

El primer registro de *Koskinobullina socialis* (Foraminifera) para el Triásico de Europa y sus implicaciones paleoecológicas

F. Sánchez-Beristain⁽¹⁾, L. López-Esquivel Kranksith⁽²⁾, P. García-Barrera⁽¹⁾ y J. Reitner⁽³⁾

(1) Museo de Paleontología, Facultad de Ciencias, UNAM. Circuito Exterior S/N. Av. Universidad 3000, Ciudad Universitaria, Coyoacán 04510 D.F., México
sanchez@ciencias.unam.mx

(2) Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM. Circuito Exterior S/N. Av. Universidad 3000, Ciudad Universitaria, Coyoacán 04510 D.F., México

(3) Geowissenschaftliches Zentrum Göttingen, Abt. Geobiologie. Goldschmidtstraße 3. 37077 Göttingen, Alemania.

RESUMEN

Koskinobullina socialis Cherchi y Schroeder es una especie de microencostrante fósil. Su registro se conoce hasta el momento desde el Noriense (Triásico Superior) hasta el Paleógeno. En el presente estudio se describe el primer registro de este organismo para el Carniense (Triásico Superior), extendiendo así su alcance estratigráfico, así como su registro más antiguo en el continente Europeo. Los hallazgos corresponden a las facies de plataforma del Miembro Inferior de la Formación San Casiano en los Dolomitas (NE de Italia). *Koskinobullina socialis* ha sido considerado como alga y más recientemente, como foraminífero, clasificación que permanece válida hasta la actualidad. Pese a que el estado de preservación en algunas muestras no es del todo bueno, fue posible realizar la identificación a nivel de especie. La presencia de este organismo es de especial relevancia ecológica en ambientes arrecifales, ya que constituye encostramientos complejos principalmente en conjunción con microbialitas.

Palabras clave: Formación San Casiano, *Koskinobullina socialis*, microbialitas, paleoecología, Triásico

The first report on *Koskinobullina socialis* (Foraminifera) for the European Triassic and its palaeoecological implications

ABSTRACT

Koskinobullina socialis Cherchi and Schroeder is a fossil microencruster species. Its fossil record has been known since the Norian (Upper Triassic) to the Palaeogene. This paper reports the first record for the Carnian (Upper Triassic), thus extending its stratigraphical range. In addition, the oldest record for Europe is reported. This find corresponds to the platform facies of the Lower Member of the St. Cassian Formation of the Dolomites (NE Italy). *Koskinobullina socialis* has been considered as an alga and more recently, as foraminifera. This classification is currently valid. Although the preservation state of some samples is not good, it was possible to identify this organism to species level. The presence of this organism is of special ecological relevance in reef environments, as it forms part of encrustation complexes together mainly with microbialites.

Key words: *Koskinobullina socialis*, microbialites, paleoecology, St. Cassian Formation, Triassic

ABRIDGED ENGLISH VERSION

Introduction and method

The St. Cassian Formation (Ladinian-Carnian, Middle to Upper Triassic, Russo et al., 1991) has provided more than 1,000 different invertebrate taxa since its discovery (Münster, 1834; Zardini, 1978, 1985). Due to the excellent preservation state of the fossils it houses, it has been even considered as a Fossil Lagerstätte (Fürsich, 2000).

This formation outcrops in the Dolomites, in the South Tyrol (NE Italy). It consists of intercalated shale, marl and allodapic limestone deposits (Wendt and Fürsich, 1980), and comprises a Lower and an Upper Member (Fig. 1), both of which have the same lithology.

The St. Cassian Formation, with a maximum thickness of ca. 500 m (Bizzarini and Braga, 1978) overlies concordantly the Wengen Formation (Ladinian), and underlies concordantly the Dürrenstein Dolomite of the Carnian (Julian).

Both members of the St. Cassian Formation are interdigitated with the Cordevolian and Julian platform deposits known as the Lower and Upper Cassian Dolomite, which may indicate transgression and regression sequences (Bosellini, 1991).

In addition to these dolomitic deposits, some platform relics can be found in the form of olistoliths. Among these, the so called "Cipit Boulders" (Von Richthofen, 1860). Due to the inclination of the platform and to its further dissolution and partial karstification, these boulders dislodged from the platforms and were deposited into the Cassian Basin. During their deposit, many of these blocks escaped to diagenesis, which in turn helped preserve the original mineralogy of the fossils contained in them (Reitner, 1987; Sánchez-Beristain et al., 2011). This facilitated their taxonomical determination, as well as the possibility of performing geochemical analyses on them.

Unfortunately, there is a lack of a high-resolution stratigraphy for all the formation, which hinders an exact correlation with other lithological units. The extent of this problem has been known for a long time (Fürsich and Wendt, 1977), and is more obvious in the localities where the Cipit Boulders come from. These blocks may derive from different stratigraphical levels or even from different biotopes (Reitner, 1987; Moussavian and Senowbari-Daryan, 1988), due to their allochthonous nature.

The only way to study the fossils contained within the Cipit Boulders, is through thin sections. Unfortunately, much information may be lost through the effect of rock-sawing (Flügel, 2004). However, these effects lose importance as the dimensions of the organisms contained in thin sections decreases (Sánchez-Beristain et al., 2011). One example for this is provided by the organisms known as microencrusters (e.g. Schmid, 1996; Reolid et al., 2005; Sánchez-Beristain and Reitner, 2012). These organisms are encompassed in a broad taxonomical diversity, which includes a vast array of protists (Schmid, 1996), bryozoans (Reolid et al., 2005), algae (Shiraishi and Kano, 2004; Schlagintweit and Gawlick, 2008), as well as some without a taxonomic identity (e.g. Flügel, 1964; Reolid et al., 2005).

However, despite the huge diversity of microencrusters found to date, the number of new species for the St. Cassian Formation is limited to a work dealing with only one organism, *Barbafera carnica* (Senowbari-Daryan, 1997).

In this study, the microencruster *Koskinobullina socialis* is reported unequivocally for the first time for the European Triassic, thus extending its stratigraphical range in the continent and in the world. The analyzed samples come from two localities in the Dolomites (Trentino-Alto Adigio), NE Italy. The most well known of them, the Seelandalpe or Alpe di Specie, near the town of Schludersbach; and Misurina, in the valley of the Rimbianco river, NE of the city of Cortina d'Ampezzo (Fig. 2). In both sites, outcrops of the St. Cassian Formation can be seen.

Forty olistoliths were collected. 150 thin sections (70 μ m thick) were obtained from them by means of a rock saw and a grinder machine, in the formats 15 x 10 and 10 x 7.5 cm. Additionally, the thin section collection of the Göttingen Geosciences Centre (GZG - Germany) was revised in a search for *Koskinobullina socialis* material.

A selection by means of optical microscopy was made from the thin sections housed in the GZG and from those obtained with aid of the rock saw and grinder machine. In addition, the carbonate staining technique developed by Dickson (1965) was applied to some samples, in order to further select the best preserved thin sections. This method helps distinguish different carbonate types, such as calcite, ferrous calcite, aragonite, and dolomite.

Five thin sections containing *Koskinobullina socialis* were selected: GZG-IPFUB-JR1989-Cas1, GZG-FSSA XXV-9, GZG-M-I-6, GZG-M-VII-2 and GZG-M-VIII-2. The material is housed in the thin section collection of the Göttingen Geosciences Centre at the University of Göttingen (GZG - Niedersachsen, Germany).

Results and discussion

Koskinobullina socialis Cherchi and Schroeder (Figs 3-8) can be assigned to the Class Foraminifera, within the Order Rotaliida and furthermore within an undetermined family. An extended synonymy list can be found in the main manuscript text.

Diagnosis: Bubble- or semi-spherical shaped cells, mostly disposed in a juxtaposed and adjacent way, in a manner so as to constitute encrusting arrays of an irregular morphology. Each cell is totally delimited by a pseudo-fibrous wall (calcite granules with certain alignment), which is sometimes pierced by fine pores.

Description: Encrusting colonial organisms. Individual chambers are almost totally round; nevertheless, in some cases they can show a more or less irregular outline. In most cases, they may display pore-like structures in their walls (Fig. 3b). Wall mineralogy consists of ferrous calcite, which is proved by means of the

Dickson-staining method (Dickson, 1965). However, the original mineralogical composition may have been of low-magnesium calcite. This can be elucidated after the pink-reddish staining of the samples with the best preservation. Even though the colonies usually have an irregular form, they show a tendency to develop elongated structures in the first level of direct encrusting onto a determined surface (Figs 6-7). In the same way, the colonies may be found in a "stratiform" disposition (sensu Cherchi and Schroeder, 1979; Figs 4b, 7, 8b).

Occurrence: Seelandalpe and Misurina, Cipit Boulders from the St. Cassian Formation (Ladinian-Carnian, Middle-Upper Triassic), NE Italy.

Dimensions: All cells have a size ranging from 80 and 120 μm long, and between 60 and 80 μm wide.

