

# Relaciones intrusivas y cronología relativa del plutón básico de Susqueda con las rocas metamórficas encajantes (Cordillera Prelitoral Catalana)

*Intrusive relations and relative chronology of the Susqueda basic pluton with the metamorphic host rocks (Catalonian Pre-Littoral Range)*

Sergi Esteve, Pere Enrique y Gemma Alias

Departament de Mineralogia, Petrologia i Geologia Aplicada. Facultat de Ciències de la Terra. Universitat de Barcelona. C/ Martí i Franquès s/n, 08028 Barcelona, España  
sergi.esteve@ub.edu, pere.enrique@ub.edu, galias@ub.edu

## ABSTRACT

The Susqueda intrusion constitutes the largest outcrop of basic plutonic rocks of the Hercynian batholith of the Catalan Coastal Ranges. Its marginal position in the batholith has raised doubts about the age of its emplacement with respect to the metamorphism and the deformation of the host rocks. The different authors who have studied or mapped these rocks differ in their interpretations. Some consider them to be early intrusions, while for others they form part of the calc-alkaline batholith, mainly granodioritic–granitic. The textures of the major petrographic types are typically igneous without any significant subsolidus deformation. Some minor facies show preferred orientations ranging from fluidal textures to primary igneous banding. The gabbroids and diorites cut off the regional foliation at any angle although locally they may form apophyses following foliation planes or joints. Angular xenoliths of different sizes of granoblastic pelitic hornfels are often observed, recrystallized at high temperatures. In addition, the basic intrusion is clearly injected into the leucocratic gneisses, clearly cutting its foliation. Thus, the Susqueda intrusion presents all the typical characteristics of a post-tectonic intrusion similar to the other intrusions of the batholith.

**Key-words:** Susqueda intrusion, hornblende gabbro, post-kinematic intrusion, Hercynian, Catalan Coastal Batholith.

## RESUMEN

La intrusión de Susqueda constituye el mayor afloramiento de rocas plutónicas básicas del batolito herciniano de las Cadenas Costeras Catalanas. Su posición marginal en el batolito ha planteado dudas sobre la edad de su emplazamiento respecto al metamorfismo y la deformación de las rocas encajantes. Los distintos autores que han estudiado o cartografiado estas rocas difieren en sus interpretaciones. Algunos las consideran intrusiones precoces, mientras que para otros forman parte del batolito calcoalcalino, principalmente granodiorítico–granítico. Las texturas de los principales tipos petrográficos son típicamente ígneas sin ningún tipo de deformación subsolidus significativo. Algunas facies minoritarias presentan orientaciones preferentes que van desde las texturas fluidales hasta bandeados ígneos primarios. Los gabroides y dioritas cortan a la foliación regional en cualquier ángulo aunque localmente pueden formar apófisis que siguen los planos de foliación o las diaclasas. Muy frecuentemente se observan xenolitos angulosos de distinto tamaño de corneanas pelíticas granoblásticas, recrystalizadas a alta temperatura. Además, la intrusión básica se inyecta claramente en los gneises leucocráticos cortando de forma evidente la foliación de los mismos. Así pues, la intrusión de Susqueda presenta todas las características típicas de una intrusión post-tectónica semejante al resto de intrusiones del batolito.

**Palabras clave:** Intrusión de Susqueda, gabro hornbléndico, intrusión post-cinemática, Herciniano, Batolito Costero Catalán.

Geogaceta, 63 (2018), 107-110  
ISSN (versión impresa): 0213-683X  
ISSN (Internet): 2173-6545

Recepción: 16 de julio de 2017  
Revisión: 17 de octubre 2017  
Aceptación: 23 de octubre 2017

## Introducción

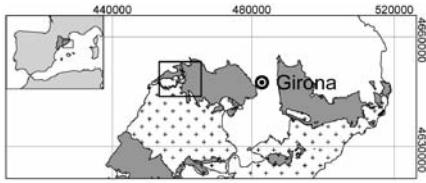
La intrusión de Susqueda constituye el mayor afloramiento de rocas plutónicas básicas del batolito herciniano de las Cadenas Costeras Catalanas (Fig. 1) (Esteve *et al.*, 2016).

Si bien la existencia en la zona de Susqueda y el valle del Ter de rocas de afinidad básica–intermedia era conocida por autores anteriores (e.g., San Miguel de la Cámara,

1917), no es hasta el trabajo de Ashauer y Teichmüller (1935) que se hace referencia explícita a su emplazamiento. Estos autores describen brevemente la roca como una diorita cuarcífera y la consideran precedente a las grandes intrusiones graníticas (Fig. 1), aunque su representación cartográfica está muy exagerada.

