

Contribución al conocimiento de la paleogeografía del Mioceno inferior y medio (formaciones Freites, Oficina y Santa Inés) del área entre Anaco y Aguasay (Anzoátegui, Venezuela oriental)

Pierre Saint-Marc¹

Resumen

Ciertos métodos estadísticos recientes (análisis factorial de correspondancias y clasificación jerárquica ascendente) pueden ayudar a la reconstrucción de los ambientes de depósito y obtener elementos de síntesis y previsión para la exploración, con la ayuda de computadores potentes y programas adaptados tratar millares de datos paleontológicos de los pozos petroleros. Estos métodos se aplicaron al Mioceno inferior y medio de Venezuela oriental, donde las relaciones entre las formaciones Freites, Oficina y Santa Inés no son muy bien conocidas debido a que, tanto en el sentido vertical como en el sentido horizontal, se observan cambios rápidos de sedimentación. Ellas permiten diferenciar unos conjuntos de foraminíferos bentónicos que se han adaptado a condiciones precisas de sedimentación. Cuando estos conjuntos se sitúan sobre mapas a diferentes edades de la secuencia estratigráfica, se puede reconstituir la historia geológica de la cuenca y proponer una paleogeografía que debería presentar un interés mayor en las áreas de prospección.

Résumé

Certaines méthodes statistiques récentes (analyse factorielle des correspondances et classification ascendante hiérarchique) peuvent, avec l'aide d'ordinateurs puissants et de logiciels adaptés, traiter les milliers de données paléontologiques des forages pétroliers, aider à la reconstitution des environnements de dépôt et extraire des éléments de synthèse et de prévision pour l'exploration. Ces méthodes sont appliquées au Miocène du Vénézuéla oriental où les relations entre les formations Freites, Oficina et Santa Inés, et les milieux de dépôt ne sont pas bien connues en raison des changements verticaux et latéraux de faciès. Elles permettent de différencier des associations de foraminifères benthiques qui étaient adaptées à des conditions précises d'environnement. Lorsqu'elles sont replacées dans un cadre géographique, aux différentes périodes de la séquence stratigraphique, elles permettent de reconstituer l'histoire géologique du bassin (transgressions, régression) et proposer une paléogéographie qui présente un intérêt majeur dans les zones de prospection.

Introducción

La Cuenca Oriental (Fig. 1), localizada entre los prolongamientos de la Cordillera del Caribe al norte y el escudo guayanés al sur, está rellanada por más de 6000 m de sedimentos cretácicos y terciarios que

son esencialmente detríticos (sedimentos arenosos, arcilla, lutitas). Es una cuenca disimétrica con un flanco meridional que se hunde suavemente hacia el norte con un buzamiento bajo hasta que sea interrumpido por el flanco septentrional, área tectónica compleja, fallada y plegada, vertida localmente

¹Institut de Géodynamique, Université de Nice Sophia Antipolis, Parc Valrose, 06108 NICE Cedex 2, Francia. El autor da las más expresivas gracias a la Dirección de Subsuelo y Reservas de Corpoven (Filial de PDVSA) para obtener la autorización de publicar esos resultados y a Sandra de Cabrera (Laboratorio Geológico, Corpoven, Puerto La Cruz) por su ayuda en la preparación de este trabajo. El autor agradece también el CNRS (URA-1279) el aporte de los medios informáticos para realizar este estudio.

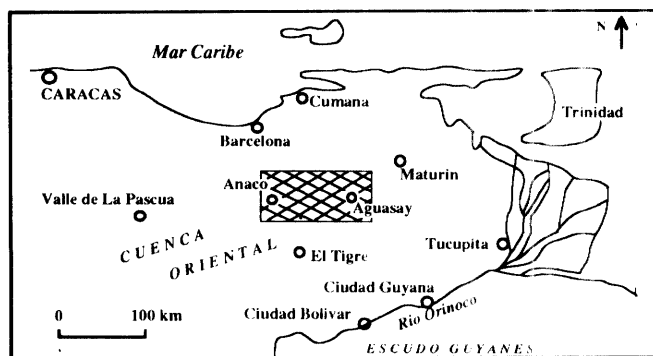


Figura 1
Mapa de ubicación

hacia el sur. Además, la cuenca se abre y se profundiza al este, de suerte que su parte más profunda se encuentra a nivel de la isla de Trinidad (GONZALEZ DE JUANA et. al., 1980).