*Discussion: Cell dimensions coincide with those established by Cherchi and Schroeder (1979) for the designation of this species. Cherchi and Schroeder (1979, 1985) classify this organism within the algae, due to its similarities with *Wetheredella silurica*, a microencruster incertae sedis with algal affinities from the Silurian-Devonian. However, the exterior cell structure in *Wetheredella* is tubular (Wood, 1948), whilst in *Koskinobullina* it is rounded (Figs 3-8). Schmid (1996) assigns *K. socialis* to the Foraminifera, and points out the existing differences between the colonies of *Koskinobullina socialis* and of cyanobacteria described by Kazmierczak and Kempe (1992)*

*Stratigraphic importance: previous to this research, the known stratigraphic range of *K. socialis* spanned from the Norian (Martindale et al., 2012) to the Paleocene (Vecsei and Moussavian, 1997). This is thus the oldest record for this organism, corresponding to the Carnian. In addition, it represents the oldest record for the European Triassic and also for the whole world.*

*Palaeoecology of *Koskinobullina socialis*: *Koskinobullina socialis* dwelled preferently in well-lit platform regions (Schmid, 1996), and also in mid- to high-energy environments (Schmid, 1996; Sánchez-Beristain, 2010; Sánchez-Beristain and Reitner, 2012). In addition, it has been found in reef environments, forming crusts along with metazoans (Shiraishi and Kano, 2004). The palaeoecological role of the Triassic specimens of *K. socialis* shown in this work is comparable to that described by Leinfelder et al. (1993, 1996) and by Schmid (1996).*

*Most reef systems from the St. Cassian Formation are constituted by metazoans, calcareous red algae and thrombolitic microbialites. These reef /reef-like systems come either from shallow or from deep environments, and from low- to high-energy environments (Neuweiler and Reitner, 1995; Sánchez-Beristain, 2010; Sánchez-Beristain and Reitner, 2012). Microencrusters contained in Cassian reef deposits are interdigitated with microbialitic crusts of leiolitic (Fig. 5) or thrombolitic microstructure (Figs 3, 4, 6, 8). However, St. Cassian microencrusters (including *K. socialis*) can be found directly encrusting onto the surface of reef-building chaetetid sponges (Fig. 7). The observations from this research, along with those from the literature, lead to the conclusion that *Koskinobullina socialis* Cherchi and Schroeder was an euryoecious organism, with a broad range of tolerance to light and energy conditions in its palaeoenvironment.*

Introducción

Los estratos conocidos en conjunto como Formación San Casiano han sido ampliamente estudiados y caracterizados por más de un siglo y medio (Münster, 1841). Esta formación es muy conocida, principalmente por la abundancia de restos fósiles que ha proporcionado. Hasta el momento, se han descrito más de 1000 taxones diferentes de invertebrados en los depósitos casianos (e.g. Münster, 1834; Zardini, 1978, 1985). Adicionalmente, la formación es reconocida por el estado de preservación del material contenido en ella, al grado de ser considerada como una *Lagersstätte* fósil (Fürsich, 2000).

La Formación San Casiano (Ladiniense-Carniense, Triásico Medio-Superior; Russo *et al.*, 1991) aflora en la región conocida como los Dolomitas, en el Tirolo del Sur (NE de Italia), siendo parte de los Alpes Italianos. Está conformada por depósitos intercalados de lutitas, margas, calcilutitas y calizas alodápicas (Wendt and Fürsich, 1980). Esta formación consiste en un Miembro Inferior y un Miembro Superior (Fig. 1). Ambos tienen la misma composición litológica y se interca-

lan con los depósitos del Cordevoliense y del Juliense de las llamadas plataformas carbonatadas casianas (Russo, 2005), conocidas informalmente como "Dolomía Casiana Inferior" y "Dolomía Casiana Superior". De acuerdo con Bosellini (1991), este fenómeno indica secuencias de regresión y transgresión. La Formación San Casiano sobreyace concordantemente a la Formación Wengen, depositada durante el Ladiniense y subyace a la Dolomía Dürrenstein, del Carniense (Juliense). Su espesor máximo oscila entre los 400 y 500 m (Bizzarini and Braga, 1978).

Las plataformas carbonatadas de la Formación San Casiano están representadas principalmente por macizos dolomíticos así como también por algunos olistolitos (Wendt and Fürsich, 1980). Dentro de estos olistolitos se distinguen las llamadas "Calizas de Cipit" (Calcarì di Cipit en italiano; Von Richthofen, 1860), un topónimo deformado del Arroyo Tschapit, cerca del macizo dolomítico Seiser Alm. Su origen puede explicarse a partir de la fragmentación de algunas secciones de parches arrecifales ("Cassian Patch Reefs") asentados en partes tanto proximales como distales de la plataforma carbonatada (Wendt, 1982). Debido a

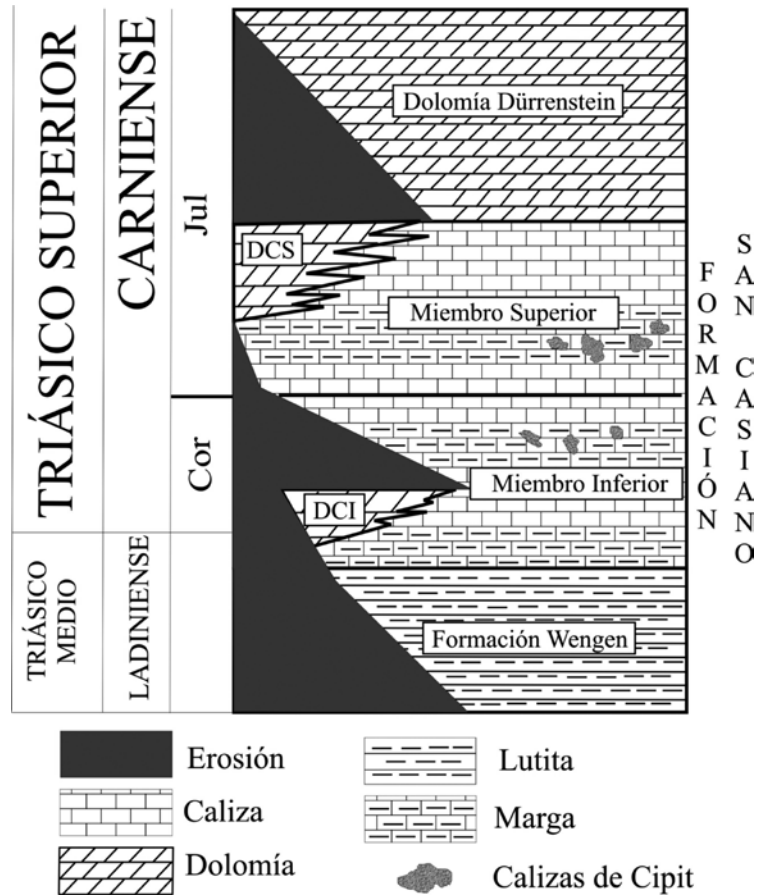


Figura 1. Columna estratigráfica de la Formación San Casiano. Cor: Cordevoliano; Jul: Juliano; DCI: Dolomía Casiana Inferior; DCS: Dolomía Casiana Superior. Modificada de Sánchez-Beristain y López-Esquivel Kranksith (2011).

Figure 1. Stratigraphic section of the St. Cassian Formation. Cor: Cordevolian; Jul: Julian; DCI: Lower Cassian Dolostone; DCS: Upper Cassian Dolostone. Modified from Sánchez-Beristain and López-Esquivel Kranksith (2011).

la inclinación documentada de la plataforma (Wendt and Fürsich, 1980) y a su posterior disolución y karsificación parcial (Wendt and Fürsich, 1980; Biddle, 1981), estos bloques fueron desprendidos y depositados rápidamente en los sedimentos contemporáneos de cuenca (Formación San Casiano), constituidos por lutitas (Wendt and Fürsich, 1980; Bosellini, 1991; Russo et al., 1997). Durante su depósito, algunos de estos bloques escaparon a los efectos de la diagénesis, preservándose así la mineralogía original de los fósiles contenidos en ellos (Scherer, 1977; Reitner, 1987; Sánchez-Beristain et al., 2011). Gracias a ello, la caracterización taxonómica e incluso geoquímica de fósiles y sedimentos incluidos en estas calizas puede alcanzar una alta resolución. Los fósiles que han permitido correlacionar el origen de las Calizas de Cipit con los "Patch Reefs" documentados por Wendt (1982) incluyen principalmente corales (Russo et al., 1991), y esponjas "coralinas" (Reitner, 1987; Reitner and Engesser, 1989; Sánchez-Beristain and Reitner, 2012).

Por otra parte, la única forma de estudiar los fósiles contenidos en las Calizas de Cipit es a través de láminas delgadas, y gran parte de la información contenida en las rocas se pierde en su obtención por efectos de corte (Flügel, 2004). No obstante, estos efectos

pierden relevancia a medida que las dimensiones de los organismos contenidos en las rocas disminuyen (Sánchez-Beristain et al., 2011). Un ejemplo para ello es brindado por los organismos conocidos en conjunto bajo el término de microenocostrantes (e.g. Schmid, 1996; Reolid et al., 2005; Sánchez-Beristain and Reitner, 2012). Estos organismos agrupan una variedad taxonómica que incluye un diverso grupo de protistas (Schmid, 1996), briozoarios (Reolid et al., 2005), algas (Shiraishi and Kano, 2004; Schlagintweit y Gawlick, 2008) y algunos con identidad taxonómica aún no definida (e.g. Flügel, 1964; Reolid et al., 2005). Sin embargo, a pesar de presentar una gran diversidad, el número de hallazgos de especies nuevas de microenocostrantes en la Formación San Casiano se limita únicamente a un trabajo relativo a un sólo organismo, *Barbafera carnica* (Senowbari-Daryan, 1997).

En el presente estudio se describe por primera vez la presencia inequívoca del microenocostrante *Koskinobullina socialis* para el Triásico de Europa, ampliando así su alcance estratigráfico en el continente y en el mundo. Si bien el eje del presente trabajo no es profundizar en la problemática surgida en torno a la sistemática de *Koskinobullina socialis*, dicho organismo se describe a nivel de especie con el fin de esclarecer

ciertos problemas suscitados en un trabajo anterior (Sánchez-Beristain and Reitner, 2012) en torno a su afinidad taxonómica. Asimismo, se han identificado importantes rasgos en la paleoecología de este organismo, en particular su asociación con costras microbianas.

Área de estudio

Las muestras analizadas proceden de dos localidades en los Dolomitas (Trentino-Alto Adigio), al NE de Italia: la más conocida de ellas, Seelandalpe o Alpe di Specie, cerca del poblado de Schluderbach; y Misurina, en el valle del Río Rimbianco, al NE de la ciudad de Cortina d'Ampezzo (Fig. 2). En ambas afloran estratos de calcilitita de la Formación San Casiano, con espesores de 30 a 90 cm cada uno. Dentro de ellos se encuentran los olistolitos que son objeto de este estudio. Estos olistolitos poseen formas desde cuasi esféricas hasta ovales, y dimensiones que van desde los 10 hasta cerca de 50 cm de diámetro (para el caso de los esféricos). Sin embargo, sólo se colectaron muestras con un tamaño menor a 30 cm de diámetro. La textura de los mismos es por lo general impermeable y sin evidencia considerable de cementos. Esto respalda de manera cualitativa el bajo grado de diagénesis de los olistolitos, lo mismo que se pudo comprobar en láminas delgadas.