El primer trabajo detallado de la zona se debe a Van der Sijp (1951), quien con su

tesis doctoral realizó una cartografía de los materiales metamórficos y plutónicos, así como un estudio de su estructura. En su trabajo reconoce la intrusión de Susqueda y la describe como una intrusión de gabros, no de dioritas (debido a su plagioclasa cálcica y al alto contenido en máficos), y sitúa los afloramientos en el mapa considerándolos como una parte más del resto del batolito post-tectónico (Fig. 2A). En su cartografía



**Fig. 1.-** Esquema geológico de las Cordilleras Costeras Catalanas y situación del área estudiada. ETRS89 UTM 31N. En gris, rocas metamórficas hercínianas; cruces, granitoides hercínicos.

*Fig. 1.- Geological sketch of the Catalan Coastal Ranges and location of the studied area. ETRS89 UTM 31N. Gray, Hercynian metamorphic rocks; crosses, Hercynian granitoids.*

se ve claramente cómo las foliaciones y estructuras de las rocas metamórficas se interrumpen bruscamente en el contacto con las rocas plutónicas. En ningún caso se habla de que alguna foliación afecte a las rocas intrusivas.

Más recientemente, la tesis doctoral de Durán (1985) plantea de nuevo un estudio regional centrado principalmente en la estructura, el metamorfismo y las rocas ígneas del macizo paleozoico de Les Guilleries (Cordillera Prelitoral Catalana). En ese trabajo se realiza una nueva cartografía en la que se vuelve a utilizar la primera terminología de Ashauer y Teichmüller (1935) refiriéndose a la intrusión máfica como «Diorita de Susqueda». La autora distingue claramente dos tipologías de dioritas cuyos modos de afloramiento, así como sus características petrográficas, son notablemente diferentes. El primer grupo estaría formado por cuerpos en forma de filones de escaso espesor y poca longitud emplazados en las zonas de más alto grado metamórfico. Se disponen frecuentemente paralelos a la estratificación y foliación, y a menudo presentan una marcada deformación que da lugar a una foliación paralela al encajante. El segundo grupo formaría el grueso del complejo intrusivo de Susqueda, descritos como dioritas y cuarzo-dioritas (Fig. 2B). Por la ausencia de una deformación clara, su forma y situación, la autora relaciona el complejo intrusivo con los granitoides tardíos, aunque posiblemente más precoz. En un trabajo posterior (Durán, 1990), la misma autora reitera que el stock diorítico de Susqueda no posee ninguna deformación apreciable, pero que se halla intruido por los granitoides tardíos y, por lo tanto, es anterior a ellos.

A pesar de las conclusiones anteriores, en un trabajo sobre el metamorfismo regional del Macizo de Les Guilleries (Reche y Martínez, 2002) se alude brevemente a la

intrusión de Susqueda considerándola por primera vez como sin-S2.

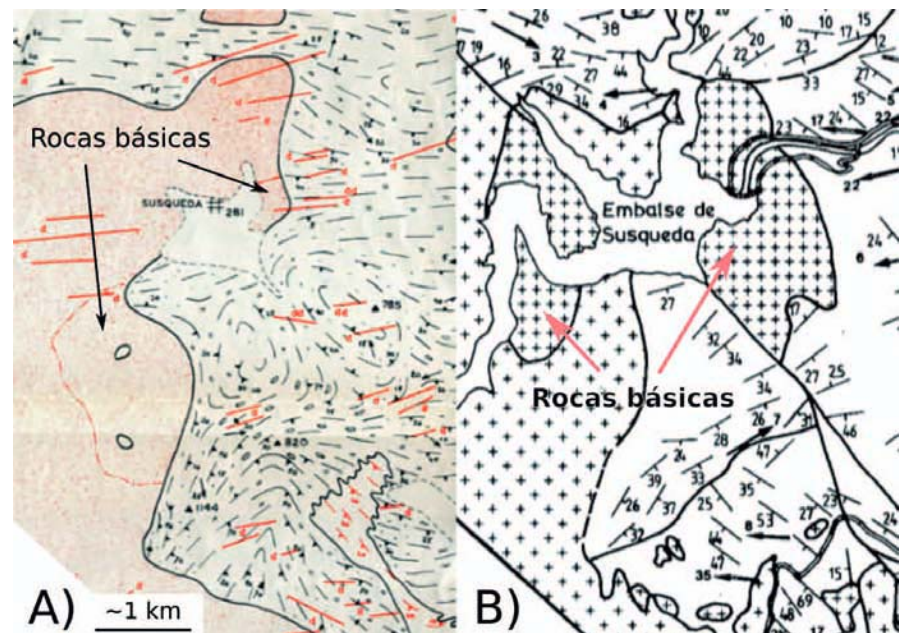
Riesco *et al.* (2004) estudian los efectos del metamorfismo térmico producido en la aureola de contacto, la cual consideran que se extiende solo unos 10 m desde el contacto del cuerpo intrusivo. No obstante, el metamorfismo producido es de grado elevado dando lugar a cornubianitas y migmatitas de inducción. Esta aureola de contacto corta la zonación metamórfica regional hercíniana de baja presión, que en el área de su estudio corresponde a la zona de la andalucita-cordierita (Durán, 1985). En este trabajo la intrusión de Susqueda se vuelve a considerar posterior a la principal etapa de deformación hercínica D2, ya que explícitamente se dice que su aureola de contacto se superpone al metamorfismo regional y oblitera las foliaciones previas.

