

Sobre la edad de la Formación de La Viñuela (Cordilleras Béticas, provincia de Málaga)

por

J. M. González Donoso, (*) D. Linares, (*) E. Molina, (**) F. Serrano (*) y J. A. Vera (***)

Palabras clave: Foraminíferos planctónicos, Bioestratigrafía, Cronoestratigrafía, Límite Aquitaniense/Burdigaliense, Zonas internas, Cordilleras Béticas, España.

Key words: Planktonic foraminifera, Biostratigraphy, Chronostratigraphy, Aquitanian/Burdigalian boundary, Internal zones, Betic Cordilleras, Spain.

RESUMEN.

La Formación de La Viñuela, transgresiva y discordante sobre las Zonas Internas de las Cordilleras Béticas, es cabalgada por materiales de las Unidades del Campo de Gibraltar. Su datación es, por tanto, del mayor interés para la reconstrucción de la historia geológica de las Cordilleras Béticas. Dada la existencia, en la bibliografía, de discrepancias en cuanto a la edad de esta formación, se han estudiado detenidamente los foraminíferos planctónicos contenidos en sus materiales, con objeto de establecer su edad adecuadamente.

Los términos más bajos no contienen foraminíferos característicos del Oligoceno y/o del Aquitaniense y sí, por el contrario, la asociación típica del Burdigaliense basal; la Formación de La Viñuela, en conjunto, pertenece a la zona de *G. altiapertura*, subzonas de *G. altiapertura* y *G. subquadratus* s. s., Burdigaliense inferior.

ABSTRACT.

A precise datation of the La Viñuela Formation has been established which is of great interest in order to reconstruct the geological history of the Betic Cordilleras. It consists of a transgressive and discordant formation over the Internal Zone of the Betic Cordilleras. Besides, over then it is placed materials belonging to the Campo de Gibraltar Units whose definite emplacement would have been subsequent to the deposit of the La Viñuela Formation.

The lowest terms of the Viñuela Formation do not contain characteristic organisms from the Oligocene and/or Aquitanian (as it has been affirmed in the existing bibliography about the age of the Viñuela Formation) but on the contrary contain organisms from the lower Burdigalian. The materials of the Viñuela Formation belong to the *G. altiapertura* zone, subzones of *G. altiapertura* and *G. subquadratus* s. s.

INTRODUCCIÓN.

La Formación de La Viñuela aflora en las hojas 1.039 (Colmenar) y 1.040 (Zafarraya) del M. T. N. 1:50.000, al norte de Vélez Málaga.

(*) Departamento de Geología. Facultad de Ciencias. Universidad de Málaga.

(**) Departamento de Paleontología. Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza.

(***) Departamento de Estratigrafía. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.

Ocupa un área de dimensiones reducidas ($10 \times 1,5$ Km.) y se dispone, cartográficamente, entre los materiales de las Zonas Internas y el complejo tectosedimentario atribuible a las Unidades del Campo de Gibraltar.

A pesar de su extensión reducida, presenta un gran interés, particularmente a la hora de reconstruir la historia geológica de la Cordillera Bética. En efecto, se trata de una formación transgresiva y discordante sobre los complejos Maláguide y Alpujárride, que fosiliza el contacto entre ambos; su depósito fue, por tanto, posterior a la estructuración de las Zonas Internas de las Cordilleras Béticas. Este hecho ya lo pusieron de manifiesto BOULIN *et al.* (1973) y MATHIS, entre otros autores.

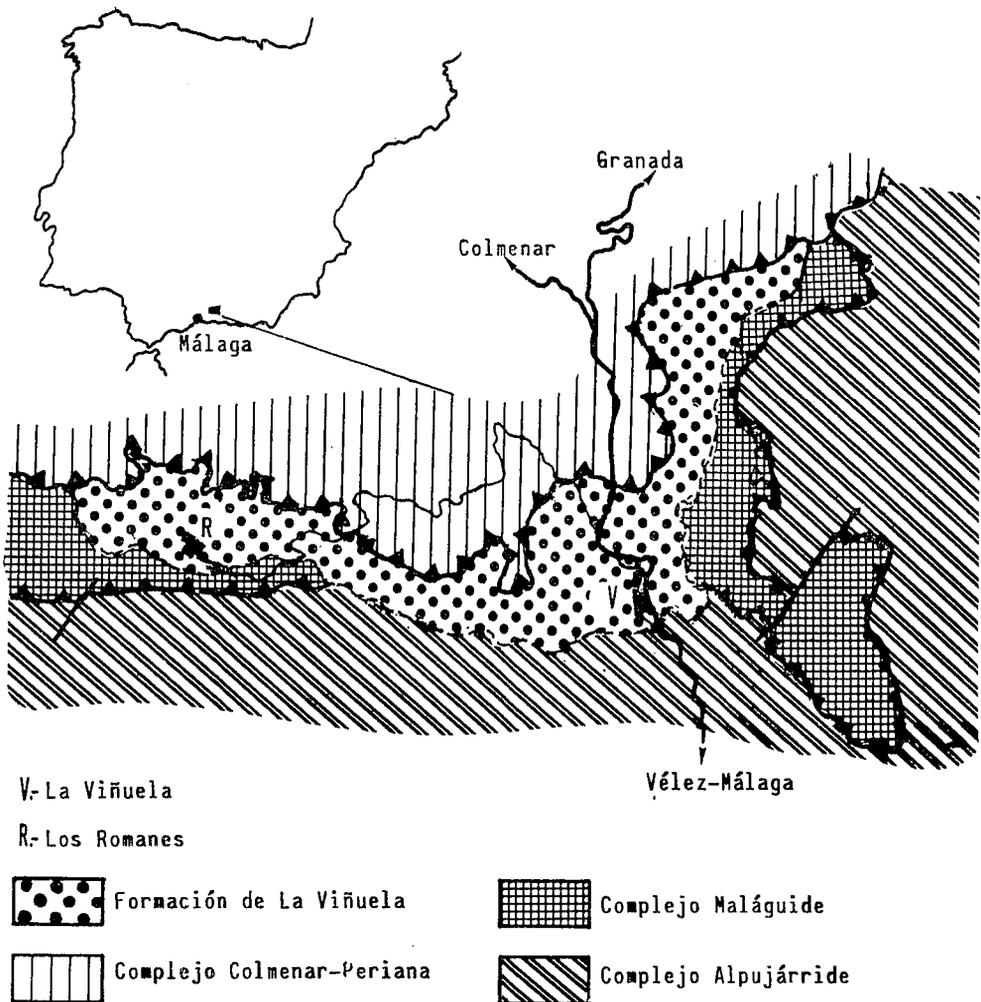


Fig. 1.—Situación geográfica y geológica de la Formación de La Viñuela (datos de BARBA *et al.*, 1979, y ELORZA *et al.*, 1979).

Por otra parte, esta formación está cabalgada por un conjunto de materiales de estructura compleja, que han sido denominados "Complejo Colmenar-Periana" (VERA, 1969; ELORZA *et al.*, 1979) o "Flysch de Periana" (MATHIS, 1974), o materiales de la Zona Límite (PAQUET, 1972; PEYRE, 1974), y que presentan afinidad estratigráfica y continuidad de afloramiento con las denominadas "Unidades del Campo de Gibraltar", término de uso muy extendido. Dentro de estas unidades existen algunas que son complejos tectosedimentarios formados por klipjes sedimentarios en el seno de una matriz del Mioceno inferior. Son materiales atribuibles a las "Arcillas con bloques" o al Neonumídico de BOURGOIS (1978). El cabalgamiento de estas unidades sobre la formación de La Viñuela es survergente.