Dentro de esta cuenca amplia, el área localizada al límite de los estados Anzoátegui y Monagas constituye una región plena de promesas a consecuencia de los descubrimientos recientes de yacimientos petroleros importantes. El desarrollo de estos campos y la investigación de nuevos yacimientos necesitan de un conocimiento geológico preciso. Millares de datos litológicos y paleontológicos son consignados en los informes de los numerosos pozos perforados desde la década de los 50. Esos son difíciles de entender de manera global, para obtener elementos de síntesis.

Frente a una gran cantidad de observaciones (especies de microfósiles con sus frecuencias, naturaleza del sedimento, edad, importancia relativa de los foraminíferos planctónicos y bentónicos), el micropaleontólogo no puede despejar fácilmente la existencia de correlaciones entre las muestras y los microfósiles. La individualización de los conjuntos, que caracterizan los períodos geológicos o los ambientes de depósito, puede facilitarse con la utilización de métodos estadísticos para analizar los datos e intentar simplificarlos y resumirlos por la creación de nuevas variables, relativamente poco numerosas, las fluctuaciones de las cuales condicionan lo esencial de las variaciones de los datos iniciales.

Método de estudio

He aplicado aquí dos métodos estadísticos (análisis factorial de correspondencias y clasificación ascendente jerárquica) a los datos micropaleontológicos de las secuencias sedimentarias de las formaciones Freites, Oficina y Santa Inés del área situada entre Anaco y Aguasay (SCHWARCK ANGLADE, 1956; STAINFORTH, 1971; EURIBE,

1981). En esta área, con arreglo a la localización geográfica y el valor de los informes micropaleontológicos, 10 pozos fueron elegidos (Fig. 6-11). Las relaciones entre las formaciones y sus ambientes de depósito no son muy bien conocidas porque, tanto en el sentido vertical como en el sentido horizontal, se observan cambios rápidos de facies.

Las formaciones Oficina y Freites, de edad Mioceno, están presentes en el subsuelo del flanco meridional de la cuenca. El espesor aumenta desde los bordes hacia su eje. La Formación Oficina es concordante y transicional con el Grupo Merecure infrayacente (Oligoceno). Consiste en lutitas gris-oscuro y marrón, interestratificadas con limolitas y areniscas de colores claros. Las arenas desaparecen con el progresivo desarrollo de las lutitas y limolitas hacia el eje de la cuenca. Se observan capas de lignitos de amplia extensión y de arcillas verdes gris-claro. La Formación Freites, que suprayace concordemente la formación Oficina, se caracteriza por arcillas verdes a verdosas, con capas de areniscas al tope y a la base y capas de lutitas en la parte media. Localmente, en algunos pozos del flanco septentrional de la cuenca se utiliza en los informes el nombre Formación Santa Inés para designar areniscas y lutitas, gris-oscuro a pardas, de edad Oligoceno (? medio) a Mioceno medio, que suprayacen al Grupo Merecure.

No detallaré aquí el aspecto teórico y los principios generales del análisis factorial de correspondencias (BENZECRI, 1979; FENELON, 1981; LEBART, MORINEAU y TABARD, 1977; CUGNY, 1985) y de la clasificación jerárquica ascendente (RAX, 1985). Gracias a un programa apropiado ("Ecologix", Rax 1981), estos métodos son utilizables en computadores potentes (computador Vax; Centro de Cálculos de la Universidad de Niza).