En el trabajo de Martínez *et al.* (2008) se realizan un conjunto de dataciones U-Pb mediante SHRIMP-RG en cristales de circón obtenidos de diferentes unidades plutónicas para acotar sus relaciones con las fases deformativas hercínianas. En relación a la intrusión de Susqueda, obviando la conclusión de parte de los mismos autores (Riesco *et al.*, 2004), se retoma la idea de la contemporaneidad de su emplazamiento

con el desarrollo de la fase deformativa D2, por lo que la edad obtenida ( $323,6 \pm 2,8$  Ma) correspondería a la edad de la deformación. Sin embargo, no se aporta ninguna evidencia de que la intrusión sea sincrónica con D2. Otro concepto que se mantiene, ya introducido en Riesco *et al.* (2004), es el de la morfología laminar subconcordante, a pesar de que en las cartografías previas los contactos de la intrusión cortan las foliaciones y estructuras hercínianas. La muestra datada se describe como una diorita de grano fino que muestra un bandeado ígneo concordante con la roca encajante. Éste podría considerarse un indicio para sugerir la forma laminar de la intrusión.

Wise *et al.* (2011, 2012), y Wise (2012) realiza unas dataciones U-Th-Pb en monacitas para obtener las edades de las principales fases deformativas del Macizo de les Guilleries. En dicho estudio obtiene una edad de  $312,8 \pm 7$  Ma que considera representativa del pico del metamorfismo y la deformación D2, lo cual contradice el sincronismo del emplazamiento de la intrusión de Susqueda (323 Ma) con el desarrollo de la S2 (Martínez *et al.*, 2008) ya que tiene una edad 10 Ma más antigua que la deformación.

Finalmente, en la Hoja de Anglès del Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000



**Fig. 2.-** Mapas de la zona de Susqueda. A) Las trazas corresponden al encajante metamórfico. La zona sin trama, a la izquierda de las rocas metamórficas, representa los granitoides y las rocas básicas (Van der Sijp, 1951). B) Granitoides y rocas básicas en trama de cruces (Durán, 1990). El área representada en ambos mapas es la misma a la misma escala; norte arriba. Ver figura en color en la web.

*Fig. 2.- Maps of the Susqueda area. A) Traces corresponding to the metamorphic host rocks. The zone without pattern to the left of metamorphic rocks represents the granitoids and basic rocks (Van der Sijp, 1951). B) Granitoids and basic rocks represented by crossed pattern (Durán, 1990). The represented area in both maps is the same, at the same scale; north up. See color figure in the web.*

núm. 333-1-1 (75-25) (Culí *et al.*, 2013) la intrusión de Susqueda se interpreta como una intrusión post-tectónica, como las demás rocas plutónicas del batolito.

El objetivo de este trabajo es presentar evidencias petrográficas y geológicas que permitan ayudar a resolver algunos de los problemas planteados en los estudios precedentes sobre el emplazamiento de las rocas básicas del complejo de Susqueda y su relación con las rocas metamórficas encajantes.