Material y método

Se recolectaron cuarenta olistolitos. De ellos, se extrajeron en total 150 láminas delgadas de ca. 70 µm de espesor, en formato 15 x 10 y 10 x 7,5 cm. Asimismo, se revisó la colección de láminas delgadas del Centro de Geociencias de Göttingen (Alemania). Se realizó un análisis posterior de las láminas obtenidas y de las revisadas en la colección de este centro, a modo de seleccionar aquellas que presentaran una mejor preservación del material. Para ello, se utilizaron conjuntamente el análisis por microscopía óptica y la técnica de tinción de carbonatos de Dickson (1965), que consiste en la aplicación conjunta de Hexacianoferrato de Potasio y Rojo de Alizarina, y que tiene como finalidad el distinguir diferentes tipos de carbonatos, como calcita, calcita ferrosa, aragonito y dolomita.

En total, se seleccionaron 5 láminas delgadas conteniendo a *Koskinobullina socialis*: GZG-IPFUB-JR1989-Cas1, GZG-FSSA XXV-9, GZG-M-I-6, GZG-M-VII-2 y GZG-M-VIII-2. El material se conserva en la colección del Centro de Geociencias de la Universidad de Göttingen en Sajonia Meridional, Alemania (GZG).

Paleontología sistemática

Clase Foraminifera Lee, 1990
Orden Rotaliida Lankester, 1885
Familia indeterminada

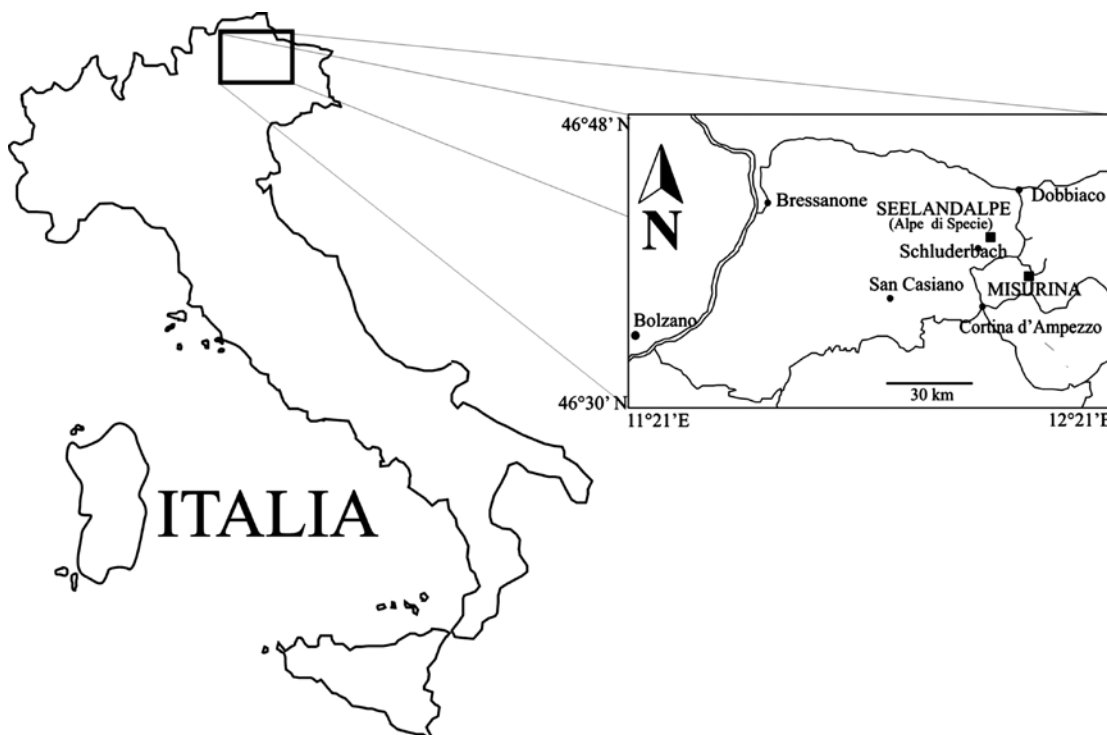


Figura 2. Mapa de acceso a las localidades de donde proviene el material estudiado, Seelandalpe y Misurina, en el noreste de Italia. Modificada de Sánchez-Beristain y López-Esquivel Kranksith (2011). **Figure 2.** Access map to the sites where the studied material comes from: Seelandalpe and Misurina, NE Italy. Modified from Sánchez-Beristain and López-Esquivel Kranksith (2011).

- Género *Koskinobullina* Cherchi y Schroeder, 1979
Koskinobullina socialis Cherchi y Schroeder, 1979
- 1956 Organisme indéterminé - Auroze et al., p. 10, fig. 5
- 1964 Section multicellulaire *incertae sedis* - Cuvillier and Deloffre, p. 8, lám 3, figs. 1-3.
- 1965 Organisme indéterminé - Griffon, lám. 3, figs. 1-3.
- 1966 "Section multicellulaires" Cuvillier and Deloffre, *incertae sedis* - Praturlon, p. 180, fig.text. 8.
- 1967 Fragment de test d'Acervulinide - Gisiger, p. 306, lám. 1, fig. 8.
- 1968 "Organisme en arceaux" - Bernier, lám. 16, fig. 4.
- 1970 *Problematicum* (vermutlich Alge) - Bolliger and Burri, p. 39, lám 8, fig. 2.
- 1970 Acervulinidae (?) - Huguet and Lespinasse-Le-grand, p. 281, lám 2., figs. 3-4.
- 1971 "Organisme en arceaux" - Ramalho, p. 189, lám. 38, figs. 4-6.
- 1971 "Acervulinidae" sp. - Wernli, 1971, p. 349, lám. 10, figs. 4-5.
- 1971 "Acervulinidae" - Wernli y Septfontaine, p. 443.
- 1972 *Acervulina* sp. - Samuel, Borza and Köhler, p. 109, figs. 1-4
- 1975 *Acervulina* sp. - Dragastan, p. 54, lám. 30, fig. 2.
- 1976 "Section multicellulaires" Cuvillier and Deloffre - Cherchi y Schroeder, p. 74
- 1976 ?*Planorbulina create* Marsson - Decrouez, pp. 112-113, lám. 21, fig. 12.
- 1976 *Wetheredella* Wood 1948 - Masse, pp. 231-232, lám 8, figs. 13-14.
- 1976 Organisme *incertae sedis* Auroze et al. - Peybernès, lám. 10, fig. 12.
- 1979 *Koskinobullina socialis* n.gen. n.sp - Cherchi y Schroeder, pp. 520-522, lám. 1, figs. 1-3.
- 1981 *Koskinobullina socialis* Cherchi-Schroeder - Mišik and Sykora, p. 43, lám. 14, fig. 1.
- 1981 *Koskinobullina socialis* Cherchi and Schroeder - Mišik et al., p. 32, lám. 2, fig. 5.
- 1981 *Koskinobullina sarda* Cherchi and Schroeder - Schroeder, p. 392, lám. 1, fig. 14. (nomen nullum).
- 1982 *Koskinobullina socialis* Cherchi et Schroeder - Mišik and Sykora, p. 59, lám. 5, fig. 2.
- 1983 *Koskinobullina socialis* Cherchi & Schroeder - Schroeder and Willems, p.76, fig. text 4/13.
- 1983 Organisme multicellulaire inc. sed. - Septfontaine, lám. 6, fig. 8.
- 1985 *Koskinobullina socialis* Cherchi and Schroeder, 1979 - Cherchi y Schroeder, lám. 1, figs. 1-6; lám. 2, figs. 1-2; lám. 3, figs. 1-6; lám. 4, figs. 1-6.
- 1988 *Koskinobullina socialis* Cherchi and Schroeder - Fezer, p. 84, lám. 2, fig. 5
- 1992 *Koskinobullina socialis* Cherchi and Schroeder - Bodeur, lám. 21, fig. 10
- 1993 *Koskinobullina socialis* Cherchi and Schroeder - Leinfelder et al., p. 205, lám. 41, fig. 8
- 1996 *Koskinobullina socialis* Cherchi and Schroeder - Schmid, pp. 201-203, figs. 120, 122-123, 125
- 2004 *Koskinobullina socialis* Cherchi & Schroeder - Shiraishi y Kano, p. 222, figs. 7A, 7D.
- 2012 *Koskinobullina* cf. *K. socialis* - Sánchez-Beristain and Reitner, figs. 12, 14-15

Diagnosis.- Células en forma de burbuja o semi-esféricas, a menudo estrechamente yuxtapuestas, formando agregados encostrantes de morfologías irregulares. Cada célula está totalmente delimitada por una pared pseudo-fibrosa (gránulos de calcita con cierto alineamiento), parte de la cual es atravesada por poros finos.

Descripción.- Organismos coloniales encostrantes. Las cámaras individuales son casi en su totalidad redondeadas, y en la mayoría de los casos se pueden presentar ciertas estructuras a manera de poros en las paredes (Fig. 3). No obstante, en ciertas ocasiones pueden exhibir formas de contorno irregular (Figs. 3a-b; comp. Cherchi and Schroeder, 1979, lám. 1, fig. 2). La mineralogía de la pared consiste en calcita ferrosa, según queda evidenciado por la tinción de Dickson (Figs. 3-8). No obstante, la composición mineralógica original parece haber consistido en calcita baja en magnesio. Esto puede elucidarse a partir de la coloración rosa-rojo claro después de dicha tinción en las muestras con mejor conservación (Figs. 3a-b). Cherchi and Schroeder (1979) atribuyeron una estructura fibro-radial a la pared. Sin embargo, este rasgo no fue identificado en alguno de los ejemplares de este estudio.

