Journal*, 22 (10): 417-430.
- POLLONERA, C. (1890). Recensement dos Arionidae de la Region Paléarctique. *Bolletino Museo Zoologia Anatomia Comparata*, 87 (5):1-40.
- QUICK, H. E., (1960). British slugs (Pulmonata; Testacellidae, Arionidae, Limacidae). *The Bulletin of the British Museum (Natural History)*, Vol. 6, Nº. 3, pp 106 - 226.
- RODRÍGUEZ, T., ONDINA, P., OUTEIRO, A. & CASTILLEJO, J. (1993). Slugs of Portugal. III Revision of the genus *Geomalacus* Allman, 1843. (Gastropoda: Pulmonata: Arionidae). *The Veliger*, 36(2): 145-159.
- SIMROTH, H. (1886). Weitere Mittheilungen über palaearktische Nacktschnecken. *Jahrbuch.*, XIII: 16-34.
- SIMROTH, H. (1888).- Über die azorisch-portugiesische Nacktschneckenfauna und ihre Beziehungen. *Zool. Anz.*, bd. 11, S. 66-70: 86-90.
- SIMROTH, H. (1891). Die Nacktschnecken der portugiesisch-azorischen Fauna in ihrem Verhältniss zu denen der paläarktischen Region überhaupt. *Nova Acta der Ksl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher*, tomo LVI, número 2. Halle: 362.
- SIMROTH, H. (1893). Beiträge zur Kenntnis der portugiesischen und der ostafrikanischen Nacktschneckenfauna. *Abhandlungen der Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft*, 18: 290-307.
- TAYLOR, J. W. (1907). *Monograph of the Land and Freshwater Mollusca of the British Isles*. Leeds. 312 pp.
- WIKTOR, A. & NORRIS, A. (1991). *Geomalacus malagensis* sp. n. and some remarks concerning generic level systematics of Arionidae. *Journal of Conchology*, 34: 1929.
- WIKTOR, A. & PAREJO, C. (1989). *Geomalacus (Arrudia) anguiformis* (Morelet, 1845) - its morphology and distribution (Gastropoda, Pulmonata: Arionidae). *Malakologische Abhandlungen Dresden*, 14(3): 15-25.
- WIKTOR, A., 1983. Some data on slugs of Morocco and Algeria with description of a new *Deroceras* species (Gastropoda, Pulmonata). *Malakologische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde Dresden*, 8(13):155-165.

ANEXO I

Trazabilidad de las especies del género *Geomalacus* en la península ibérica. En esta sección se recogen los autores, las especies y las sinonimias de las citas de los *Geomalacus* citados en España, Portugal y Gibraltar. La ordenación es por años de publicación, hay columnas con el año de publicación, los autores, las especies que citan y otra con las sinonimias. Se emplea el término “sensu” para seguir las trazabilidades de las citas. Las sinonimizaciones se basan en datos bibliográficos y en evidencias acumuladas durante los muestreos sistemáticos.

ANNEX I

Traceability of *Geomalacus* species in the Iberian Peninsula. In this annex, we include the authors, the species and the synonyms of the *Geomalacus* cited in Spain, Portugal and Gibraltar. There are the following columns: year of publication, the authors, the species they named and the synonyms. The term “sensu” is used to follow the traceability of citations. The synonymies are based on bibliographic data and accumulated evidence during systematic sampling.