### Datos de campo y petrográficos

Debido a las difíciles condiciones de acceso a una gran parte de los afloramientos, los límites y la composición de la intrusión de Susqueda aún no se conocen de forma precisa. No

obstante, existe información suficiente para establecer que se trata mayoritariamente de una intrusión de gabros hornbléndicos (bojitas) con otras tipologías subordinadas (cuarzodioritas, hornblenditas y diversos granitoides) (Esteve *et al.*, 2016). La morfología de la intrusión es compleja y los contactos (a escala cartográfica) varían notablemente en dirección. Su inclinación no puede establecerse en muchos casos pero, tanto en la zona de Colobrans como en los alrededores de Sant Benet, se observan trazas casi perpendiculares a las curvas de nivel que alcanzan desniveles de más de 600 m. Este trazado sugiere una disposición casi vertical.

La intrusión de Susqueda contiene un gran número de xenolitos de tamaño considerable, los cuales han alcanzado temperaturas supe-

riores a las de la roca encajante por haber estado inmersos en el magma (Riesco *et al.*, 2004). Por esta razón su procedencia exacta es incierta y no necesariamente representan las condiciones metamórficas del encajante. Es frecuente en granodioritas la presencia de xenolitos pelíticos que han alcanzado la facies de las corneanas piroxénicas y que llegan a tener carácter restítico (Didier, 1973).

Los gneises leucocráticos se hallan en algunos puntos intruidos por las rocas básicas, quedando truncada la foliación S2. Además, cerca de los contactos, se han encontrado xenolitos de gneis en el seno de las rocas básicas (Fig 3D, E y F).

Un aspecto muy destacado a tener en cuenta es la ausencia de una deformación clara en las rocas plutónicas de la intrusión de Sus-