Es de destacar, por tanto, que materiales depositados durante un mismo intervalo de tiempo, el Mioceno inferior, pueden ocupar posiciones muy dispares: unos fosilizando el cabalgamiento del Complejo Maláguide sobre el Alpujarride (Fm. La Viñuela) y otros formando el complejo tectosedimentario cabalgante.

Es evidente que el depósito de ambos materiales, actualmente adyacentes, tuvo lugar en áreas diferentes y que el acercamiento se produjo después del depósito. La Formación de La Viñuela se habría depositado sobre los materiales del Bloque de Alborán y el complejo tectosedimentario se depositaría en el área que se intercalaba entre el Bloque de Alborán y el margen de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas (BOURGOIS *et al.*, 1973; BOURGOIS, 1978).

La edad de la Formación de La Viñuela (y de otras formaciones equivalentes) tiene, por tanto, un gran interés, cuando se intenta reconstruir la historia geológica de la Cordillera Bética, ya que se trata de materiales depositados después de la estructuración interna del Bloque de Alborán y antes de su desplazamiento (por efecto de fallas transformantes) a su posición actual.

Ahora bien, cuando se examina la bibliografía existente sobre la edad de la Formación de La Viñuela se observan discrepancias importantes: su base ha llegado a ser atribuida al Oligoceno terminal y su techo al Burdigaliense superior. Esto nos ha incitado a realizar un estudio de los foraminíferos planctónicos contenidos en la misma, con objeto de tratar de establecer su edad, en la medida de nuestras posibilidades y del estado actual de los conocimientos sobre la distribución estratigráfica de los foraminíferos planctónicos.

REVISIÓN DE LOS ANTECEDENTES.

El término Formación de La Viñuela fue citado, por primera vez, por VERA, 1966 (1969), que la describió escuetamente; en cuanto a edad, y a falta de datos propios concluyentes, indicó la posibilidad de que se trate de un Aquitano-burdigaliense en función de estudios de la microfauna realizados por MAGNÉ y comunicados verbalmente por PEYRE.

BOULIN *et al.* (1973) describieron someramente los materiales de la Formación de La Viñuela (brecha masiva basal, discordante y transgresiva sobre los Alpujarrides y el manto de Málaga, niveles margosos, tobas y silixitas) precisaron su posición tectónica y dieron a conocer el contenido en foraminíferos planctónicos de nueve muestras (seis de los niveles margosos, una intercalada en la brecha basal del Camino de Los Romanes y dos de margas interestratificadas en las tobas), atribuyéndola, en función de los mismos, a la zona de *stainforthi* de BOLLI, 1966 (= zona N. 6 de BLOW, 1969) o a su vecindad inmediata "Burdigaliense según

PUJOL (1970) y ANGLADA (1971), límite entre el Aquitaniense y el Burdigaliense según BLOW (1969)".

Ahora bien, el reconocimiento de la biozona de *G. stainforthi* de BOLLI presenta un grave problema en nuestra región (de hecho, formalmente es irreconocible), pues *G. insueta*, especie cuya primera aparición define la base de la biozona, está ausente (o casi) en el dominio mediterráneo; identificar la base de la biozona de *C. sctainforthi* por medio de la primera aparición de *G. trilobus*, solución seguida por BOULIN *et al.*, según se deduce del cuadro II, pág. 1.247, no es apropiado, ya que no está claro si esta última especie aparece antes o después de *G. insueta* (los datos son contradictorios; comparar, v.gr., STAINFORTH *et al.*, 1975, y BLOW, 1969).

Es más lógico, por tanto, tratar de traducir los datos de BOULIN *et al.* (*op. cit.*) a una biozonación adecuada a nuestras latitudes, como la de MOLINA (1979). Para ello, las especies a tener en cuenta son *Globigerinita dissimilis* (*sic*) y/o *G. univava* (*sic*), presentes —una u otra— en todas las muestras; *Goborotalia acrostoma*, también presente en todas las muestras, y *Globigerinoides trilobus*, que sólo falta en una muestra (no basal) de Los Romanes. De acuerdo con estos datos, la Formación de La Viñuela se situaría en un intervalo no muy amplio: biozona de *G. primordius*, subzona de *G. trilobus* s. 1. (cuya base es definida por la aparición de *G. trilobus* s. 1.) — biozona de *G. altiapertura* (cima definida por la extinción de *C. dissimilis* y *C. univava*). Situando el límite Aquitaniense/Burdigaliense en el biohorizonte de primera aparición de *G. altiapertura*, la Formación de La Viñuela (de acuerdo con los datos suministrados por BOULIN *et al.*) podría pertenecer al Aquitaniense superior o, más probablemente, al Burdigaliense inferior, dado que *G. (T.) acrostoma* no comienza a ser frecuente hasta la aparición de *G. altiapertura*.

CHAUVE *et al.*, 1973, en un trabajo dedicado a las tobas, suministraron algunos datos sobre foraminíferos y edades, a los que no nos referiremos por estar incluidos en el trabajo más amplio que a continuación comentaremos.

MATHIS (1974) incluyó en su Tesis un detallado estudio de la Formación de La Viñuela, describiendo una serie de cortes.

En el corte-tipo (carretera de Loja a Torre del Mar, Km. 66, junto a una casa de peones camineros) citó las siguientes asociaciones (págs. 22-30, determinaciones de J. MAGNE):

- a) Muestra V₅, base de la alternancia de margas y arcillas con brechas que sigue a la brecha masiva de base: *Globigerinita dissimilis* (*sic*), *Globigerina venezuelana*, *G. cf. dori* (*sic*), *Globorotalia opima* y algunos bentónicos, "microfauna mal conservada, con aspecto más bien Oligoceno elevado. Una edad miocénica basal es posible, a pesar de la ausencia de especies características, sin franquear el Aquitaniense inferior". En las muestras de la alternancia que siguen, sólo citó algunas formas planctónicas y bentónicas que atribuyó al Oligo-Mioceno.
- b) Muestra V₁₂, arcillas verdosas que se sitúan al final de la alternancia anterior: 1 *Globigerinoides cf. trilobus*, *Globigerinita dissimilis* (*sic*), *Globigerina praebulloides*, *Globorotalia acrostoma*, otros planctónicos sin determinación específica y algunos bentónicos, Burdigaliense inferior.
- c) En el paquete de rocas tobáceas (muestras V₁₃ a V₂₃) citó foraminíferos planctónicos, sin determinaciones específicas, y radiolarios.
- d) Muestra V₂₅, margas que siguen a las tobas (con una intercalación biode-

trítica y un horizonte tobáceo al final): *Globigerinoides trilobus*, *G. immaturus*, *G. cf. altiapertura*, *Globigerinita dissimilis* (sic) y *Globoquadrina*, "caracterizando el Burdigaliense inferior".

En las inmediaciones de Los Romanes (págs. 38-46) describió dos cortes y otro en el cortijo del Garrobar (págs. 30-38):

- a) En cuanto al primer corte de Los Romanes, la alternancia de lechos de brechas y margas que sigue a la brecha masiva basal (muestra R₂ y siguientes) contienen *Globigerinita dissimilis* (sic), *Globigerina cf. rohri*, *G. venezuelana*, *Globorotalia* del gr. *opima* y bentónicos "con carácter Oligoceno superior probable (a lo más Aquitaniense inferior)". Los niveles más altos fueron datados como Burdigaliense inferior.
- b) En el segundo corte, las margas situadas sobre la brecha masiva basal (muestra R₂₂) contienen la misma microfauna que la muestra R₂₀ (situada más arriba: *Globigerinoides cf. primordius* y bentónicos, Aquitaniense) con "pequeñas *Globorotalia acrostoma*, pequeñas globigerinas y, puede ser, *Globigerinoides immaturus* mal conservados, que datan la base de la Formación de La Viñuela, del Mioceno inferior probable".
- c) En el corte del cortijo del Garrobar, un nivel margoso del paquete de silixitas que sigue a la brecha masiva basal, contiene una microfauna con algunas globigerinas mal conservadas y foraminíferos bentónicos, "fauna banal con afinidades oligocénicas". Los materiales situados por encima presentarían microfaunas del Burdigaliense inferior.