Año	Autor	Especies	Localidad	Sinonimias
1845	MORELET, A.	<i>Limax anguiformis</i> spec. nov.	Serra de Monchique en Algarve	
		<i>Limax squammantinus</i> spec. nov.	Serra do Caldeirão	
		<i>Limax viridis</i> spec. nov.	Serra do Caldeirão	¿ <i>Limacis flavus</i> ?
		<i>Babosa ignotum</i>	Abrantes, Alvega	¿ <i>Geomalacus anguiformis</i> ?
1867	MABILLE, M. J.	<i>Geomalacus anguiformis</i> (Morelet, 1845)	Serra de Monchique, Algarve	
1884	HESSE, P.	<i>Arion (Ariunculus) Moreleti</i> sp. n.	Gibraltar	<i>Geomalacus anguiformis</i> (Morelet, 1845)
1875	HIDALGO, J. G.	<i>Geomalacus maculosus</i> Allman, 1843	Santa Albas, Asturias	
		<i>Limax squammantinus</i> Morelet, 1845	Serra do Caldeirão	
1890	POLLONERA, C.	<i>Geomalacus maculosus</i> Allman, 1846	Portugal	
		<i>Geomalacus lusitanicus</i> Da Silva, 1873	Monte San Silvestre, Viana do Castelo	<i>Geomalacus maculosus</i> Allman, 1846
		<i>Geomalacus anguiformis</i> (Morelet, 1845) non sensu Simroth, 1891	Serra do Caldeirão	<i>Geomalacus squammantinus</i> (Morelet, 1845)
		<i>Geomalacus squammantinus</i> (Morelet, 1845) non sensu Simroth, 1891	Serra do Caldeirão.	<i>Geomalacus squammantinus</i> (Morelet, 1845)
1891	SIMROTH, H.	<i>Geomalacus maculosus</i> Allmann, 1846	Caldas do Gerês, Oporto	<i>Letourneuxia lusitanica</i> da Silva e Castro, 1873
		<i>Geomalacus anguiformis</i> (Morelet, 1845)	Monchique	<i>Geomalacus squammantinus</i> (Morelet, 1845)
		<i>Geomalacus Oliveirae</i> n. sp.	Guarda, Serra da Estrela	<i>Geomalacus squammantinus</i> (Morelet, 1845)
1893	SIMROTH, H.	<i>Geomalacus grandis</i> n. sp.	Serra da Estrela	<i>Geomalacus maculosus</i> Allman, 1846
1916	HIDALGO, J. G.	<i>Geomalacus grandis</i> Simroth, 1893	Serra da Estrela, Mirador de San Silvestre (Viana do Castelo)	
		<i>Geomalacus anguiformis</i> (Morelet, 1845)	Serra de Monchique	
		<i>Geomalacus squammantinus</i> (Morelet, 1845)	Serra do Caldeirão	
		<i>Geomalacus oliveirae</i> Simrot, 1891	Serra da Estrela, Guarda, Alvega	<i>Geomalacus squammantinus</i> (Morelet, 1845)