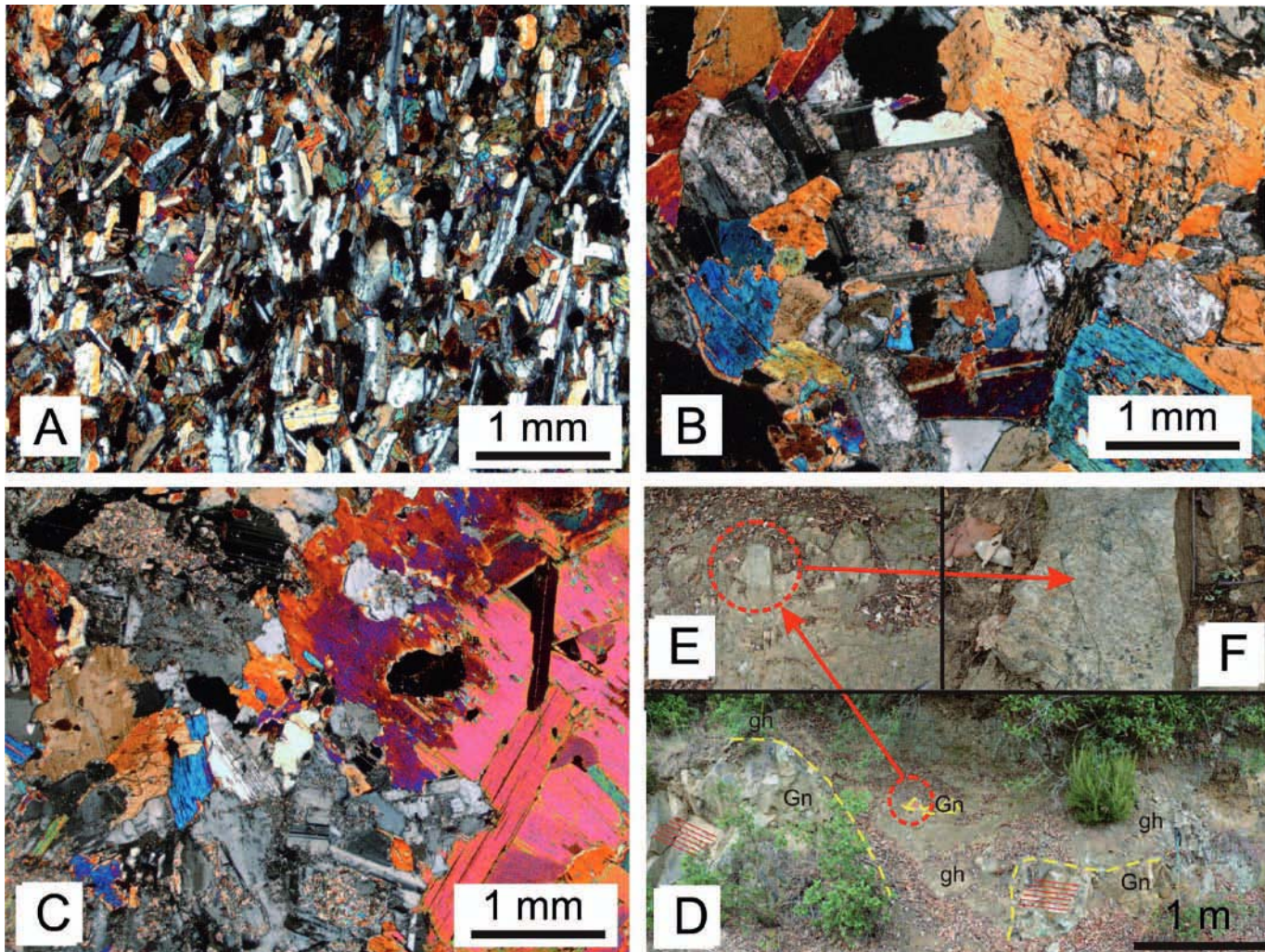


Fig. 3.- A) Textura traquitoidea en gabro hornbléndico de grano fino con bandeo igneo. B) Textura granular típica en gabro hornbléndico de grano medio. C) Textura granular en gabro hornbléndico con biotita, en el contacto con los gneises leucocráticos. Nótese la ausencia de deformación de las biotitas y su falta de orientación. Nícoles cruzados. D) Afloramiento de gabro hornbléndico intruyendo al gneis. E y F) Detalle de xenolitos de gneis (Gn) en gabro hornbléndico (gh). Ver figura en color en la web.

Fig. 3.- A) Traquitoid texture in fine-grained hornblende gabbro showing igneous banding. B) Typical granular texture in medium-grained hornblende gabbro. C) Granular texture in biotite-hornblende gabbro, at the contact with the leucocratic gneisses. Note the absence of deformation in biotites and its lack of orientation. Crossed nicols. D) Hornblende gabbro intruding the gneiss. E and F) Detail of the gneiss xenoliths (Gn) on the hornblende gabbro (gh). See color figure in the web.

queda (Durán, 1985). Las texturas de todos los tipos petrográficos observados son típicamente ígneas y no presentan ninguna deformación tectónica significativa (Fig. 3). Presentan texturas primarias perfectamente conservadas, desde equigranulares a porfídicas y poiquilíticas, hasta traquitoidea en las zonas bandeadas (Fig. 3).

Principalmente en el sector occidental, la intrusión de Susqueda se halla en contacto con las grandes intrusiones de granitoides post-tectónicas del batolito. Numerosos diques rectilíneos de leucogranitos aplíticos y pegmatitas cortan todas las rocas básicas e intermedias. Sin embargo, en muchos puntos, existen zonas de mezcla muy heterogéneas entre las rocas básicas y los granitoides, tal como ocurre en otras partes del batolito, como por ejemplo en el Macizo del Montnegre (Enrique, 1983) o en el NE de la Cordillera Litoral (Pérez *et al.*, 1996; Enrique *et al.*, 2017). Esta mezcla, producida en estado magmático, significa una contemporaneidad de emplazamiento entre los tipos implicados.

En los alrededores de la presa de Susqueda (a unos 250 m de altitud) la intrusión transforma en cornubianitas los esquistos de grano medio de la zona andalucita-cordierita de la Fm de Susqueda (Durán, 1985), pero en las proximidades de Sant Benet (a unos 950 m) la aureola está formada por cornubianitas moteadas procedentes de filitas. Junto al borde S de la presa las rocas intrusivas básicas presentan un bandeado de pocos cm de grosor con una orientación aproximada 080/15 N. Martínez *et al.* (2008) sugieren que este bandeado es concordante con la roca encajante, pero los esquistos adyacentes, situados a continuación de las cornubianitas granoblásticas, al NE de la presa, presentan una foliación 120/45–30 S.

## Discusión y conclusiones

La datación radiométrica de diversas unidades plutónicas y de las fases de deformación en rocas metamórficas del Macizo de Les Guilleries (Martínez *et al.*, 2008; Wise, 2012), ha dado lugar a una interpretación del significado de la intrusión básica de Susqueda que difiere considerablemente de la que se desprende del estudio de los datos petrológicos, relaciones de corte y espaciales de campo establecidas en este trabajo y en estudios anteriores.