Resumiendo, los niveles que siguen a la brecha masiva basal, en estos cuatro cortes, contendrían microfaunas del Oligoceno o del Aquitaniense, mientras que los superiores presentarían microfaunas del Burdigaliense inferior.

Pero en los cortes de Alcaucín (págs. 59-54) y Cortijo Tajo (págs. 56-58) la situación es diferente: los materiales que siguen a la brecha masiva de base contienen *Globigerinoides trilobus* o formas afines y *Globigerinita dissimilis* (sic), por lo que fueron atribuidos al Burdigaliense inferior.

Para explicar estas discrepancias, MATHIS (op. cit., págs. 67 y 68) supuso que las microfaunas más antiguas serían resedimentadas; la edad de la Formación de La Viñuela sería Aquitaniense terminal-Burdigaliense inferior, sin excluir, sin embargo, el Aquitaniense.

Tratando de interpretar los datos de MATHIS (sin hacer intervenir todavía los nuestros) de acuerdo con el esquema bio-cronoestratigráfico que hemos adoptado, las muestras atribuidas por él al Burdigaliense inferior tendrían una edad Aquitaniense superior-Burdigaliense inferior, siendo imposible precisar más, salvo en el caso de la V₁₂, en la que la presencia de *G. (T.) acrostoma* inclina (pero no concluyentemente) a pensar en el Burdigaliense inferior (la cita de *G. cf. altiapertura* en la V₂₅ no es interpretable bioestratigráficamente).

Mayores problemas existen con las microfaunas asignadas por MATHIS a términos más antiguos. *G. (T.) opima* es una especie que se encuentra en el Oligoceno medio y en la parte inferior del Oligoceno superior, pero que no llega al Mioceno; la edad asignada a las muestras V₅ y R₂ sólo tendría sentido si se tratase de *G. (T.) opima nana*, que llega al Aquitaniense, aunque en tal caso no habría cri-

terios para asignar una edad Oligoceno superior, o Aquitaniense, pues tanto ésta como las otras especies asociadas se encuentran desde el Eoceno.

En cuanto a la muestra R₂₂, la presencia de *G. immaturus* permite fijar una edad Aquitaniense superior o más moderna, mientras que la de *G. cf. primordius* y pequeñas *G. (T.) acrostoma* induce a pensar que la edad no es más moderna que la extrema base del Burdigaliense.

En fin, en las inmediaciones del cortijo "Lagarde Chilano" (¿Lagar de Chiliano?) MATHIS citó (págs. 46-48) los foraminíferos de una serie de muestras tomadas en el relleno de un canal de la superficie superior de la brecha masiva basal; una (R₂₆) con *Globigerinoides immaturus*, *Globigerinita dissimilis* (*sic*) y bentónicos, la atribuyó al Oligoceno a Mioceno basal (estimamos que tal atribución es un lapsus, dado que situó otras muestras con *Globigerinoides immaturus* en el Burdigaliense inferior), mientras que otra, con *G. cf. primordius*, la asignó al Aquitaniense.

RIVIERE y COURTOIS (1975) publicaron una serie de datos sobre los minerales y la geoquímica de las tobas de la Formación de La Viñuela, que no afectan al objetivo principal de este trabajo.

MOLINA (1979) citó la microfauna contenida en los términos más altos de la Formación de La Viñuela (Km. 65,5 de la carretera C-335, es decir, al norte del corte tipo de MATHIS, *op. cit.*), destacando la presencia de *G. altiapertura*, *G. subquadratus* s. s., *C. dissimilis*, *G. altispira* y *S. semimulina*, lo que permitiría atribuir tales términos a la biozona de *G. altiapertura*, subzona de *G. subquadratus* s. s., Burdigaliense inferior (parte alta).

MARTÍN y MATAS (en ELORZA *et al.*, 1979, memoria de la hoja 1.040, Zafarraya, del Mapa Geológico de España 1:50.000) hicieron una descripción general de la litología de la Formación de La Viñuela, indicando que la edad de las muestras oscila desde el Oligoceno terminal-Aquitaniense hasta el Burdigaliense superior hacia el techo (1) y citando la presencia de *Globigerinoides* sp., *G. quadrilobatus*, *Globoquadrina dehiscens* y *Globorotalia scitula* (en la leyenda del mapa, los niveles brechoides basales son incluidos en el Aquitaniense y los términos margosos superiores en el Aquitaniense-Burdigaliense).

En fin, VASS (1979) indicó que BELLON (1976) dató la toba de la Formación Vinnela (*sic*) en $18,6 \pm 1$ m. a.

MATERIALES ESTUDIADOS.

Con objeto de tratar de establecer la edad de los términos inferiores de la Formación de La Viñuela, no estudiados por MOLINA (*op. cit.*), hemos muestreado el corte tipo de MATHIS (*op. cit.*) y otro, situado en la carretera a Los Romanes, que suponemos es el citado por BOULIN *et al.* (*op. cit.*).

En el talud de la carretera, kilómetro 66, bajo la casa de peones camineros, la brecha masiva basal no contiene niveles apropiados para el estudio micropaleontológico, pero hacia Vélez Málaga, en el talud también, se observan algunas intercalaciones irregulares de términos limosos, rojos unos, amarillos grisáceos otros; se tomaron muestras de tres de dichas intercalaciones (GD-557, GD-558 y GD-559).

Por encima se encuentra una alternancia de margas y brechas (s. l.) situada

(1) Uno de los firmantes de este artículo (J. M. G. D.) colaboró en el estudio micropaleontológico de la hoja de Zafarraya, pero no en el de las muestras de la Formación de La Viñuela.