Si bien la forma de las colonias es irregular, hay una tendencia a formar estructuras elongadas en el primer nivel de encostramiento directo (Fig. 6-7). Asimismo, las colonias suelen encontrarse en una disposición "estratiforme" (sensu Cherchi and Schroeder, 1979; Figs. 4b, 7, 8a-b).

Distribución geográfica y estratigráfica.- Seelandalpe y Misurina, Formación San Casiano, NE de Italia

Dimensiones.- Todas las células oscilan entre 80 y 120 µm de anchura y entre 60 y 80 µm de alto en lámina delgada.

Discusión.- Las dimensiones de cada célula en las colonias concuerdan con las establecidas por Cherchi and Schroeder (1979) para la identificación de esta especie.

Como se mencionó anteriormente, la intención de este trabajo no es el debatir sobre la clasificación taxonómica de este organismo. Dicha tarea ha sido abordada en numerosas ocasiones sobre las que se

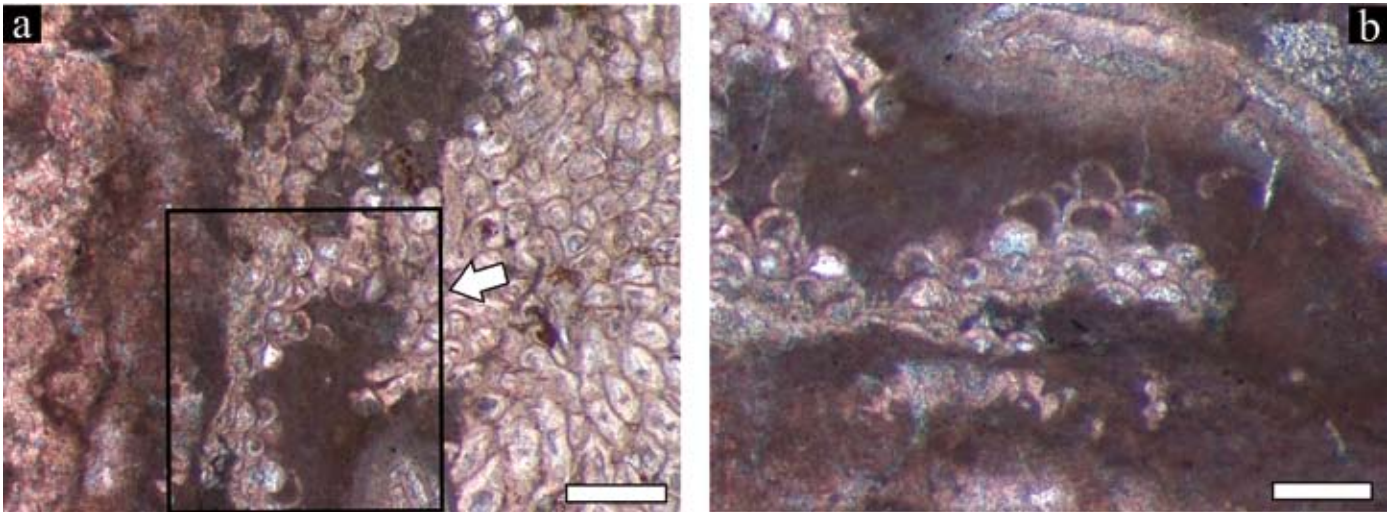


Figura 3. a, Una colonia de *Koskinobullina socialis* (flecha) en asociación con algas rojas calcáreas. Escala = 500 µm. Muestra GZG-IPFUB-JR1989-Cas 1. b, Detalle de a). Escala = 500 µm. Copyright de Springer y de la Sociedad Paleontológica Alemana (Paläontologische Gesellschaft).

Figure 3. a, A colony of *Koskinobullina socialis* (arrow) associated to calcareous red algae. Scale bar = 500 µm. Sample GZG-IPFUB-JR1989-Cas 1. b, Detail of a). Scale bar = 500 µm. Copyright: Springer and the German Palaeontological Association (Paläontologische Gesellschaft).

hará un breve repaso. Las formas observadas en este estudio son muy similares a las descritas por Cherchi and Schroeder (1979, 1985) y por Schmid (1996). Cherchi and Schroeder (1979, 1985) lo atribuyen a un alga, debido a la similitud con *Wetheredella silurica*, un mi-

crocostrante *incertae sedis* con afinidades a algas porostromadas del Silúrico-Devónico. No obstante, la estructura exterior de las células en *Wetheredella* es tubular (Wood, 1948), mientras que en *Koskinobullina* es redondeada (Figs. 3-8). Schmid (1996) señala, por

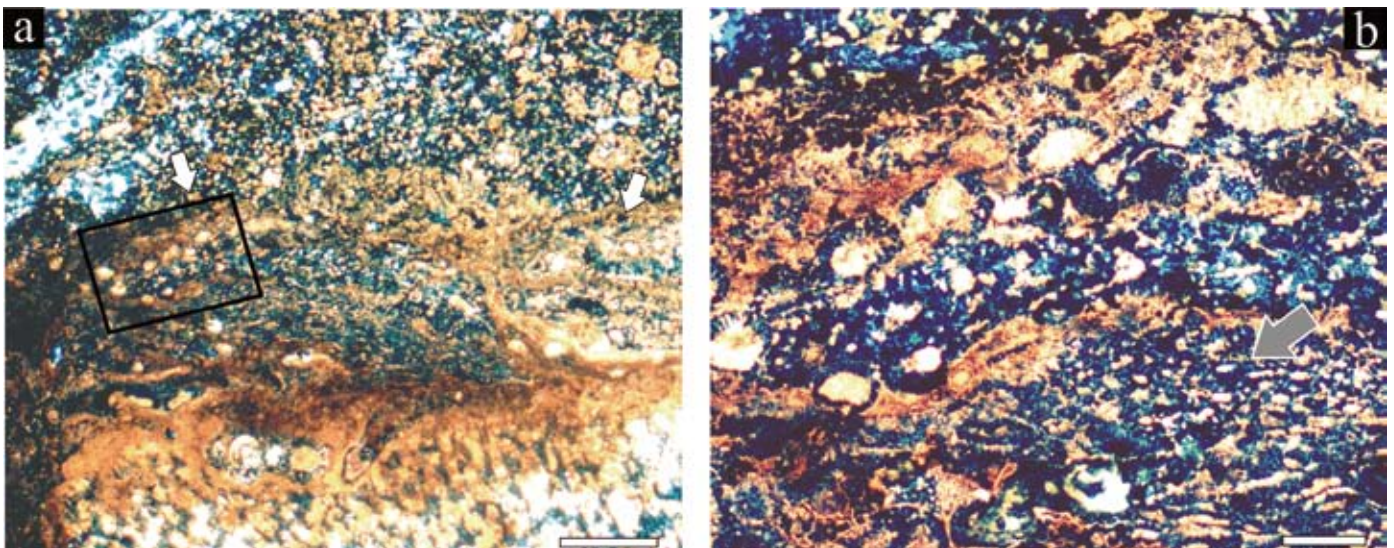


Figura 4. a, Colonias de *Koskinobullina socialis* asociadas con costras microbianas de textura peloidal, que a su vez colonizan la superficie a un estromatoporoido. El color azul en las paredes de los organismos de la colonia es debido al método de tinción de Dickson. Muestra GZG-M-VIII-2. Escala = 500 µm. b, Detalle del recuadro en a). Aquí se observa la asociación de *Koskinobullina socialis* con costras de porostromados (flecha gris) y microbialitas de textura peloidal, que presentan una coloración cafe-rojiza. Nótese la forma elongada de la colonia en su base, y la disposición "estratiforme" de la misma. Escala = 100 µm.

Figure 4. a, Colonies of *Koskinobullina socialis* associated with microbial crusts of peloidal texture, which in turn settle on top of a stromatoporoide. Blue colour in the wall of the organisms is due to the Dickson staining method. Sample GZG-M-VIII-2. Scale = 500 µm. Copyright: Paläontologische Gesellschaft. b, Detail of a). *Koskinobullina socialis* associated with porostromate crusts (grey arrow) and peloidal microbialites, which have a reddish-brownish coloration. Note the elongated form of the colony of *K. socialis* at its base, and its "stratiform" disposition. Scale = 100 µm.

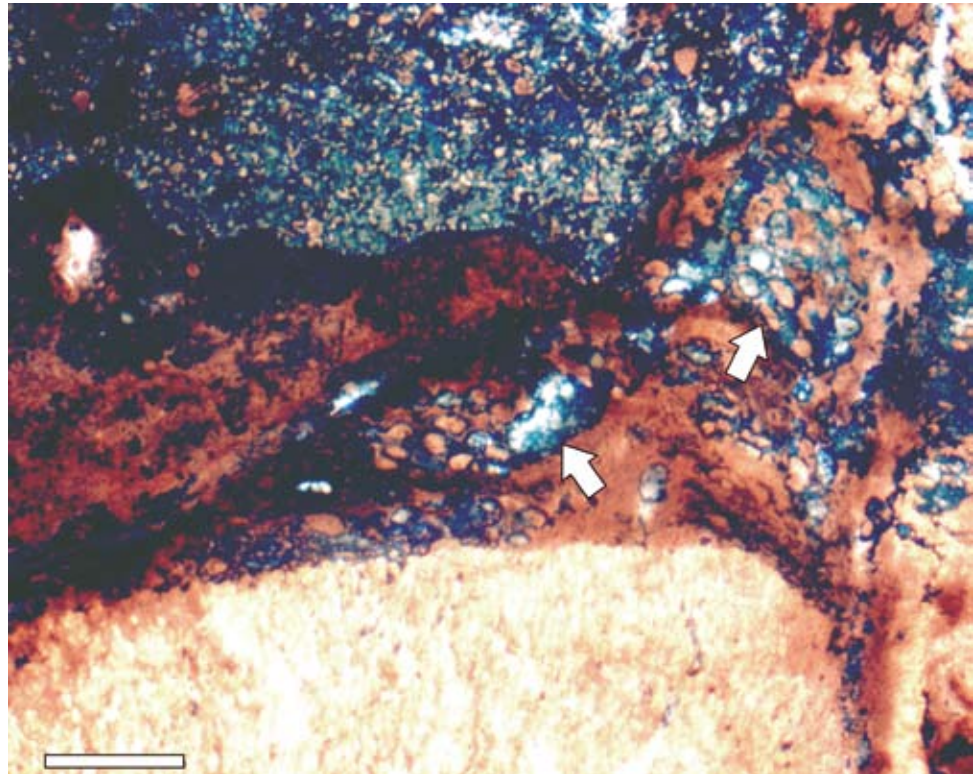


Figura 5. Colonias de *Koskinobullina socialis* (flechas) entremezcladas con microbialitas de textura leolítica (color café rojizo) conformando una asociación encostrante sobre una esponja quetétida. Muestra GZG-M-VII-2. Escala = 500 μm .