El análisis factorial de correspondencias (AFC) es un método estadístico que se aplica particularmente bien a los estudios paleoambientales y que aspira a juntar en un espacio pluridimensional la mayor parte de la información contenida en el cuadro de los datos. Este método no se aplica a los valores absolutos sino a las correlaciones entre los datos, es decir, a los valores relativos. Por supuesto, el método de presentación es tanto más útil cuanto que la dimensión del cuadro es grande, porque un montón de cifras tiende automáticamente a diluir los hechos sobresalientes. Este método es particularmente cómodo en su utilización gracias a una codificación apropiada que permite tomar en cuenta datos cualitativos (presencia/ausencia) y cuantitativos (frecuencia). Los resultados se muestran en una o varias gráficas donde los ejes de las coordenadas representan los

Cronoestratigrafía	Biocronozonas		Estratigrafía secuencial		Edades numéricas				
	Foraminíferos planctónicos	Nanofosiles	Superciclos	Ciclos					
Mioceno medio	N14	sia-kensis	TEJAS TB2	Coastal Onlap	2.6	10.5			
	N13					NN7	12.5		
	N12	G. gr. fohsi				NN6	13.8		
	N11					NN5	15.5		
	N10						16.5		
	N9	perip				NN4	17.5		
	N8	glome rosa					2.2		
	Mioceno inferior	N7				insueta	NN3	2.1	21
		N6				stain-forthi			
		N5				C. dissimilis			
NN1		TB1							

Figura 2

El Mioceno inferior y medio: Zonas de foraminíferos planctónicos y de nanofósiles, ciclos de estratigrafía secuencial, edades numéricas (según Haq y al., 1987).

factores responsables de la distribución de los organismos (modo R: estudio de las relaciones entre organismos dentro del espacio de las muestras) o de las muestras (modo Q: relaciones entre muestras dentro del espacio de los organismos). Dos microfósiles tendrán un ambiente de depósito tanto más próximo cuanto que los puntos de proyección estén también más cercanos. Además, matemáticamente,

el método permite la representación simultánea en la misma gráfica de los yacimientos (muestras) y de los descriptores (especies paleontológicas o otros variables), lo que permite asociar, con arreglo a la proximidad de las proyecciones, el conjunto paleontológico de cada ambiente.

A fin de visualizar las afinidades de la mejor manera, a los resultados de la AFC se puede aplicar una clasificación jerárquica ascendente (CIA), otro método estadístico que agrupa los elementos (yacimientos o variables) en la forma de dendrograma. Así se precisan los grupos de muestras que son caracterizados por los mismos conjuntos faunísticos y los conjuntos de fósiles que caracterizan el mismo tipo ambiental.

Los datos micropaleontológicos

Diez pozos perforados recientemente por Corpoven (Filial de PDVSA) durante la década de los 50 fueron elegidos con arreglo a su localización geográfica y el valor de la carta faunal del informe micropaleontológico. Cerca de mil muestras fueron procesadas y, entre ellas, 190 se seleccionaron para el análisis estadístico. Cerca de 100 variables (especies de foraminíferos, categorías de frecuencia de algunas especies o grupos de foraminíferos bentónicos, frecuencia de los foraminíferos planctónicos, edad) fueron examinados en cada muestra.

Los datos de las cartas faunales son muy heterogéneos en los informes geológicos de los diferentes pozos. Para hacer homogénea la matriz de datos y no falsear los resultados del análisis estadístico, se codificaron los datos de la manera siguiente:

Para las especies raramente identificadas y para las de frecuencia cero, dos categorías fueron diferenciadas:

—En el caso de las especies raras, que podrían corresponder a una contaminación de niveles superiores del pozo o que no fueron tomadas en cuenta por algunos autores, las hemos introducido como elementos "suplementarios". Estos elementos tienen matemáticamente un peso nulo en la elaboración de las estructuras del análisis, pero figuran en las gráficas. Se codificaron como presencia (1) o ausencia (0). Las especies son *Anomalinoidea trinitatis* (Nuttall), *Buliminella sp.*, *Cibicoides matanzasensis* (Hadley), *Cibicorbis isidroensis* (Cushman et Renz), *Elphidium sp.*, *Amphistegina sp.*, *Fursenkoina pontoni* (Cushman), *Gaudryina bulbrooki* Cushman,

Haplophragmoides coronatum (Brady), *Haplophragmoides narivaensis* (Bronnimann), *Lenticulina arcuatostrata* (Hantken), *Melonis*