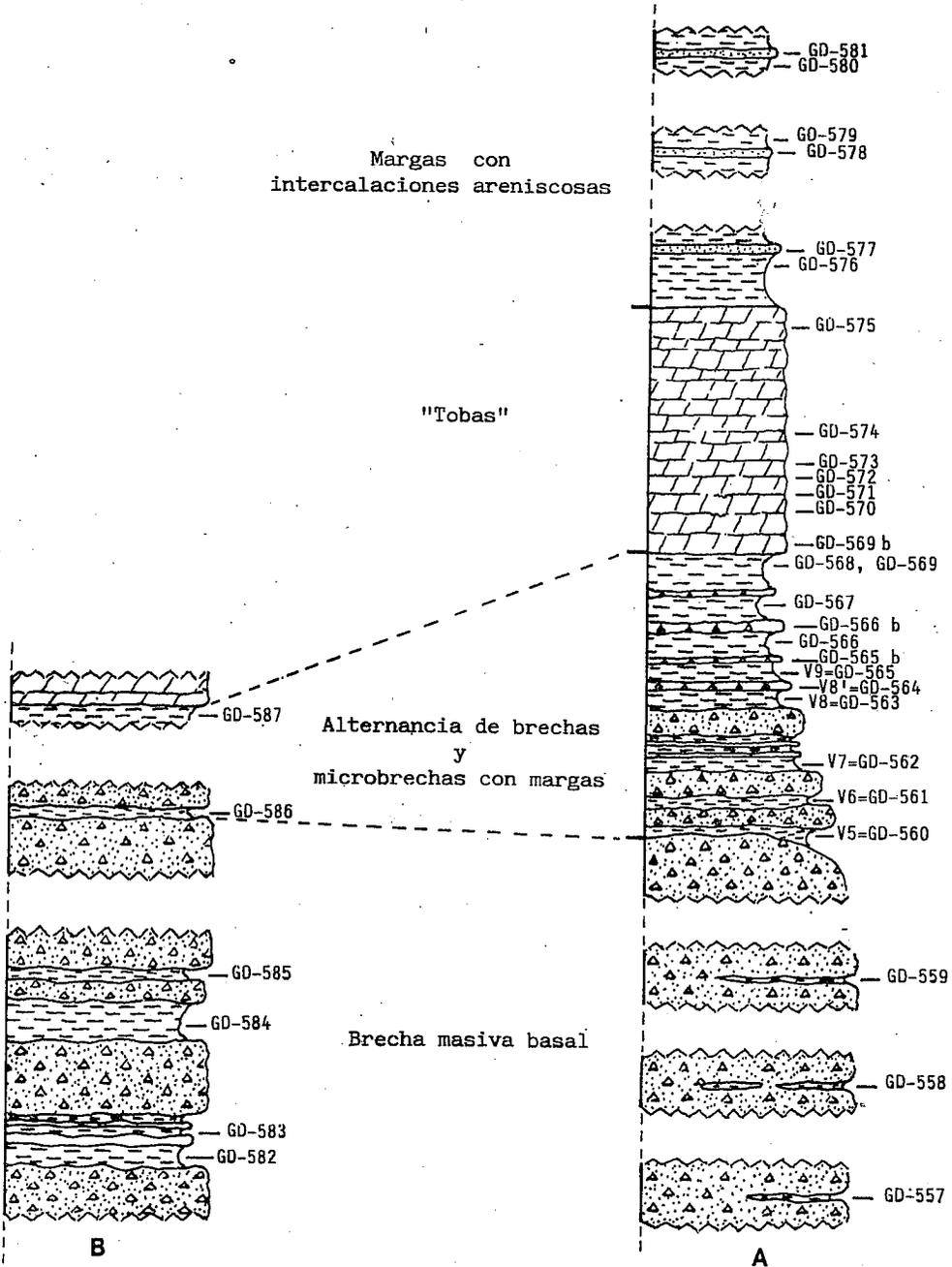


Fig. 2.—A) Corte tipo de la Formación de La Viñuela (basado en MATHIS, 1974, modificado); B) corte de la carretera a Los Romanes.—V, muestras de MATHIS, 1974; GD, muestras tomadas para este trabajo.

bajo los niveles de "tobas". Hasta el nivel V_8 no hay problemas en cuanto a la identificación de los términos indicados por MATHIS, pero a partir del mismo (en una zona de difícil acceso, debido a la fuerte pendiente del talud) no se reconocen todos los niveles citados por MATHIS, e incluso llegan a aparecer, en la cima del talud, los niveles de "tobas" que MATHIS sólo indicó al otro lado del sendero que conduce a la casa de peones camineros.

Pasando ya a los niveles de "tobas" (conjuntos E y F) (2), los términos indicados por MATHIS no son reconocibles y la potencia total que hemos medido (4,40 m.) es superior a la indicada por MATHIS (2,30 m. según el texto, 2,10 m. según la figura 5').

Termina el corte con una masa de margas de colores amarillentos, grises o verdosos, con niveles intercalados, centimétricos, de areniscas de origen turbidítico; la potencia total y el número exacto de intercalaciones son difíciles de precisar, dadas las malas condiciones de exposición.

Para reforzar la datación de los términos inferiores de la Formación de La Viñuela hemos tomado algunas muestras de los materiales que afloran en la carretera a los Romanes.

En la desviación hacia el pantano en construcción aflora una alternancia de margas y brechas, equivalente a la que se sitúa, en el corte tipo de MATHIS, entre la brecha masiva y los niveles de "tobas". Se tomaron dos muestras, GD-586 y GD-587, situadas en la base y el techo de la alternancia, respectivamente.

Pasada esta desviación, hacia Los Romanes, aflora la brecha masiva basal y, dentro de ella, se localizan unos niveles margosos intercalados, que afloran en el talud de la carretera, con la siguiente sucesión (de abajo a arriba):

- a) Brecha masiva.
- b) 40 centímetros de margas blancas (muestra GD-582).
- c) 50 centímetros de alternancia de margas y margocalizas blancas con niveles brechoides (muestra GD-583).
- d) 150 centímetros de brechas.
- e) 80 centímetros de margas blancas (muestra GD-584).
- f) 40 centímetros de brechas.
- g) 20 centímetros de margas blancas (muestra GD-585).
- h) Brecha masiva.

BIOESTRATIGRAFÍA.

Todas las muestras estudiadas, incluidas las de las intercalaciones de la brecha masiva basal, contienen foraminíferos planctónicos, en general abundantes, pero su estado de conservación es muy deficiente, especialmente en las muestras situadas en o por debajo del paquete tobáceo. Las especies determinadas en cada muestra quedan reflejadas en la tabla I.

En las muestras tomadas de las intercalaciones de la brecha masiva (de ambos cortes) hay que destacar la presencia de *G. altiapertura* BOLLÉ y la ausencia de *G. subquadratus* BRÖNNIMANN, aunque sí están presentes individuos con caracteres

(2) Actualmente en curso de estudio por GALÁN *et al.*, desde un punto de vista petrológico y mineralógico.

TABLA I.—ESPECIES Y MORFOTIPOS DE FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS IDENTIFICABLES EN LOS LEVIGADOS ESTUDIADOS.

MUESTRAS		ESPECIES
GD-580	•	Globoquadrina dehiscens
GD-579	•	Globoquadrina larmeui
GD-576	•	Globoquadrina globularis
GD-575	•	Globoquadrina baroemoenensis
GD-574	•	Globoquadrina altispira
GD-571	•	Globoquadrina altispira globosa
GD-569	• ?	Globorotalia (Turborotalia) semivera
GD-567	•	Globorotalia (Turborotalia) sp.cf. G.(T.) opima nana
GD-566	•	Globorotalia (Turborotalia) siakensis
GD-565	•	Globorotalia (Turborotalia) acrostoma
GD-563	• ?	Globorotalia (Turborotalia) kugleri
GD-562	•	Globorotalia (Turborotalia) peripheroronda
GD-561	•	Globorotalia (Turborotalia) praescitula
GD-560	•	Globorotalia (Turborotalia) obesa
GD-559	• ?	Catapsydrax dissimilis
GD-558	• ?	Catapsydrax unicavus
GD-557	• ?	Catapsydrax stainforthi
GD-587	•	Globigerinoides primordius
GD-586	•	Globigerinoides trilobus
GD-585	•	Globigerinoides trilobus inmaturo
GD-584	•	Globigerinoides trilobus irregularis
GD-583	•	Globigerinoides altiapertura
GD-582	• ?	Intermedios entre G. altiapertura y G. subquadratus
	•	Globigerinoides subquadratus s.l.
	•	Globigerinoides subquadratus s.s.
	•	Globigerina woodi
	•	Globigerina woodi extrema
	•	Globigerina euapertura
	•	Globigerina venezolana
	•	Globigerina tripartita
	•	Globigerina praebulloides
	• ?	Globigerina brazieri
	•	Globorotaloides suteri
	•	Globigerinita incrusta
	•	Hastigerina ? sp.