Figure 5. Colonies of *Koskinobullina socialis* (arrows) mixed with leolitic microbialites (reddish-brown), crusting on top of a chaetetid sponge. Sample GZG-M-VII-2. Scale bar = 500 μm .

el contrario, que la posición taxonómica corresponde a la Clase Foraminifera. Más aún, este autor señala en la misma obra la diferencia entre las colonias atri-

buidas a *Koskinobullina socialis* y las estructuras coniferadas a cianobacterias descritas por Kazmierczak y Kempe (1992), razón por la cual es posible atribuir los

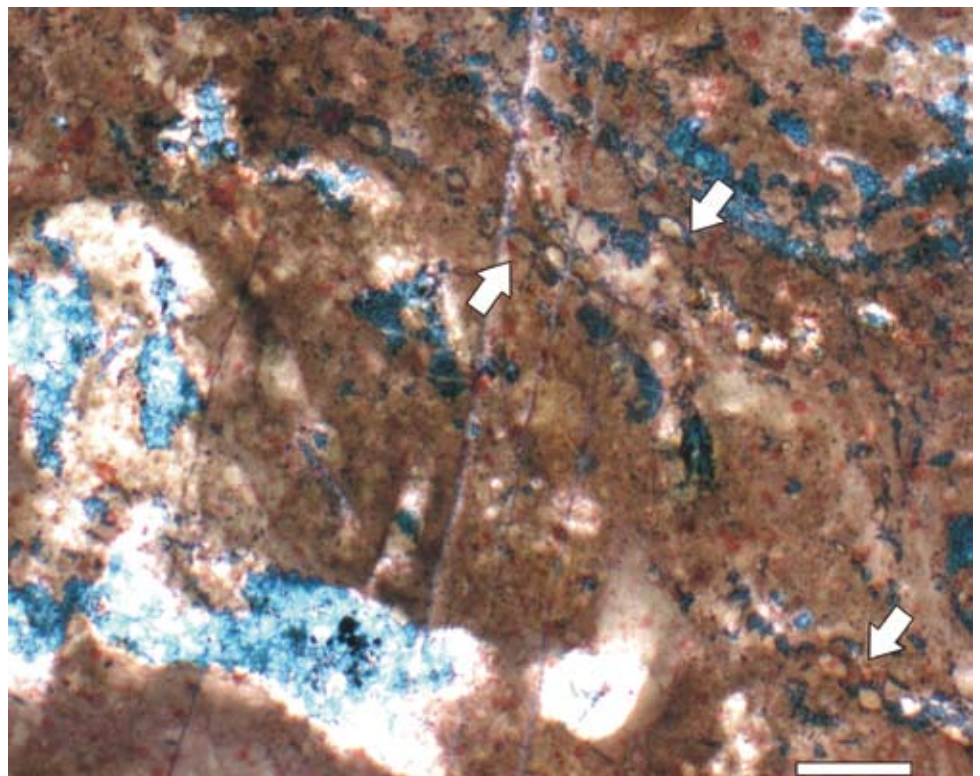


Figura 6. Colonias de *Koskinobullina socialis* (flechas) encostradas en microbialitas peloidales. Nótese la forma elongada de la colonia en el sitio de encostramiento sobre la microbialita. Muestra GZG-M-I-6. Escala = 200 μm .

Figure 6. Colonies of *Koskinobullina socialis* (arrows) encrusted within peloidal microbialites. Note the thin elongated form of the colony at the encrusting site. Sample GZG-M-I-6. Scale bar = 200 μm .

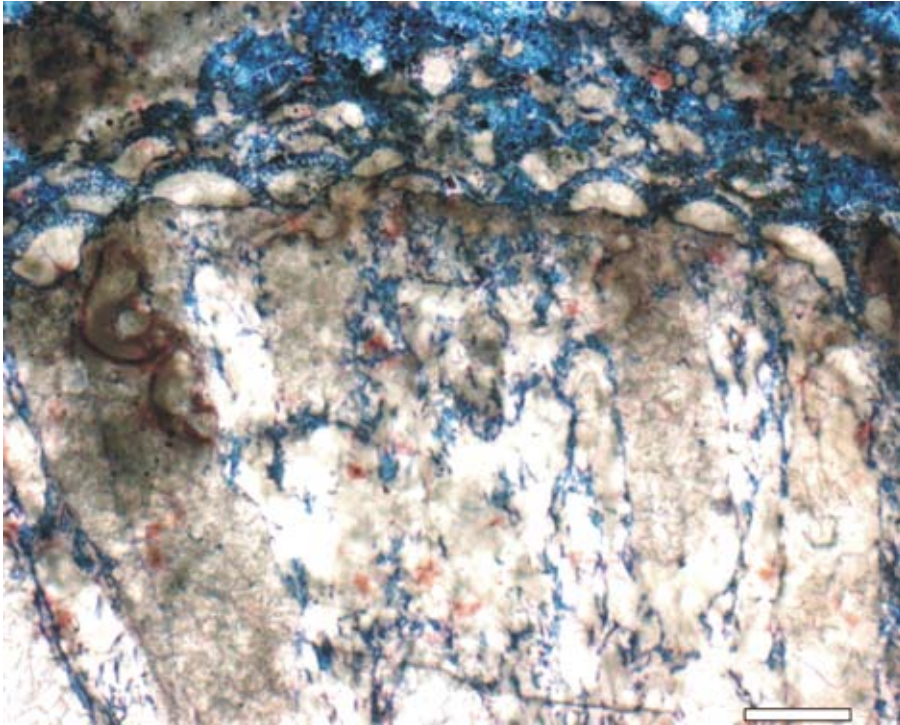


Figura 7. Una colonia de *Koskinobullina socialis* formando una costra sobre la superficie de una esponja quetétida. Nótese que se trata de un encostramiento directo sobre la esponja, y que la forma de la colonia es elongada en el sitio de encostramiento sobre ésta. Muestra GZG-M-I-6. Escala = 100 μ m.

Figure 7. A colony of *Koskinobullina socialis* forming a crust on top of a chaetetid sponge. Note that this is a direct crust, and that the colony is elongated at the encrusting site atop the sponge. Sample GZG-M-I-6. Scale bar = 100 μ m.

organismos descritos en este trabajo a la Clase Foraminifera.

Importancia estratigráfica

Desde hace tiempo se ha abordado el problema de la falta de una estratigrafía de alta resolución para

toda la Formación San Casiano, lo que impide una correlación exacta con otras unidades litológicas, como la Dolomía Casiana (Fürsich y Wendt, 1977), y que desencadena dificultades para su datación. Dicho problema se magnifica en las Calizas de Cipit, pues dada su naturaleza alóctona, podrían proceder de niveles estratigráficos distintos dentro de la plataforma carbonatada (Bosellini, 1991; Russo et

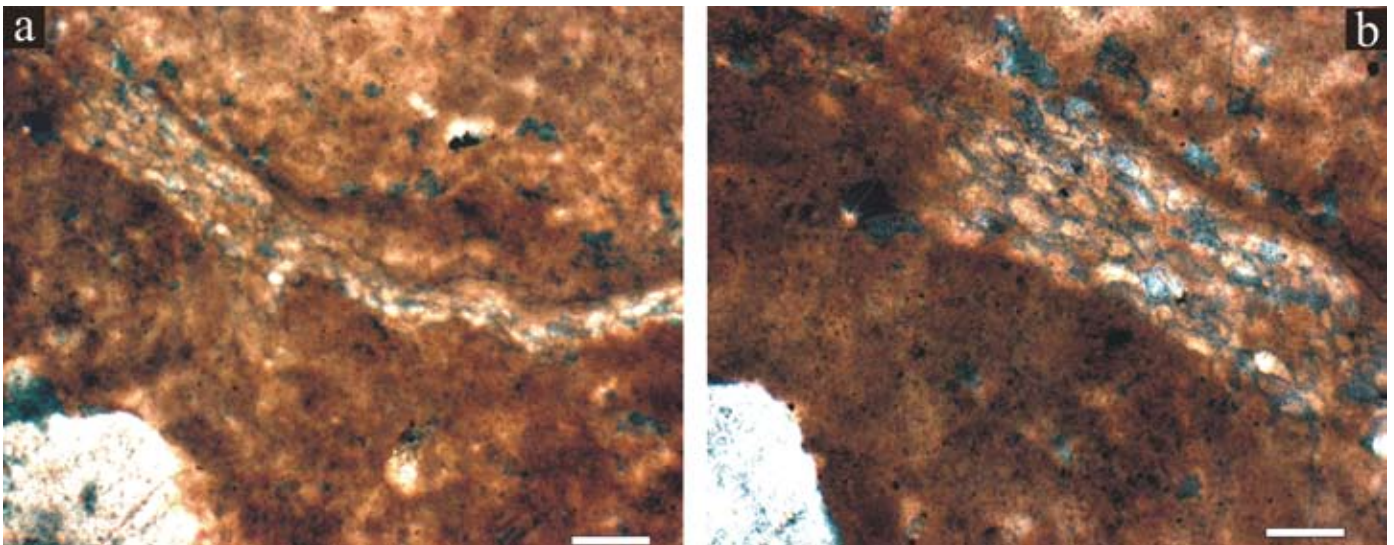


Figura 8. a, Colonia de *Koskinobullina socialis* asociada a una costra microbiana de textura peloidal. Muestra GZG-M-I-6. Escala = 200 μ m. b, Detalle de a). Escala = 100 μ m.