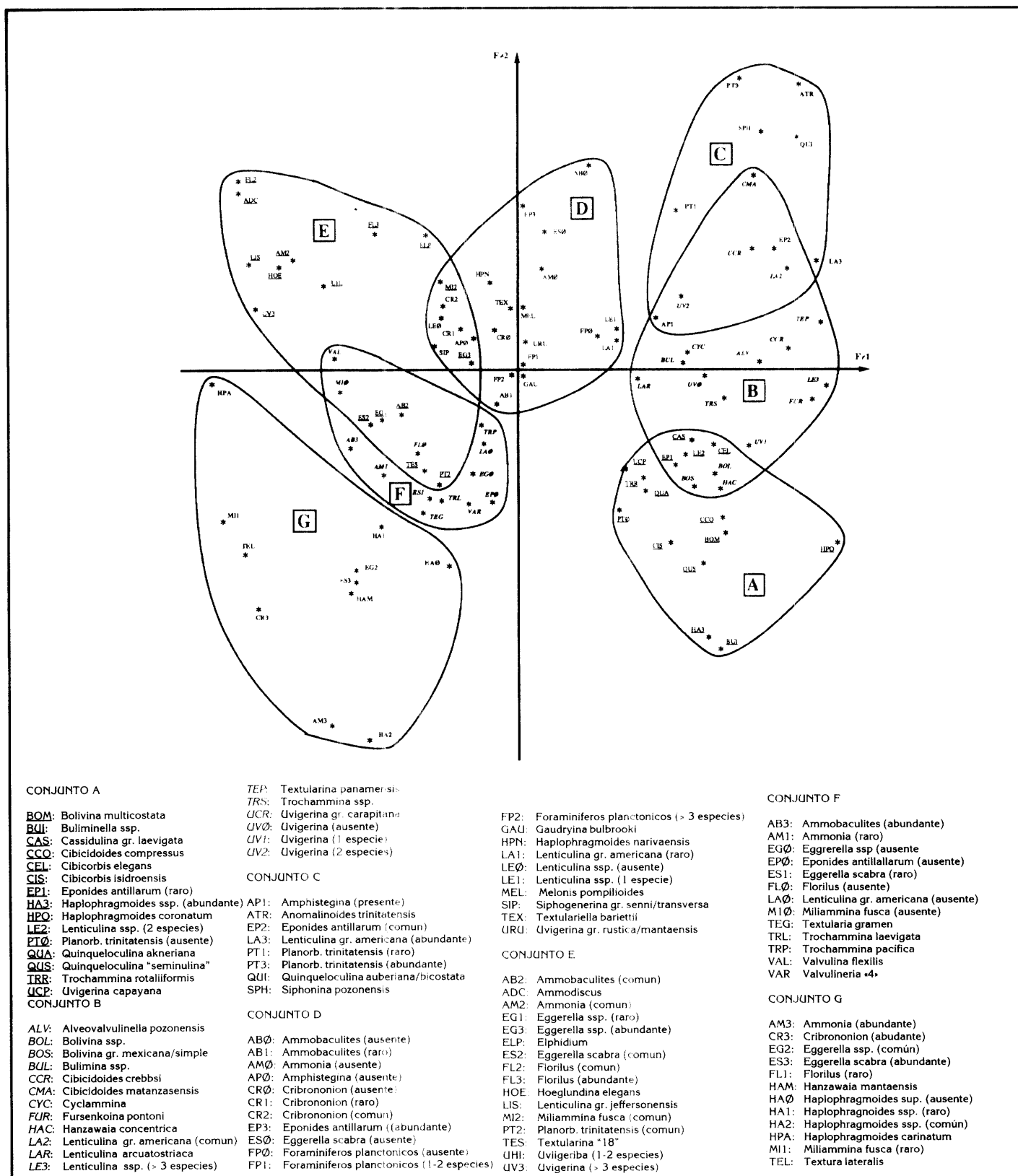


Figura 3

Ejes 1 y 2 del análisis factorial de correspondencias: ubicación de las especies, agrupadas dentro de 7 nubes por la clasificación jerárquica ascendente.