La edad de 323 Ma (Martínez *et al.*, 2008) obtenida sitúa esta intrusión unos 18 Ma antes

que la intrusión del granito biotítico adyacente (305 Ma). Seguramente por este motivo se ha considerado que su emplazamiento «es sintectónico con la foliación dominante D2». Sin embargo, el desarrollo de una intensa aureola de contacto que elimina totalmente las texturas lepidoblásticas que definen la S2 de los esquistos sugiere que la aureola, y por tanto, la intrusión son posteriores. Esta conclusión es también avalada por la ausencia de foliaciones tectónicas que deformen las texturas ígneas primarias, así como la presencia de xenolitos de gneis en el seno de las rocas básicas. No obstante, unas dataciones posteriores de las fases principales de deformación hercinianas (Wise, 2012) entre 341 y 313 Ma vuelven a situar la intrusión previamente al período deformativo D2. En ese caso, la intrusión de Susqueda debería estar afectada por la deformación D2 y, probablemente, parcial o totalmente transformada en anfibolita como ocurre con otras metabasitas próximas, pero las texturas ígneas se han mantenido prácticamente intactas (Fig. 3).

Asimismo, los procesos de mezcla magmática indican una contemporaneidad entre el magma básico y un magma ácido granítico o granodiorítico pero, en este caso, no puede excluirse que el magma básico coexistiera con alguna intrusión granítica más antigua.

Por lo tanto, los datos petrológicos sugieren que la edad de emplazamiento del plutón básico de Susqueda precede a los leucogranitos y pegmatitas que lo atraviesan pero es sincrónico, como mínimo, a una intrusión granítica o granodiorítica con la que interacciona en estado magmático.

El desarrollo de una típica aureola de metamorfismo de contacto que oblitera las foliaciones previas desarrolladas durante el metamorfismo regional, así como las relaciones intrusivas con la unidad de gneises, también sugiere que su emplazamiento es claramente posterior a ellas.

Así pues, por las razones anteriores, la intrusión plutónica básica de Susqueda se considera como una intrusión más del batolito post-tectónico, si bien puede representar alguna de las intrusiones más precoces del mismo.

## Agradecimientos

Los autores agradecen los planteamientos y sugerencias aportados por dos revisores anónimos para la mejora del presente trabajo.

## Referencias

- Ashauer, H. y Teichmüller, R. (1935). *Publicaciones extranjeras sobre geología de España* 3, 7–102. Madrid, 1946.
- Culí, L., Duran, H., Cirés, J., Pons, P., Montaner, J., Solà, J. y Micheo, M.J. (2013). *Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000, Anglès 333-1-1 (75-25)*, ICC-IGC, Barcelona.
- Didier, J. (1973). *Granites and their enclaves: the bearing of enclaves on the origin of granites*. Elsevier, 393 p.
- Durán, H. (1985). *El Paleozoico de les Guilleries*. Tesis Doctoral, Univ. Autònoma de Barcelona, 243 p.
- Durán, H. (1990). *Acta Geològica Hispànica* 25, 83–103.
- Enrique, P. (1983). *Revista d'Investigacions Geològiques* 36, 25–38.
- Enrique, P., Xu, J. y Esteve, S. (2017). *Geogaceta* 61, 123–126.
- Esteve, S., Sunyer, J., Culí, L., Cirés, J., Alías, G. y Enrique, P. (2016). *Geogaceta* 60, 99–102.
- Martínez, F.J., Reche, J. e Iriondo, A. (2008). *C.R. Geoscience* 340, 223–232.
- Pérez, L., Enrique, P. y Delaloye, M. (1996). *Geogaceta* 20, 605–608.
- Reche, J. y Martínez, F.J. (2002). *Tectonophysics* 348, 111–134.
- Riesco, M., Stüwe, K., Reche, J. y Martínez, F. J. (2004). *Journal of Metamorphic Geology* 22(5), 475–494.
- San Miguel de la Cámara, M. (1917). *Arxius de l'Institut de Ciències*, 208–230.
- Van der Sijp, J.W.C.M. (1951). *Petrography and geology of Montseny-Guilleries: N.E. Spain*. Tesis Doctoral, Univ. de Utrecht, 99 p.
- Wise, J.L. (2012). *Eo-Variscan orogenesis in the Guilleries Massif, Catalan Coastal Ranges, Northeastern Spain recorded by U-Th-Pb ages of monazite inclusions in metamorphic garnet*. Tesis de máster, Univ. de Cincinnati, 55 p.
- Wise, J.L., Dietsch, C. y Martínez, F.J. (2011). En: *Geological Society of America Annual Meeting. Abstracts with Programs* 43 (5), p. 93.
- Wise, J.L., Dietsch, C., Martínez, F.J. y Reche, J. (2012). En: *Geological Society of America Annual Meeting. Abstracts with Programs* 44 (5), p. 58.