intermedios entre ambos (esto es, casi con sólo tres cámaras en la última vuelta de espira), lo que permite asignar estos materiales a la biozona de *G. altiapertura*, subzona de *G. altiapertura* de MOLINA (1979). Refuerzan tal atribución la presencia de *G. trilobus irregularis* LE ROY, morfotipo que aparece, aproximadamente, al mismo tiempo que *G. altiapertura* BOLLI; la de *G. primordius* BLOW y BANNER, y la (posible) de *G. (T.) kugleri* BOLLI (ambos se extinguen en la base de la subzona de *G. altiapertura*) y la de *G. (T.) semivera* (HORNIBROOK), *G. brazieri* JENKINS, *G. euapertura* JENKINS, *G. tripartita* KOCH, *Gq. globularis* BERMÚDEZ (probable) y *Gq. praedeheiscens* BLOW y BANNER, especies que se extinguen en las inmediaciones del límite entre las subzonas de *G. altiapertura* y *G. subquadratus* s. s.; también es de destacar una relativa abundancia de *G. (T.) acrosoma* WEZEL, especie que, aunque aparece en la subzona anterior (biozona de *G. primordius*, subzona de *G. trilobus* s. l.), no comienza a ser abundante hasta la subzona de *G. altiapertura*. En fin, otro dato a tener en cuenta es la ausencia de especies que aparecen cerca del límite entre las subzonas de *G. altiapertura* y *G. subquadratus* s. s., presentes en muestras de materiales más altos.

Citemos, por último, la presencia de unas pequeñas turborotalias que hemos incluido en las listas como *G. (T.)* sp. cf. *G. (T.) opima nana* BOLLI (3). Su morfología es muy semejante a la de la subespecie de BOLLI, pero en general se acepta que ésta se extiende, como mucho, hasta un poco después del nivel de aparición de *G. primordius* BLOW y BANNER. Por otra parte, BLOW (1969, págs. 347 y 352) citó la presencia de formas pseudomórficas de *G. (T.) opima nana* BOLLI en las zonas N. 4 y N. 5, diferenciables por caracteres aperturales y umbilicales. De momento, preferimos dejar este problema sólo planteado, apuntando que en los materiales del Burdigaliense inferior de las Béticas son relativamente frecuentes.

En las muestras del paquete de alternancia de margas y niveles de granulometría más grosera, que se sitúa entre la brecha masiva basal y las "tobas", las microfauas presentan una conservación muy deficiente y ningún elemento a destacar, en comparación con las de la brecha basal, a no ser la presencia de un individuo, en la muestra GD-563, con aspecto de *Gq. altispira* (CUSHMAN y JARVIS) (tan mal conservado que no se puede asegurar la identificación), especie que aparece un poco antes del límite entre las subzonas de *G. altiapertura* y *G. subquadratus* s. s.

Las muestras del paquete tobáceo suministran una microfauna de color verdoso, casi indeterminable; los escasos *G. subquadratus* BRÖNNIMANN están tan mal conservados que es imposible afirmar o negar si entre ellos hay formas con dos aberturas secundarias (*G. subquadratus* s. s.), aunque la presencia de *G. euapertura* JENKINS y *Gq. altispira globosa* BOLLI hace sospechar que el paquete tobáceo se sitúa en las inmediaciones del límite entre las subzonas de *G. altiapertura* y *G. subquadratus* s. s.

La primera muestra tomada en el paquete de margas con niveles turbidíticos (GD-576) continúa presentando especies que se extinguen en las inmediaciones del límite entre las subzonas que venimos indicando: *G. (T.) semivera* (HORNIBROOK), *G. tripartita* KOCH y *G. euapertura* JENKINS, pero en la siguiente (GD-579), aparte de estar ausentes estas especies, hay ejemplares de *G. (T.) praescitula* BLOW, una especie cuya aparición tiene lugar inmediatamente después de que lo haga *G. subquadratus* BRÖNNIMANN s. s. Ciertamente, falta la prueba definitiva para asignar

(3) Cabría preguntarse si no serán éstas las formas citadas por MATHIS (*op. cit.*) bajo las denominaciones *G. opima* y *G.* del gr. *opima*.

G. primordius	G. altiaperturaus		
G. trilobus s.l.	G. altiaperturaus	G. subquadratus s.s.	
			Globigerinoides altiaperturaus Bolli
			Globigerinoides trilobus irregularis
←	—		Globigerinoides primordius
←	---		Globorotalia (Turborotalia) kugleri Bolli
←		---	Globorotalia (Turborotalia) semivera Hornibrook
←		---	Globigerina brazieri Jenkins
←	—		Globigerina euapertura Jenkins
←	—		Globigerina tripartita Koch
←	---		Globoquadrina globularis Bermúdez
←	---	---	Globoquadrina praedeheiscens Blow y Banner
			Globorotalia (Turborotalia) acrostoma Wezel
	---		Globoquadrina altispira (Cushman y Jarvis)
	—		Globigerinoides subquadratus Bronnimann, s.l.
			Globigerinoides subquadratus Bronnimann, s.s.
	---		Globoquadrina altispira globosa Bolli
			Globorotalia (Turborotalia) praescitula Blow

Fig. 3.—Distribución, en las Cordilleras Béticas, de las especies implicadas en la discusión bioestratigráfica (datos, sobre todo, de MOLINA, 1979).

esta muestra a la subzona de *G. subquadratus* s. s., pues la conservación de los escasos ejemplares que hemos logrado aislar no permite asegurar si son formas con una o dos aberturas secundarias, pero todo induce a pensar, aunque sea por pruebas indirectas, que tal atribución es correcta. En resumen, el límite entre las subzonas de *G. altiaperturaus* y *G. subquadratus* s. s. debe situarse cerca de la base de la alternancia de margas con niveles turbidíticos.

En fin, la parte alta de la alternancia de margas y niveles turbidíticos, que no está representada en el corte tipo de La Viñuela, pertenece claramente a la subzona de *G. subquadratus* s. s. (MOLINA, 1979), dada la presencia del indicador subzonal (figurado en GONZÁLEZ DONOSO *et al.*, 1981) y de escasos *Catapsydrax unicavus* BOLLI, LOEBLICH y TAPPAN (la escasez de estas formas podría ser debida a que su desaparición está próxima, aunque tampoco puede desecharse una explicación de tipo ecológico).

En resumen, los materiales de la Formación de La Viñuela pertenecen a la zona de *G. altiaperturaus*, subzonas de *G. altiaperturaus* y de *G. subquadratus* s. s., según la biozonación de MOLINA, 1979.

CRONOESTRATIGRAFÍA.

El principal problema que plantea la datación de la Formación de La Viñuela, después de lo expuesto en el apartado anterior, es el de la posición del límite Aquitaniense/Burdigaliense.