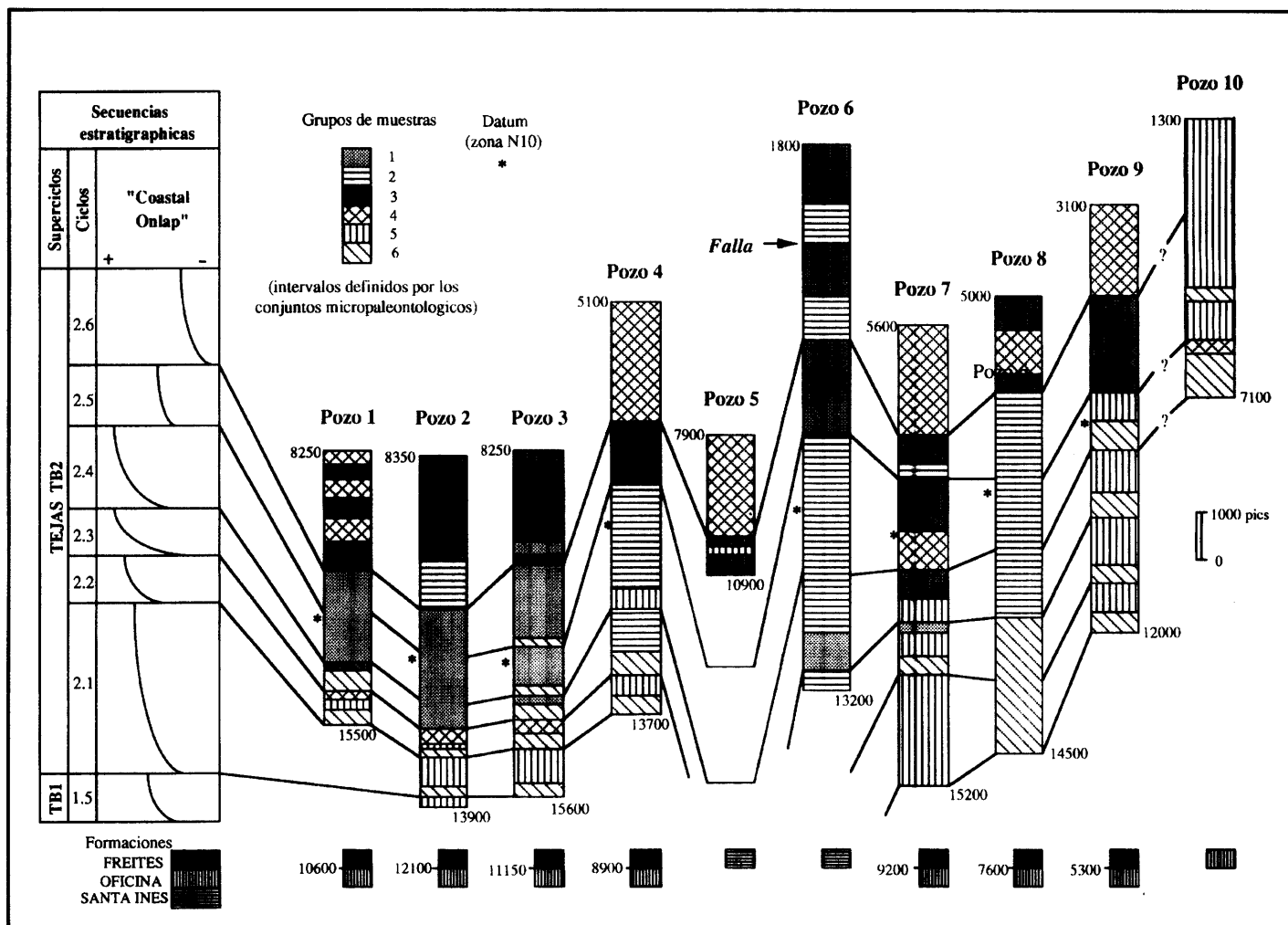


Figura 4

Ubicación estratigráfica de los seis grupos de muestras, diferenciados por los métodos estadísticos según los conjuntos de foraminíferos, de 10 pozos del área Anaco-Aguasay (Venezuela oriental).

pompilioides (Fichtel et Moll), *Textularia* sp.18, *Textulariella bariettii* Jones et Parker, *Trochammina laevigata* (Cushman et Bronnimann), *Uvigerina* gr. *rustica* Cushman et Edwards / *U. mantaensis* Cushman et Edwards.