1926	HESSE, P.	<i>Geomalacus grandis</i> Simroth 1894	Portugal (Serra Estrella)	<i>Geomalacus maculosus</i> Allman, 1846
		<i>Geomalacus maculosus</i> Allman, 1846	Norte de España y Portugal	
		<i>Geomalacus anguiformis</i> (Morelet, 1845)	Algarve	<i>Geomalacus squammantinus</i> (Morelet, 1845)
		<i>Geomalacus oliveirae</i> Simroth, 1891	Portugal (Serra Estrella)	<i>Geomalacus squammantinus</i> (Morelet, 1845)
		<i>Geomalacus squammantinus</i> (Morelet, 1845)	Portugal	
		<i>Geomalacus viridis</i> (Morelet, 1845) (= <i>Limax</i>)	Portugal	¿ <i>Limacus flavus</i> ?
1941	NOBRE, A.	<i>Geomalacus grandis</i> Simroth, 1893	Serra da Estrela	<i>Geomalacus maculosus</i> Allman, 1846
		<i>Geomalacus maculosus</i> Allman 1846	Alrededores de Oporto, Viana do Castelo	
		<i>Geomalacus oliveirae</i> Simroth, 1891	Serra de Estrela	<i>Geomalacus squammantinus</i> (Morelet, 1845)
		<i>Geomalacus anguiformis</i> (Morelet, 1845)	Serra de Monchique	<i>Geomalacus squammantinus</i> (Morelet, 1845)
1977	NORRIS, A.	<i>Arion (Letourneuxia) moreleti</i> Hesse, 1884	Gibraltar	<i>Geomalacus anguiformis</i> (Morelet, 1845)
1981	CASTILLEJO, J.	<i>Geomalacus grandis</i> Simroth, 1893	Galicia	<i>Geomalacus maculosus</i> Allman, 1846
1983	WIKTOR, A.	<i>Letourneuxia numidica</i> Bourguignat, 1866	Marruecos	¿ <i>Geomalacus anguiformis</i> (Morelet, 1845)?
1988	PLATTS, A. & SPEIGHT, M.	<i>Geomalacus maculosus</i> Allman, 1843	León, Galicia	
		<i>Geomalacus anguiformis</i> (Morelet, 1845)	Santiago do Cacém, Algarve	<i>Geomalacus squammantinus</i> (Morelet, 1845)
1989	WIKTOR, A. & PAREJO, C.	<i>Geomalacus (Arrudia) anguiformis</i> (Morelet, 1845)	Robledo del Mazo (Toledo)	<i>Geomalacus squammantinus</i> (Morelet, 1845)
1991	WIKTOR, A & NORRIS, A.	<i>Geomalacus malagensis</i> sp. n.	Provincias de Málaga y Cádiz, Gibraltar	<i>Geomalacus anguiformis</i> (Morelet, 1845)
1993	RODRÍGUEZ, T., ONDINA, P., OUTEIRO, A. & CASTILLEJO, J.	<i>Geomalacus maculosus</i> Allman, 1843	Portugal: Serra da Estrela, Serra do Gerês, Bragança, Sao Pedro do Sul, Luso, Viana do Castelo, Mirador de San Silvestre.	
		<i>Geomalacus anguiformis</i> (Morelet, 1845)	Portugal: Serra de Monchique, Caldas de Monchique, Barranco do Velho, Alportel (Serra do Caldeirão)	<i>Geomalacus squammantinus</i> (Morelet, 1845)
		<i>Geomalacus oliveirae</i> Simroth, 1891	Portugal: Guarda, Caldas de Manteigas, Chaos, Sameiro (Serra da Estrela)	<i>Geomalacus squammantinus</i> (Morelet, 1845)
1994	CASTILLEJO, J., GARRIDO, C. & IGLESIAS, J.	<i>Geomalacus maculosus</i> Allman, 1843	Reserva del Saja, Carrejo, Puerto de los Tornos (Cantabria), Biobra (Orense), Sierra de Gata, Puerto del Pontón (León), Rañadoiro (Asturias).	
		<i>Geomalacus oliveirae</i> Simroth, 1893	Hoyos del Collado (Sierra de Gredos), Guadalupe (Cáceres)	<i>Geomalacus squammantinus</i> (Morelet, 1845)
		<i>Geomalacus anguiformis</i> (Morelet, 1845)	El Repilado, El Quejigo (Sierra de Aracena)	<i>Geomalacus squammantinus</i> (Morelet, 1845)
		<i>Geomalacus malagensis</i> Wiktor & Norris, 1991	Gibraltar, Torcal de Antequera, Sierra de las Nieves, Puerto del Madroño (Málaga), Capileira (Sierra Nevada, Granada)	<i>Geomalacus anguiformis</i> (Morelet, 1845)
1996	CASTILLEJO, J.	<i>Geomalacus moreleti</i> (Hesse, 1884)	Alameda Gardens (Gibraltar), Torcal de Antequera, Sierra de las Nieves, Puerto del Madroño (Málaga), Capileira (Sierra Nevada, Granada)	<i>Geomalacus anguiformis</i> (Morelet, 1845)

2013	PATRÃO, C.	<i>Geomalacus maculosus</i> Allman, 1843	Covadonga, Santillana del Mar, León, Santiago de Compostela, Caldas de Manteigas, Serra da Estrela, Serra do Gerês,	
		<i>Geomalacus anguiformis</i> (Morelet, 1845)	Serra de Monchique	<i>Geomalacus squammantinus</i> (Morelet, 1845)
		<i>Geomalacus oliveirae</i> Simroth, 1891	Guadalupe (Extremadura), Montes de Toledo, Peña de Francia, Sierra de Gredos, Serra da Estrela	<i>Geomalacus squammantinus</i> (Morelet, 1845)
		<i>Geomalacus malagensis</i> Wiktor & Norris, 1991	Sesimbra (península de Setúbal), Algarve, Andalucía	<i>Geomalacus anguiformis</i> (Morelet, 1845)
2015	INGA REICH <i>et al.</i>	<i>Geomalacus maculosus</i> Allman, 1843	Galicia, Cantabria, Picos de Europa, Serra do Gerês, Serra da Estrela.	