Los estudios recientes llevados a cabo sobre los estratotipos de ambos pisos (y sobre secciones correlacionables, situadas en la misma región) muestran que los foraminíferos planctónicos, aunque en general no sean abundantes ni estén muy diversificados en ellos, permiten situar ambos pisos en una escala bioestratigráfica adecuada, puesto que una serie de especies (o morfotipos) presentes en uno, faltan en el otro. Prescindiendo de aquéllas que, indiscutiblemente, tienen sus biohorizontes de extinción o aparición lejos del intervalo en que puede situarse el límite, y de las que tienen morfología poco característica, por lo que su identificación no es demasiado segura, conviene resaltar que:

- a) Son exclusivas del Aquitaniense, *Globigerinoides primordius* BLOW y BANNER (JENKINS, 1966, cf.; SZÖTS, 1969; PUJOL, 1970, cf.; SCOTT, 1971; POIGNANT y PUJOL, 1976) y *Globorotalia (Turborotalia) kugleri* BOLLI (PUJOL, 1970; POIGNANT y PUJOL, 1976).
- b) Aparecen ya en el Aquitaniense, aunque se encuentran en el Burdigaliense y en términos más recientes, *Globigerinoides trilobus immaturus* LE ROY (PUJOL, 1970; POIGNANT y PUJOL, 1976, aff.; MULLER y PUJOL, 1979) y *Globigerinoides trilobus* (REUSS) (SZÖTS, 1969).
- c) Se encuentran en el Burdigaliense y no han sido citadas en el Aquitaniense, *Globigerinoides altiaperturaus* BOLLI (JENKINS, 1966; SZÖTS, 1969; POIGNANT y PUJOL, 1978; MULLER y PUJOL, 1979), *Globigerinoides trilobus irregularis* (POIGNANT y PUJOL, 1978; MULLER y PUJOL, 1979; citado en ambos casos como *G. subsacculifer* CITA *et al.*), *Globigerinoides subquadratus* BRÖNNIMANN (POIGNANT y PUJOL, 1978; MULLER y PUJOL, 1979), *Globoquadrina altispira globosa* BOLLI (POIGNANT y PUJOL, 1978; MULLER y PUJOL, 1979) y *Globigerinoides sacculifer* (BRADY) (SZÖTS, 1969).

El problema surge cuando se trata de traducir estos datos a las biozonaciones basadas (al menos para este intervalo) en especies tropicales, tales como las de BOLLI, 1966; BLOW, 1969, y STAINFORTH *et al.*, 1975. En efecto, el límite entre las biozonas N. 4 y N. 5 (BLOW) o de *G. kugleri* y de *C. dissimilis* (BOLLI, STAINFORTH *et al.*) es el biohorizonte de extinción de *G. (T.) kugleri* BOLLI, especie rara en el dominio mediterráneo (¡un solo ejemplar en el estratotipo del Aquitaniense!) y el límite entre los N. 5 y N. 6, o de *C. dissimilis* y de *C. stainforthi*, es el biohorizonte de aparición de *G. insueta* CUSHMAN y STAINFORTH, especie prácticamente ausente en el dominio mediterráneo. Para "traducir" los datos sobre los estratotipos a tales biozonaciones hay que recurrir, por tanto, a la distribución de otras especies de foraminíferos suministradas por los autores que las han establecido ... y las contradicciones son bien evidentes.

Aquitaniense	Burdigaliense	
X		<i>Globigerinoides primordius</i> Blow y Banner
X		<i>Globorotalia (Turborotalia) kugleri</i> Bolli
X	X	<i>Globigerinoides trilobus inmaturus</i> Le Roy
X	X	<i>Globigerinoides trilobus trilobus</i> (Reuss)
	X	<i>Globigerinoides altiapertura</i> Bolli
	X	<i>Globigerinoides trilobus irregularis</i> Le Roy
	X	<i>Globigerinoides subquadratus</i> Bronnimann
	X	<i>Globoquadrina altispira globosa</i> Bolli
	X	<i>Globigerinoides sacculifer</i> (Brady)

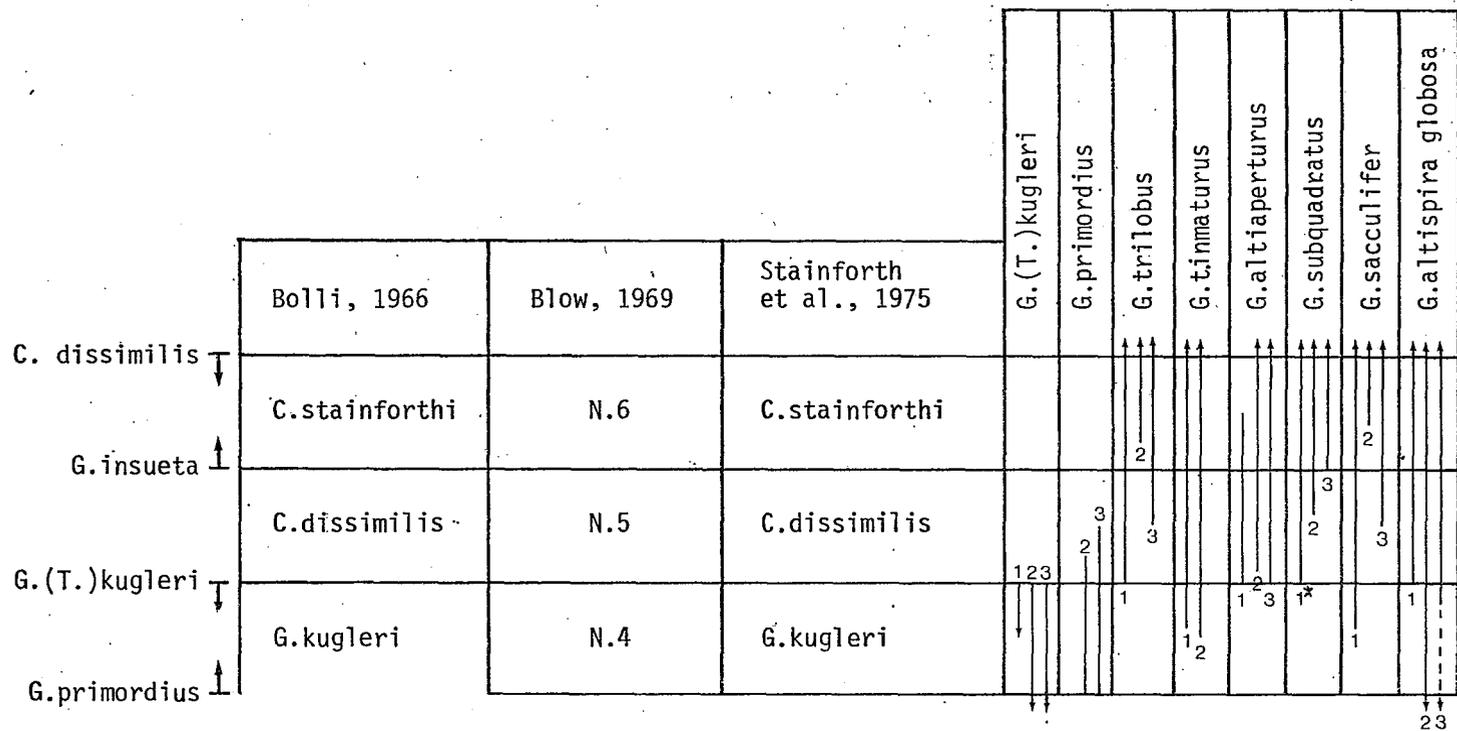
Fig. 4.—Especies presentes en los estratotipos (y paraestratotipos) del Aquitaniense y del Burdigaliense (datos de JENKINS, 1966; SZOTS, 1969; PUJOL, 1970; POIGNANT y PUJOL, 1976; POIGNANT y PUJOL, 1978; MULLER y PUJOL, 1979).