—En la segunda categoría, las especies se introdujeron como elementos "activos" y entonces, por su peso estadístico, intervienen en la creación de los factores. La codificación es simple presencia (1) o ausencia (0). Las especies son *Alveolinella pozonensis* (Cushman et Renz), *Bolivina* gr. *Mexicana* Cushman / *B. Simplex* Cushman et Renz, *Bolivina multicostata* Cushman, *Bolivina* sp., *Bulimina* sp., *Cassidulina* gr. *laevigana* d'Orbigny / *C. carinata* Cushman, *Cibicidoides compressus* (Cushman et Renz), *Cibicidoides crebbsi* (Hedberg), *Cibicorbis elegans* (Bermudez), *Cyclamina* sp., *Hanzawaia concentrica* (Cushman), *Hanzawaia mantaensis* (Galloway et Morrey), *Haplophragmoides carinatum*

Cushman et Renz, *Hoeglundina elegans* (d'Orbigny), *Lenticulina* gr. *jeffersonensis* (Garrett) / *L. subpapilosa* (Nuttall) / *L. subpapilosa* (Nuttall) / *L. vaughani* (Cushman), *Valvulineria* sp.4, *Quinqueloculina akneriana* d'Orbigny, *Quinqueloculina auberiana* d'Orbigny / *Q. lamarckiana* d'Orbigny / *Q. bicostata* (d'Orbigny), *Quinqueloculina "semimula"* (Linné), *Sphogenerina senni* Cushman et Renz / *S. transversa* Cushman / *S. lamellata* Cushman, *Siphonina pozonensis* Cushman et Renz, *Textularia gramen* d'Orbigny, *Textularia lateralis* Lalicker, *Textularia panamensis* Cushman, *Trochammina pacifica* Cushman, *Trochammina rotaliiformis* Wright, *Trochammina* sp., *Uvigerina capayana* Hedberg, *Uvigerina carapitana* Dedberg / *U. gasparensis* Bermudez, *Uvigerina hispido-costata* Cushman et Todd, *Valvulina flexilis* Cushman et Renz.

Para otras especies, se indicó una frecuencia relativa en los informes (raro, común, abundante).