Figure 8. a, Colony of *Koskinobullina socialis* associated to a peloidal microbialite crust. Sample GZG-M-I-6. Escala = 200 μ m. b, Detail of a). Scale bar = 100 μ m.

al., 1991) así como de biotopos diferentes (Reitner, 1987; Moussavian and Senowbari-Daryan, 1988). No obstante, la presencia del foraminífero involutinido *Lamelliconus cordevolicus* (Oberhauser) (Fig. 9), con un alcance estratigráfico que comprende el intervalo que va del Ladiniense al Carniense (Di Bari and Laghi, 1994), y su concomitancia con *Koskinobullina socialis* en los olistolitos analizados, puede delimitar el alcance estratigráfico de estas muestras justamente a este intervalo. Con ello, un rasgo adicional de este descubrimiento radica en que el rango estratigráfico de este organismo aumenta. Anteriormente se conocía desde el Noriense (Martindale et al., 2012) y hasta el Paleoceno (Vecsei and Moussavian, 1997). Este es el registro inequívico más antiguo para *Koskinobullina socialis*, toda vez que Sánchez-Beristain and Reitner (2012) no identificaron los ejemplares descritos en su trabajo –y que son parte de los descritos en este estudio– de una manera resolutiva hasta el nivel de especie, al no realizar una caracterización sistemática profunda de los mismos, y dejando el estatus taxonómico en nomenclatura abierta. Asimismo, constituye el primer registro de la especie para el Triásico del continente Europeo y el más antiguo para el mundo. Podría ser incluso considerado como el primer registro para el Triásico, dado a que Martindale et al. (2012) no efectuaron una descripción de los organismos que ellos ilustraron como *Koskinobullina socialis*.

Paleoecología de *Koskinobullina socialis*

Los microencrostrantes pueden proveer de una gama vasta de información paleoambiental (Schmid, 1996), en gran parte debido a que sus dimensiones permiten la preservación de un mayor número de ejemplares en la misma lámina delgada (Sánchez-Beristain, 2010). De acuerdo con Schmid (1996), *Koskinobullina socialis* solía habitar tanto en regiones de plataforma iluminadas (alta diversidad de organismos asociados y dirección en la orientación en el crecimiento de costras microbianas), así como también en zonas semi-crípticas (baja diversidad orgánica y nula orientación de crecimiento en costras microbianas). El organismo fungía como encostrante neto, y no tomaba parte significativa como constructor de arrecifes (*sensu* Fagerstrom, 1987).

Asimismo, asignó ambientes de media a alta energía para este microencrostante (organismos asociados preferentemente encostrantes, *grainstone* asociadas y escaso aporte microbialítico en lámina delgada), e incluso de baja energía (presencia de organismos con crecimiento ramoso, sin *grainstone*, y alto aporte de microbialita en lámina delgada).

Koskinobullina socialis ha sido también encontrado participando activamente de la construcción de macizos arrecifales, formando costras en conjunto con metazoos (Shiraishi and Kano, 2004). Si bien su aporte volumétrico no es importante, el rol que desempeñan

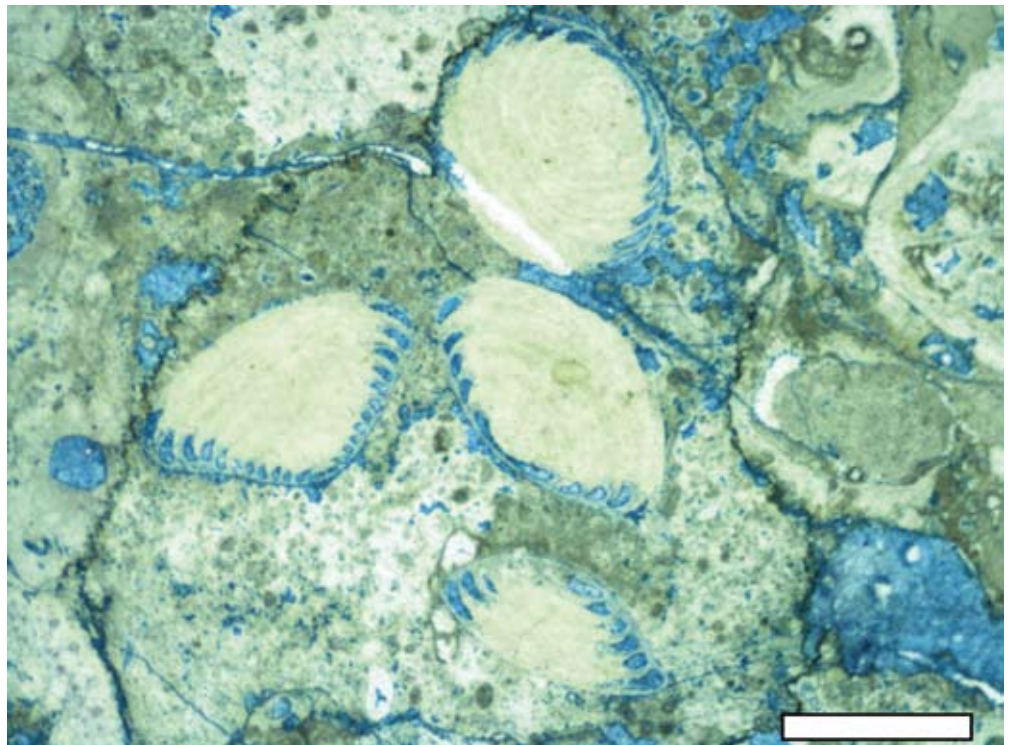


Figura 9. *Lamelliconus cordevolicus* (Oberhauser), un fósil índice del Ladiniense-Carniense. Escala = 500 μm .

Figure 9. *Lamelliconus cordevolicus* (Oberhauser), an index fossil for the Ladinian-Carnian. Scale bar = 500 μm .

estas costras es notable en lámina delgada (comp. Shiraishi and Kano, 2004). Las condiciones de media energía descritas por Schmid (1996), prevalecen en este y otros trabajos (e.g. Schlagintweit y Gawlick, 2008).

Leinfelder *et al.* (1993) describieron por su parte la presencia de *Koskinobullina socialis* asociado preferentemente a costras de origen microbiano para el Jurásico tardío de Cotovio, Portugal, y de diversas localidades en España. Estas costras se encuentran en zonas de plataforma, sobre la base de ola de buen tiempo. Otros microencrostantes asociados a *K. socialis* en estas costras microbianas son *Thaumatoporella parvovesiculifera* Ranieri, *Berenicea* Lamoroux, *Bacinnella* Radoicic, *Neuropora* Roemer, *Marinella* Pfender *Placopsilina* D'Orbigny, "Tubiphytes" Maslov y *Girvanella* Nicholson y Etheridge. Estos autores asocian la presencia de estas costras a condiciones variables de energía (baja a media), y de alta iluminación, con base en la importancia del aporte microbialítico en lámina delgada y en la orientación de las costras. Asociaciones similares han sido descritas por Leinfelder *et al.* (1996). En ellas se describe el rol de *K. socialis* como encrustador neto, pero sin tomar parte activa en la construcción del macizo arrecifal.

Por otra parte, Dupraz and Strasser (1999) encontraron conjuntos similares de *Koskinobullina socialis* asociado a organismos microencostrantes en facies microbianas (trombolitos y leiolitos) de biohermos coralinos de baja profundidad del Oxfordiense tardío de Suiza. No obstante, a pesar de estar también relacionadas con ambientes de baja a media energía, algunas de estas asociaciones basadas fundamentalmente en microbialitas poseen una baja resistencia a la luz. En zonas donde predomina el crecimiento tipo leiolítico (propio de zonas crípticas; Braga *et al.*, 1995), la abundancia de algunos microencostrantes asociados disminuye. Los microencrostantes asociados a *K. socialis* incluyen: *Tubiphytes morronensis* Crescenti, *Placopsilina*, *Vinelloidea crussolensis* Canu y *Bullopورا* Quenstedt.

El rol paleoecológico de *K. socialis* en el presente estudio es el mismo que el descrito por autores como Leinfelder *et al.* (1993, 1996) y Schmid (1996), en el sentido de no fungir como constructores (sensu Fagerstrom, 1987). Los ejemplares triásicos de *Koskinobullina socialis* mostrados en este trabajo toman el rol de encostrantes netos. Lo anterior puede ser respaldado con ayuda de los datos de abundancia relativa de todos los microencostrantes en láminas delgadas, en las que el porcentaje de microencostrantes asciende como máximo hasta el 0,6% (Sánchez-Beristain, 2010).

La mayoría de los sistemas arrecifales de la Formación San Casiano están constituidos por metazoos,

algas rojas calcáreas y/o por microbialitas trombolíticas, provenientes de ambientes tanto someros (alta abundancia orgánica y alto porcentaje de algas, orientación en el crecimiento de costras microbianas) como profundos (microbialitas sin orientación en el crecimiento, con texturas principalmente leiolíticas) de alta energía (presencia de *grainstone* en lámina delgada, bioclastos muy fragmentados, organismos constructores con crecimiento fundamentalmente encostrante, baja diversidad) y de baja energía (alta diversidad, organismos con formas ramosas, componentes alóctonos únicamente constituidos por micrita, alto contenido en microbialita) (e.g. Neuweiler y Reitner, 1995; Sánchez-Beristain, 2010; Sánchez-Beristain and Reitner, 2012).

Por otra parte, los sistemas arrecifales de la Formación San Casiano no cuentan con un aporte significativo de microencostrantes (comp. Shiraishi and Kano, 2004, fig. 6b), quienes suelen interdigitarse con costras microbianas tanto de textura leiolítica (Fig. 5) como trombolítica peloidal (Figs. 3, 4, 6, 8). Situaciones similares se han descrito para el Kimmeridgiense de la Cuenca Ibérica en España (Aurell and Bádenas, 1997; Bádenas, 1999) y de la Cuenca de Aquitania, en Francia Occidental (Olivier *et al.*, 2003), así como para el Oxfordiense-Kimmeridgiense del Prebético en el SE de España (Olóriz *et al.*, 2003). No obstante, en ocasiones también pueden encontrarse encostrados directamente sobre la superficie de esponjas quietéticas constructoras de arrecifes (Fig. 7). Estas aseveraciones, en conjunto con las obtenidas a partir de la literatura, llevan a la conclusión de que *Koskinobullina socialis* Cherchi y Schroeder era un organismo eurioico, con la capacidad de fungir activamente como constructor o encostrante de arrecifes, y con un amplio rango de tolerancia a variaciones tanto en las condiciones de energía como a la intensidad de la luz en el ambiente.