En la figura 5 se reseña la posición del límite Aquitaniense/Burdigaliense, según diversos autores que han utilizado datos de los estratotipos y las biozonaciones a que nos venimos refiriendo. Las discrepancias están a la vista y un análisis de las distribuciones de los foraminíferos planctónicos suministradas por BOLLI (1957), BLOW (1969) y STAINFORTH *et al.* (1975), cotejadas con el contenido faunístico de los dos estratotipos, revelaría inconsistencias mayores (fig. 6). Pero esto último

N.6	Blow, 1969	C. stainforthi	Stainfort et al., 1975	Anglada, 1971	Jenkins, 1966	Muller y Pujol, 1979	Poignant y Pujol, 1978	Poignant y Pujol, 1976	Pujol, 1970 (pl. 3 + pl. 4)	Burd.	Blow, 1969
										Aq.	
N.5	Blow, 1969	C. stainforthi	C. stainforthi	Anglada, 1971	Jenkins, 1966	Muller y Pujol, 1979	Poignant y Pujol, 1978	Poignant y Pujol, 1976	Pujol, 1970 (pl. 3 + pl. 4)	Burd.	
										Aq.	
N.4	Blow, 1969	G. kugleri	G. kugleri	Anglada, 1971	Jenkins, 1966	Muller y Pujol, 1979	Poignant y Pujol, 1978	Poignant y Pujol, 1976	Pujol, 1970 (pl. 3 + pl. 4)	Burd.	
										Aq.	

G. insueta ↑
G. (T.) kugleri ↓

Fig. 5.—Posición del límite Aquitaniense/Burdigaliense, según diversos autores.



* G. rubra

Fig. 6.—Distribución de las especies reseñadas en la figura 4, según BOLLI, 1957 (1); BLOW, 1969 (2), y STAINFORTH *et al.*, 1975 (3).

no es necesario, puesto que, por encima de cualquier otro razonamiento, es evidente que el límite Aquitaniense/Burdigaliense debe definirse de una manera inequívoca, por medio de algún biohorizonte fácil de reconocer y cosmopolita.

ANGLADA, 1971, realizó una propuesta al respecto, por desgracia un tanto ambigua. Así, mientras que en la página 2 se lee que *G. quadrilobatus altiapertura* BOLLI (*sic*) presenta numerosas ventajas para marcar la base del Burdigaliense, de la página 3 y de la tabla I se deduce que la base del Burdigaliense se situaría, según este autor, en la desaparición de *G. primordius* BLOW y BANNER, especie que se extingue un poco después de que aparezca *G. altiapertura* BOLLI (hecho que hemos comprobado, repetidas veces, en nuestros materiales). Posteriormente (1972, pág. 34) indicó, otra vez "Nous avons donc proposé (ANGLADA, 1971 b) d'adopter comme marqueur de la base du Burdigalien, aussi bien en Aquitaine qu'en Provence, *G. quadrilobatus altiapertura*".

Independientemente de cuál sea la idea estricta de ANGLADA, nosotros preferimos adoptar, como límite Aquitaniense/Burdigaliense, el biohorizonte de primera aparición de *G. altiapertura* BOLLI, por varias razones:

- a) La extinción de *G. primordius* BLOW y BANNER no puede ser, en ningún caso, un biohorizonte tan fiable e isocrónico como la aparición de *G. altiapertura* BOLLI. En efecto, la evolución *G. primordius*-*G. trilobus* s. l., gradual, impide determinar, en muchos casos, si un organismo es un verdadero *G. primordius*.
- b) *G. (T.) kugleri* BOLLI, ausente en el Burdigaliense estratotípico, es una especie demasiado escasa en el dominio mediterráneo como para que su nivel de extinción (próximo también al de aparición de *G. altiapertura* BOLLI) sea utilizable.
- c) *G. immaturus* LE ROY y *G. trilobus* (REUSS) están ya presentes en el estratotipo del Aquitaniense y aparecen, por tanto, antes que *G. altiapertura* BOLLI. Ciertamente, hay grandes discrepancias en cuanto a la posición del nivel de aparición de estas dos "especies" (véase GONZÁLEZ DONOSO y MOLINA, 1977-78), lo que, en principio, puede ser un indicio de heterocronía, pero en las Cordilleras Béticas aparecen, también, antes de *G. altiapertura* BOLLI.
- d) *G. irregularis* LE ROY (= *G. subsacculifer* CITA *et al.*) aparece, en las Cordilleras Béticas, casi al mismo tiempo que *G. altiapertura* BOLLI y está presente en la base extrema del Burdigaliense del área estratotípica (La Bourasse, POIGNANT y PUJOL, 1978), pero tiene una morfología poco característica y ha sido poco citado a escala global ... escogerlo como índice del límite no es, por tanto, adecuado.
- e) *Gq. altispira globosa* BOLLI aparece, en las Cordilleras Béticas, después de *G. altiapertura* BOLLI, pero ha sido citado en términos mucho más antiguos, incluso por debajo de la aparición de *G. primordius* BLOW y BANNER (v.gr., BLOW, 1969), por lo que la heterocronía de su biohorizonte es manifiesta, o presenta problemas taxonómicos.
- f) *G. subquadratus* BRÖNNIMANN y *G. sacculifer* (BRADY) son especies, evidentemente, más recientes que *G. altiapertura* BOLLI.
- g) Frente a todo esto, *G. altiapertura* BOLLI tiene todas las ventajas: es una especie muy fácil de reconocer, cosmopolita, con un biohorizonte de aparición —al menos aparentemente— bastante isocrónico ... En resumen, pen-

samos que, a la vista de las citas bibliográficas, el límite Aquitaniense/Burdigaliense puede hacerse coincidir con el biohorizonte de primera aparición de *Globigerinoides altiapertura* BOLLI.

Tomando como límite inferior del Langhense el biohorizonte de primera aparición de *Praeorbulina* (CITA y BLOW, 1969), el Burdigaliense quedaría así delimitado por dos biohorizontes bien característicos y cosmopolitas.

Finalmente, dado que en este intervalo se pueden diferenciar tres biozonas de foraminíferos planctónicos (biozonas de *G. altiapertura*, de *C. stamforthi* y de *G. sicamus*, en la biozonación de MOLINA, 1979) el Burdigaliense puede dividirse, fácilmente (al menos de una manera informal), en inferior, medio y superior.

CONCLUSIONES.

Los términos más bajos observados de la Formación de La Viñuela no contienen organismos característicos del Oligoceno y/o del Aquitaniense (ni siquiera resedimentados) y sí, por el contrario, del Burdigaliense; no hay argumentos, por tanto, para sospechar una edad más antigua que el Burdigaliense (ni siquiera el Aquitaniense superior). Los términos más altos observados contienen aún formas que se extinguen a finales del Burdigaliense inferior.

La Formación de La Viñuela tiene, por tanto, una edad Burdigaliense inferior; su parte baja, perteneciente a la biozona de *G. altiapertura*, subzona de *G. altiapertura* (esto es, a lo que podemos denominar el Burdigaliense basal), es estrictamente correlacionable con los materiales del Burdigaliense basal de Almogía, Casabermeja y Alozaina (GONZÁLEZ DONOSO *et al.*, 1981), con los de la base del Tramo de Murchas de la Depresión de Granada (GONZÁLEZ DONOSO, 1977-78) y con los de la base de la Formación Fuente de Vélez Rubio (GONZÁLEZ DONOSO *et al.*, en preparación), todos ellos transgresivos sobre las Zonas Internas de las Cordilleras Béticas.

(Recibido el 15 de diciembre de 1982.)

Aceptado el 14 de marzo de 1983.)

BIBLIOGRAFÍA.

- ANGLADA, R.
1971. Sur la limite Aquitanien-Burdigalien, sa place dans l'échelle des Foraminifères planctoniques et sa signification dans le Sud-Est de la France. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 272, págs. 1.948-1.951.
1972. Etude des petits Foraminifères (in V^e Congr. Neog. medit., vol. III, *Contribution à l'étude de l'Aquitaniens. Le coupe de Carry-le-Rouet (Bouches du-Rhone)*. *Bull. B. R. G. M.*, Sect. 1, 4, págs. 29-35.
- BARBA, A., MARTÍN-SERRANO, A. y PILES, E.
1979. Memoria de la hoja 1.039 (Colmenar) del Mapa Geológico de España 1:50.000. *I. G. M. E.*, 88 págs.
- BLOW, W. H.
1969. Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. *Proc. First. Int. Conf. Planck. Microf. Genova, 1967*, págs. 199-421. E. J. Brill, Leiden.
- BOLLI, H. M.
1966. Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on planktonic foraminifera. *Bol. Inf. Asoc. Ven. Geol., Min. Petr.*, 9-1, págs. 3-32.