Conclusiones

Los ejemplares de *Koskinobullina socialis* descritos en este trabajo concuerdan en su mayoría con características referidas en la descripción original del organismo. Dichas características incluyen sus dimensiones y la identificación de su mineralogía, permitiendo así su determinación a nivel de especie.

Se registra de forma inequívoca por primera vez la presencia de *Koskinobullina socialis* para el Triásico en Europa, así como la más antigua para el mundo entero (Ladiniense-Carniense), ampliando así su rango estratigráfico.

En las Calizas Cipit de la Formación San Casiano, *Koskinobullina socialis* no actúa como constructor,

sino como mero encostrante asociado principalmente a costras microbianas.

Agradecimientos

Agradecemos a la Dra. Beatriz Bádenas Lago (Universidad de Zaragoza) y al Dr. Matías Reolid Pérez (Universidad de Jaén) por sus valiosos comentarios y sugerencias que han mejorado sustancialmente la calidad de este manuscrito. Asimismo, el Dr. Reolid revisó una versión anterior de este documento, por lo que extendemos nuestro agradecimiento. Por otra parte, deseamos expresar nuestro agradecimiento al Dipl. Geól. Eric-Otto Walliser, y a los Cand. Dipl. Geol. Sebastian Westphal y Christian Seifert (Universidad de Göttingen, Alemania), por su ayuda en el trabajo de campo en 2008. El Dr. Enrico Brutti (Bolzano) expidió un permiso de colecta en el área de trabajo en 2008, razón por la cual agradecemos sinceramente. El Dr. Felix Schlagintweit (Munich) y el Dipl. Geól. Eric-Otto Walliser (Göttingen) proporcionaron literatura especializada a los autores, razón por la cual estamos muy agradecidos con ellos.

Referencias

- Aurell, M. and Bádenas, B. 1997. El Kimmeridgiense de los Montes Universales (Teruel): Distribución de facies y variaciones del nivel del mar. *Cuadernos de Geología Ibérica*, 22, 15-36.
- Aurouze, G., Bellon, J., Bizon, J.-J. and Journeli, C. 1956. Sur la présence du genre *Kilianina* dans la bassin de Paris. *Bulletin de la Société Géologique de France*, Ser 6(6), 221-225.
- Bádenas, B. 1999. Factores de control en el desarrollo de facies arrecifales y oncolíticas en la zona media de una rampa carbonatada (Kimmeridgiense, Cuenca Ibérica). *Geogaceta*, 25, 23-26.
- Bernier, P. 1968. Le "Portlandien" de la bordure méridionale des Cévennes (Montagne de la Séranne – Montagne des Cagnasses). *Geobios*, 1(1), 103-118.
- Biddle, K.T. 1981. The basinal Cipit boulders: indicators of Middle to Upper Triassic buildup margins, Dolomite Alps, Italy. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 86, 779-794.
- Bizzarini, F. and Braga, G. 1978. Upper Triassic new genera and species of fair and questionable Bryozoa Chaetetida from the S. Cassiano Formation of the Dolomites (eastern Italy). *Boletino della Società Paleontologica Italiana*, 17(1), 28-48.
- Bodeur, Y. 1992. *Microfaciès et Micro-organismes du Kimmeridgien et du Tithonien au Sud des Cévennes*. Université de Nantes, Nantes, 3 pp.
- Bolliger, W. and Burri, P. 1970. Sedimentologie von Schelf Carbonaten und Beckenablagerungen im Oxfordien des zentralen Schweizer Jura: Mit Beiträgen zur Stratigraphie und Ökologie. *Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz*, n.ser, 140, 1-96.
- Bosellini, A. 1991. *Geologia delle Dolomiti*. Casa Editrice Athesia, Bolzano, 192 pp.
- Braga, J.C., Martin, J.M. and Riding, R. 1995. Controls on microbial dome fabric development along a carbonate-siliciclastic shelf-basin transect, Miocene, SE Spain. *Palaios*, 10, 347-361.
- Cherchi, A. and Schroeder, R. 1976. *Eclusia decastroi* n.sp. (Lituolidae, Foram.) del Barremiano della Sardegna nord-occidentale. *Bolletino della Società Paleontologica Italiana*, 14 (1975) (1), 65-74.
- Cherchi, A. and Schroeder, R. 1979. *Koskinobullina* n.gen., microorganisme en colonie *incertae sedis* (algues?) du Jurassique – Crétacé de la région méditerranéenne. Note préliminaire. *Bulletin des Centre des Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine*, 3(2), 519-523.
- Cherchi, A. and Schroeder, R. 1985. *Koskinobullina socialis* Cherchi & Schroeder, 1979: a colonial microfossil *incertae sedis* (algae?) from Jurassic-Cretaceous of the Mediterranean region. *Bolletino della Società Paleontologica Italiana*, 23(2), 361-374.
- Cuvillier, J. and Deloffre, R. 1964. Organismes peu connus ou "incertae sedis" dans le Crétacé inférieur du sud-ouest de l'Aquitaine. *Revue de Micropaléontologie*, 7(1), 3-13.
- Decrouez, D. 1976. *Etude stratigraphique et micropaléontologique du Crétacé d'Argolide (Péloponnèse septentrional, Grèce)*. Université de Genève, Genève, Tesis Doctoral, 157 pp.
- Di Bari, D. and Laghi, G. F. 1994. Involutinidae Bütschli (Foraminiferida) in the Carnian of the northeastern Dolomites (Italy). *Memorie di Scienze Geologiche*, 46, 93-118.
- Dickson, J. A. D. 1965. A modified staining technique for carbonates in thin section. *Nature*, 205, 587.
- Dragastan, O. 1976. Upper Jurassic and Lower Cretaceous microfacies from the Bicz valley basin (East Carpathians). *Institut de Geologie et de Geophysique, Mémoires*, 21, 1-87.
- Dupraz, C. and Strasser, A. 1999. Microbialites and microencrusts in shallow coral bioherms (Middle to Late Oxfordian, Swiss Jura Mountains). *Facies*, 40, 101-130.
- Fagerstrom, J.A. 1987. *The evolution of reef communities*. John Wiley & Sons, New York, 600 pp.
- Flügel, E.. 1964. Mikroproblematika aus den rhätischen Riffkalken der Nordalpen. *Paläontologische Zeitschrift*, 38 (1/2), 74-87.
- Flügel, E. 2004. *Microfacies of carbonate rocks. Analysis, interpretation, application*. Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 997 pp.
- Fürsich, F.T. 2000. Die Cassianer Schichten. In: *Europäische Fossilagerstätte* (Eds. D. Meischner und G. Pinna). Springer, Berlin Heidelberg, 79-82.
- Fürsich, F.T. and Wendt, J. 1977. Biostratigraphy and Palaeoecology of the Cassian Formation (Triassic) of the Southern Alps. *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 22, 257 - 323.
- Gisiger, M. 1967. Géologie de la région Lac-Noir Kaiseregg-Schafberg (Préalpes médianes plastiques fribourgeoises et bernoises). *Eclogae geologicae Helveticae*, 60(1), 237-349.

- Griffon, J.-C. 1965. La Dorsale Calcaire au sud de Tetouan. *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc*, 184, 149-224.
- Huguet, J. and Lespinasse-Légrand, N. 1970. Preuves paléontologiques de l'existence du Dogger dans la partie nord-est de la nappe des Corbières orientales (Aude). *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, Paris, Serie D, Sciences Naturelles* (270), 279-282.
- Kazmierczak, J. and Kempe, S. 1992. Recent cyanobacterial counterparts of Paleozoic *Wetheredella* and related problematic fossils. *Palaios*, 7, 294-304.
- Lankester E. R., 1885. Protozoa. In: *Encyclopaedia Britannica*, 9a. ed., tomo 19. (Ed. T. S. Baynes). Philadelphia, J. M. Stoddard Co., Ltd., Philadelphia, 831-865.
- Lee, J.J. 1990. Phylum Granoreticulosa (Foraminifera). In: *Handbook of Protozoa* (Eds. L. Margulis, J.O. Corliss, M. Melkonian and D.J. Chapman, D.J.) Jones and Bartlett, Boston, 524-548.
- Leinfelder, R.R., Nose, M., Schmid, D.U. and Werner, W. 1993. Microbial crusts of the Late Jurassic: Composition, palaeoecological significance and importance in reef construction. *Facies*, 29, 195-230.
- Leinfelder, R.R., Werner, W., Nose, M., Schmid, D.U., Krautner, M., Laternser, R., Takacs, M. and Hartmann, D. 1996. Paleocology, growth parameters and dynamics of coral, sponge and microbialite reefs from the Late Jurassic. In: *Global and regional controls on biogenic sedimentation I - Reef Evolution, Research Reports*. (Eds. J. Reitner, F. Neuweiler and F. Gunkel). Göttingen Arbeiten für Geologie und Paläontologie, Sonderband 2, 227-248.
- Martindale, R.C., Corsetti, F.A., Botther, D.J. and Senowbari-Daryan, B. 2012. Microbialite fabrics and diminutive skeletal bioconstructors in Lower Norian Summit Point reefs, Oregon, United States. *Palaios*, 27, 7, 489-508.
- Masse, J.-P. 1976. *Les calcaires urgoniens de Provence. Valanginien-Aptien inferieur*. Université d'Aix Marseille, Marseille, Tesis Doctoral, 445 pp.
- Mišík, M., Jablonsky, J., Mock, R. and Sykora, M. 1981. Konglomerate mit exotischem Material in dem Alb der zentralen Westkarpaten – paläogeographische und tektonische Interpretation. *Acta Geologica Universitatis Comenianae*, 37, 1-55.
- Mišík, M. and Sykora, M. 1981. Pieninský exotický chrbát rekonštruovaný z valúnov karbonátových hornín kryedových zlepcov bradlového pásma a manínskej jednotky. *Západné Karpaty, Séria Geológia*, 7-111.
- Mišík, M. and Sykora, M. 1982. Allodapische Barmsteinkalke im Malm des Gebirges Čachtické Karpaty. *Geologia Carpathica*, 33 (1), 51-78.
- Moussavian, E. and Senowbari-Daryan, B. 1988. *Dendronella articulata*. n. gen., n. sp.: Eine neue Kalkalge aus den Cassianer Schichten (Obertrias/Karn; Südalpen). *Facies*, 19 (1), 251-257.
- Münster, G. 1834. Über das Kalkmergel-Lager von St. Cassian in Tyrol und die darin vorkommenden Ceratiten. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefaktenkunde*, 1834, 1-15.
- Münster, G. 1841. Beschreibung und Abbildung der in den Kalkmergelschichten von St. Cassian gefundenen Versteinerungen. In: Beiträge zur Geognosie und Petrefaktenkunde des Südöstlichen Tirols vorzüglich der Schichten von St. Cassian (Eds. H.L. Wissmann und G. Münster). *Beiträge Petrefaktenkunde*, 4, 25 – 152.
- Neuweiler, F. and Reitner, J. 1995. Epifluorescence-microscopy of selected automicrites from lower Carnian Cipit-Boulders of the Cassian Formation (Seeland Alpe, Dolomites). *Facies*, 32, 26-28.
- Olivier, N., Hantzpergue, P., Gaillard, C., Pittet, B., Leinfelder, R.R., Schmid, D.U. and Werner, W. 2003. Microbialite morphology, structure and growth: a model of the Upper Jurassic reefs of the Chay Peninsula (Western France). *Palaeoecology, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 193, 383-404.
- Olóriz, F., Reolid, M. and Rodríguez-Tovar, F.J. 2003. A Late Jurassic carbonate ramp colonized by sponges and benthic microbial communities (External Prebetic – Southern Spain). *Palaios*, 18, 528-545.
- Peybernès, B. 1976. *Le Jurassique et le Crétacé inférieur des Pyrénées franco-espagnoles entre la Garonne et la Méditerranée*. Université de Toulouse, Toulouse, Tesis Doctoral, 459 pp.
- Praturlon, A. 1966. Algal assemblages from Lias to Paleocene in southern Latium-Abruzzi: a review. *Bolletino della Società Geologica Italiana*, 85, 167-194.
- Ramalho, M.M. 1971. Contribution à l'étude micropaléontologique et stratigraphique du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur des environs de Lisbonne (Portugal). *Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal*, 1-212.
- Reitner, J. 1987. A new calcitic sphinctozoan sponge belonging to the Demospongiae from the Cassian Formation (Lower Carnian; Dolomites, Northern Italy) and its phylogenetic relationship. *Geobios*, 20, 571-589.
- Reitner, J. and Engeser, T. 1989. *Chaetosclera klipsteini* n. gen. n. sp. (Halichondria, Demospongiae) aus dem Unterkarn der Cassianer-Schichten (Dolomiten, Italien). *Mitteilungen aus dem Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Hamburg*, 68, 159-165.
- Reolid, M., Gaillard, C., Olóriz, F. and Rodríguez-Tovar, F.J. 2005. Microbial encrustations from the Middle Oxfordian – earliest Kimmeridgian lithofacies in the Prebetic Zone (Betic Cordillera, southern Spain): characterization, distribution and controlling factors. *Facies*, 50, 529-543.
- Russo, F. 2005. Biofacies evolution in the Triassic platforms of the Dolomites, Italy. *Annali dell' Università degli Studi di Ferrara. Museologia Scientifica e Naturalistica*, Volume Speciale 2005, 33-45.
- Russo, F., Neri, C., Mastandrea, A. and Baracca, A. 1997. The Mud Mound Nature of the Cassian Platform Margins of the Dolomites. A Case History: the Cipit Boulders from Punta Grohmann (Sasso Piatto Massif, Northern Italy). *Facies*, 36, 25-36.
- Russo, F., Neri, C., Mastandrea, A. and Laghi, G. 1991. Depositional and diagenetic history of the Alpe di Specie (Seelandalpe) fauna (Carnian, Northeastern Dolomites). *Facies*, 25, 187-210.
- Sánchez-Beristain, J.F. 2010. *Paleoecological and geochemical studies on sponge/microencruster-bearing communities contained in selected Cipit Boulders from the St. Cassian Formation (Lower Carnian, Upper Triassic) of*

- the Dolomites, Northeastern Italy*. Universität Göttingen, Göttingen, Tesis Doctoral, 146 pp.
- Sánchez-Beristain, F. and López-Esquivel Kranksith, L. 2011. Análisis geoquímico (elementos mayores, menores, traza, $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$ y tierras raras) de microbialitas selectas provenientes de la Formación San Casiano (Triásico Medio-Superior, NE de Italia). *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 63 (3), 399-420.
- Sánchez-Beristain, F. and Reitner, J. 2012. Paleoecology of microencrusts and encrusting "coralline" sponges in Cipit Boulders from the Cassian Formation (upper Ladinian-lower Carnian, Dolomites, Northern Italy). *Paläontologische Zeitschrift*, 86, 2, 113-133.
- Sánchez Beristain, J.F., Schäfer, N., Simon, K. and Reitner, J. 2011. New methods to characterize the microbialites from the St. Cassian Formation, Dolomites, Northeastern Italy. In: *Advances in Stromatolite Geobiology*. (Eds. J. Reitner, N.V. Quéric, G. Arp). Lecture Notes in Earth Sciences, 131, 411-427.
- Samuel, O., Borza, K. and Köhler, E. 1972. *Microfauna and lithostratigraphy of the Paleogene and adjacent Cretaceous of the middle Vah valley (West Carpathians)*. Bratislava, Geologický ústav Dionýza Štura, 232 pp.
- Scherer, M. 1976. Diagenese aragonitischer Fossilien (Hexakorallen und Kalkschwämme) der Cassianer Schichten, Karn. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*, II, 365-368.
- Senowbari-Daryan, B. 1997. *Barbafera carnica* Senowbari-Daryan 1980. A Triassic worm-tube. *Facies*, 36, 57-68.
- Septfontaine, M. 1983. Le Dogger des Préalpes médianes suisses et françaises. Stratigraphie, evolution paléogéographique et paléotectonique. *Denkschriften der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft*, 97, 1-121.
- Shiraishi, F. and Kano, A. 2004. Composition and spatial distribution of microencrusts and microbial crusts in upper Jurassic-lowermost Cretaceous reef limestone (Torinosu Limestone, Southwest Japan). *Facies*, 50, 217-227.
- Scherer, M. 1977. Preservation, alteration and multiple cementation of aragonitic skeletons from the Cassian Beds (U.Triassic, Southern Alps): Petrographic and geochemical evidence. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 154, 2, 213-262.
- Schlagintweit, F. and Gawlick, H.-J. 2008. The occurrence and role of the microencruster frameworks in Late Jurassic to Early Cretaceous platform margin deposits of the Northern Calcareous Alps (Austria). *Facies*, 54, 207-231.
- Schmid, D.U. 1996. Marine Mikrobolithe und Mikroinkrustierer aus dem Oberjura. *Profil*, 9, 101-251.
- Schroeder, R. 1981. Mikrofossilien aus dem Schratenkalk (Oberes Barrême) westlich des Tegernsees und dem Unter-Cenoman südwestlich von Ruhpolding (Oberbayern). *Geologia Bavarica*, 82, 389-398.
- Schroeder, R. and Willems, H. 1983. Über einen submarinen Durchbruch des Diapirs von Villasana de Mena (Prov. Burgos, N-Spanien) an der Wende Unter-/Oberkreide. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 166(1), 65-85.
- Vecsei, A. and Moussavian, E. 1997. Paleocene reefs on the Maiella Platform margin, Italy: An example of the effects of the Cretaceous/Tertiary boundary events on reefs and carbonate platforms. *Facies*, 36, 123-140.
- Von Richthofen, F. 1860. *Geognostische Beschreibung der Umgegend von Pedrazzo, St. Cassian und der Seiser Alpe in Südtirol*. Perthes, Gotha, 327 pp.
- Wendt, J. 1982. The Cassian Patch Reefs (Lower Carnian, Southern Alps). *Facies*, 6, 185- 202.
- Wendt, J. and Fürsich, F.T. 1980. Facies analysis and paleogeography of the Cassian Formation, Triassic, Southern Alps. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 85 (3/4), 1003-1028.
- Wernli, R. 1971. Les Foraminifères du Dogger du Jura méridional (France). *Archives des Sciences Genève*, 24 (1), 305-364.
- Wernli, R. and Septfontaine, M. 1971. Micropaléontologie comparée du Dogger du Jura méridional (France) et des Préalpes Médianes Plastiques romandes (Suisse). *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 64 (3), 437-458.
- Wood, A. 1948. "Sphaerocodium", a misinterpreted fossil from the Wenlock limestone. *Proceedings of the Geologists' Association*, 59 (1), 9-22.
- Zardini, R. 1978. *Fossili Cassiani (Trias Medio-Superiore)*. *Atlante dei Gasteropodi della regione dolomitica attorno a Cortina d'Ampezzo*. Ghedina, Cortina d'Ampezzo, 57 pp.
- Zardini, R. 1985. *Fossili Cassiani (Trias Medio-Superiore)*. *Primo aggiornamento all'Atlante dei bivalvi e secondo aggiornamento all'Atlante dei gasteropodi con illustrazioni dei gusci che hanno conservato la pigmentazione originaria*. *Fossili raccolti nella Formazione di S. Cassiano della regione dolomitica attorno a Cortina d'Ampezzo*. Ghedina, Cortina d'Ampezzo, 15 pp.

Recibido: octubre 2012

Revisado: diciembre 2012

Aceptado: marzo 2013

Publicado: julio 2013