- BOULIN, J., BOURGOIS, J., CHAUVE, P., DURAND-DELGA, M., MAGNE, J., MATHIS, V., PEYRE, Y., RIVIERE, M. y VERA, J. A.
1973. Age miocène inférieur de la formation de La Viñuela, discordante sur les nappes internes bétiques (Province de Málaga, Espagne). *C. R. Acad. Sc. Paris*, 276, págs. 1.245-1.248.
- BOURGOIS, J.
1978. La transversales de Ronda (Cordilleras Bétiques, Espagne). Données géologiques pour un modèle d'évolution de l'arc de Gibraltar. *Tésis Univ. Besancon, Ann. Scient. Univ. Besancon, Géologie*, 3^e série, fasc. 30, 445 págs.
- BOURGOIS, J., CHAUVE, P. y PEYRE, Y.
1973. Trame de l'histoire postaquitanienne des Cordillères bétiques occidentales. *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 276, págs. 1.393-1.396.
- CITA, M. B. y BLOW, W. H.
1969. The biostratigraphy of the Langhian, Serravallian and Tortonian stages in the type-sections in Italy. *Riv. Ital. Pal.*, 75-3, págs. 549-603.
- CHAUVE, P., MATHIS, V., PEYRE, Y. y RIVIERE, M.
1973. Sur la presence de tufs dans les sédiments d'âge Burdigalien de la region de La Viñuela-Alcaucín-Zafarraya-Riogordo (Province de Málaga, Espagne méridionale). *Ann. Scient. Univ. Besancon, Geol.*, 3-20, págs. 153-165.
- ELORZA, J. J., GARCÍA DUEÑAS, V., MATAS, J. y MARTÍN, L.
1979. Memoria de la hoja 1.040 (Zafarraya) del Mapa Geológico de España 1:50.000. *I. G. M. E.*, 64 págs.
- GONZÁLEZ DONOSO, J. M.
1977-78. Los materiales miocénicos de la Depresión de Granada. *Cuad. Geol. Univ. Granada*, 8-9, págs. 191-204.
- GONZÁLEZ DONOSO, J. M. y MOLINA, E.
1977-78. El corte del Navazuelo (Cordilleras Béticas, Provincia de Granada) posible hipoes-tratotipo del límite Oligoceno/Mioceno. *Cuad. Geol. Univ. Granada*, 8-9, páginas 226-240.
- GONZÁLEZ DONOSO, J. M., LINARES, D. y MOLINA, E.
1981. Nuevos datos acerca de la edad de los materiales miocénicos transgresivos sobre las Zonas Internas de las Cordilleras Béticas en la provincia de Málaga. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)*, 79, págs. 103-113.
- JENKINS, D. G.
1966. Planktonic foraminifera from the type Aquitanian-Burdigalian of France. *Contr. Cushman Found. For. Res.*, 17-1, págs. 1-15.
- MATHIS, V.
1974. *Etude géologique de l'extrémité orientale de la zone de Colmenar (Province de Málaga-Espagne)*. Thèse Univ. Besancon, 204 págs.
- MOLINA, E.
1979. *Oligoceno-Mioceno inferior por medio de foraminíferos planctónicos en el sector central de las Cordilleras Béticas (España)*. Tesis Doctoral Univ. Granada. Publ. Univ. Granada y Zaragoza, 342 págs.
- MULLER, C. y PUJOL, C.
1979. Etude du nannoplancton calcaire et des Foraminifères planctoniques dans l'Oligocène et le Miocène en Aquitaine (France). *Géologie Méditerranéenne*, 6-2, págs. 357-368.
- PAQUET, J.
1972. Charriages et coulissements dans l'Est des Cordillères Bétiques (Espagne). *24^o Int. Geol. Congress.*, vol. 3, págs. 395-404.
- PEYRE, Y.
1974. *Géologie d'Antequera et de sa region (Cordillères Bétiques-Espagne)*. Thèse Univ. Paris, Trav. Lab. Geol. Mediterr., 528 págs.
- POIGNANT, A. y PUJOL, C.
1976. Nouvelles données micropaléontologiques (foraminifères planctoniques et petits foraminifères benthiques) sur le stratotype de l'Aquitainien. *Geobios*, 9-5, págs. 607-663.
1978. Nouvelles données micropaléontologiques (foraminifères planctoniques et petits foraminifères benthiques) sur le stratotype bordelais du Burdigalien. *Geobios*, 11-5, págs. 655-712.
- PUJOL, C.
1970. Contribution à l'étude des Foraminifères planctoniques néogènes dans le Bassin Aquitain. *Bull. Inst. Geol. Bassin Aquitaine*, 9, págs. 201-219.

RIVIERE, M. y COURTOIS, C.

1975. Etude minéralogique et géochimique des tuffites burdigaliennes de la région de Málaga (Espagne): intérêt des diagrammes de répartition des terres rares. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 280, págs. 1.645-1.648.

SCOTT, G. H.

1971. Phyletic trees for trans-atlantic Lower Neogene Globigerinoides. *Rev. Esp. Microfal*, 3-3, págs. 283-292.

STAINFORHT, R. M., LAMB, J. L., LUTERBACHER, H., BEARD, J. H. y JEFFORDS, R. M.

1975. Cenozoic planktonic foraminiferal zonation and characteristics of index forms. *Univ. Kansas Paleont. Contr.*, Art. 62, 425 págs.

SZOTS E.

1969. Essai de zonation de l'Aquitainien et du Burdigalien du Bordelais au moyen des foraminifères planctiques. *Proc. First. Int. Conf. Plank. Microf. Geneva, 1976*, págs. 670-671. E. J. Brill, Leiden.

VASS, D.

1979. Review of activity-working group for radiometric age and paleomagnetism/1975-1978/. VIIth Int. Congr. Med. Neogene, Athens 1979. *Ann. Geol. Pays Hellén*, t. hors. série, 1979, f. III, págs. 1.427-1.441.

VERA, J. A.

1969. Estudio geológico de la Zona Subbética en la transversal de Loja y sectores adyacentes. *Mem. I. G. M. E.*, 72, 187 págs.

LAMINA I

- 1.—*Globigerinoides subquadratus* BRONNIMANN, s. l. Ejemplar MI-39, muestra GD-580, × 175.
- 2.—Intermedio entre *G. altiapertura* BOLLI y *G. subquadratus* BRONNIMANN, s. l. Ejemplar MI-41, muestra GD-583, × 120.
- 3.—*Globigerinoides altiapertura* BOLLI. Ejemplar MI-46, muestra GD-584, × 120.
- 4.—*Catapsydrax dissimilis* CUSHMAN y BERMÚDEZ. Ejemplar MI-33, muestra GD-557, × 120.
- 5.—*Globorotalia (Turborotalia) praescitula* BLOW. Ejemplar MI-43, muestra GD-579, × 120.
- 6.—*Globorotalia (Turborotalia) acrostoma* WEZEL. Ejemplar MI-32, muestra GD-557, × 175.
- 7.—*Globigerina euapertura* JENKINS. Ejemplar MI-44, muestra GD-561, × 120.