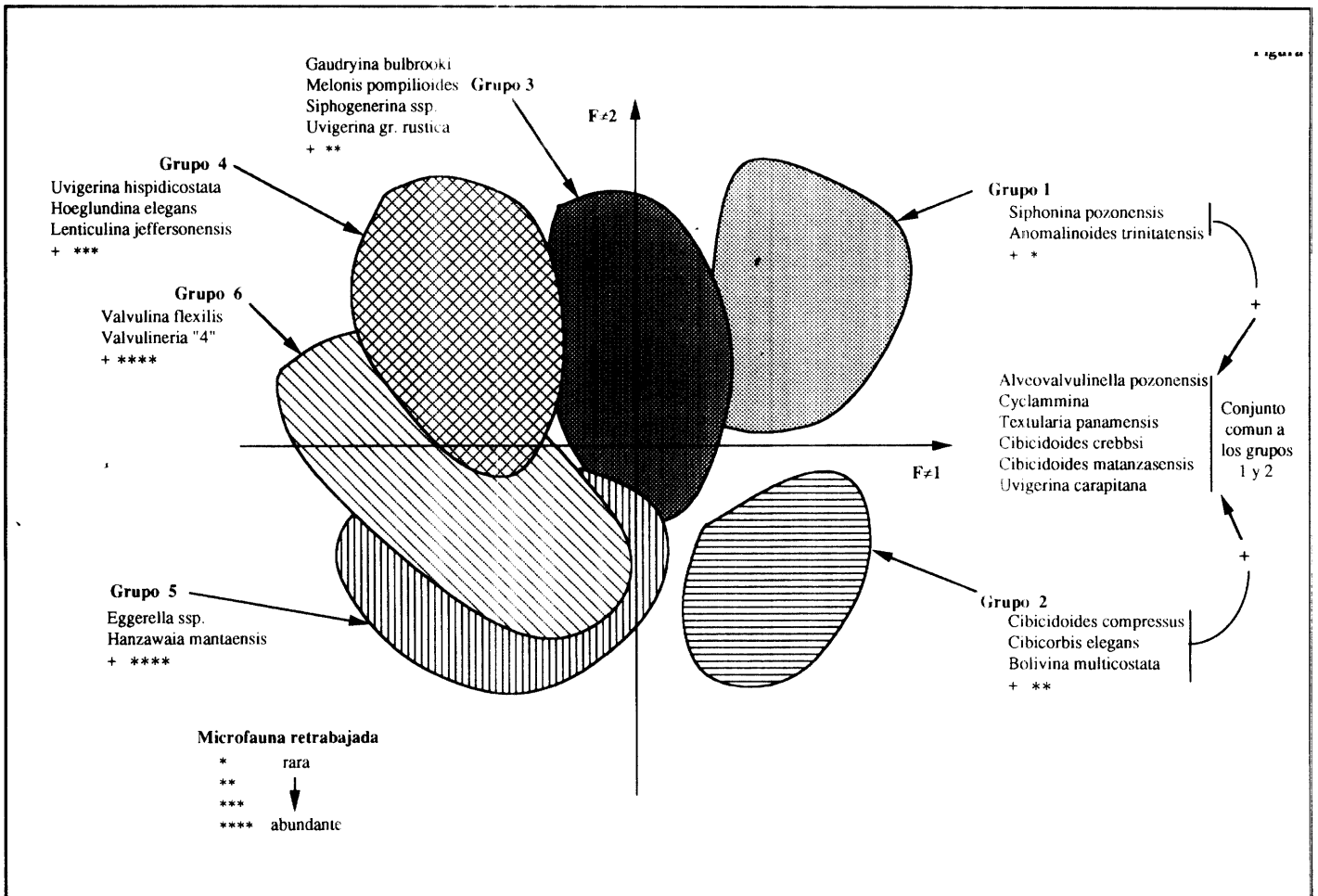


Figura 5

Ejes 1 y 2 del análisis factorial de correspondencias; ubicación de los foraminíferos, agrupados dentro de 6 nubes por la clasificación jerárquica ascendente.

Entonces hemos realizado una codificación disyuntiva completa, lo que permite utilizar la notación presencia/ausencia (1/0). Esos organismos, considerados como elementos "activos", son *Ammobaculites*, *Ammonia*, *Cribrononion*, *Eggerella scabra* (Williamson), *Eggerella ssp.*, *Eponides antillarum* (d'Orbigny), *Florilus*, *Haplophragmoides ssp.*, *Lenticulina* gr. americana (Cushman) / *L. grandis* (Cushman), *Miliammina fusca* (Brady), *Planorbulinella trinitatensis* (Nuttall).

He añadido otras categorías que no aparecían en las cartas faunales originales, pero que se deducen fácilmente de los datos. Estos nuevos elementos, considerados aquí como elementos "activos", con una codificación disyuntiva completa, son:

—Para *Lenticulina* y *Uvigerina*, he distinguido 4 clases según que estos géneros estén ausentes o representados por 1, 2, ó -3 especies.

—Las frecuencias de los foraminíferos planctónicos con relación a la microfauna total no aparecían en las cartas faunales de los informes. En los estudios paleoambientales, este valor es muy importante. He substituido esta frecuencia por otro valor, es decir, el número de especies de foraminíferos planctónicos reconocidos en cada muestra, lo cual permite distinguir 3 clases: ausencia, 1-2, -3 especies.

—Las frecuencias de los foraminíferos planctónicos con relación a la microfauna total no aparecían en las cartas faunales de los informes. En los estudios paleoambientales, este valor es muy importante. He substituido esta frecuencia por otro valor, es decir, el número de especies de foraminíferos planctónicos reconocidos en cada muestra, lo cual permite distinguir 3 clases: ausencia, 1-2, -3 especies.

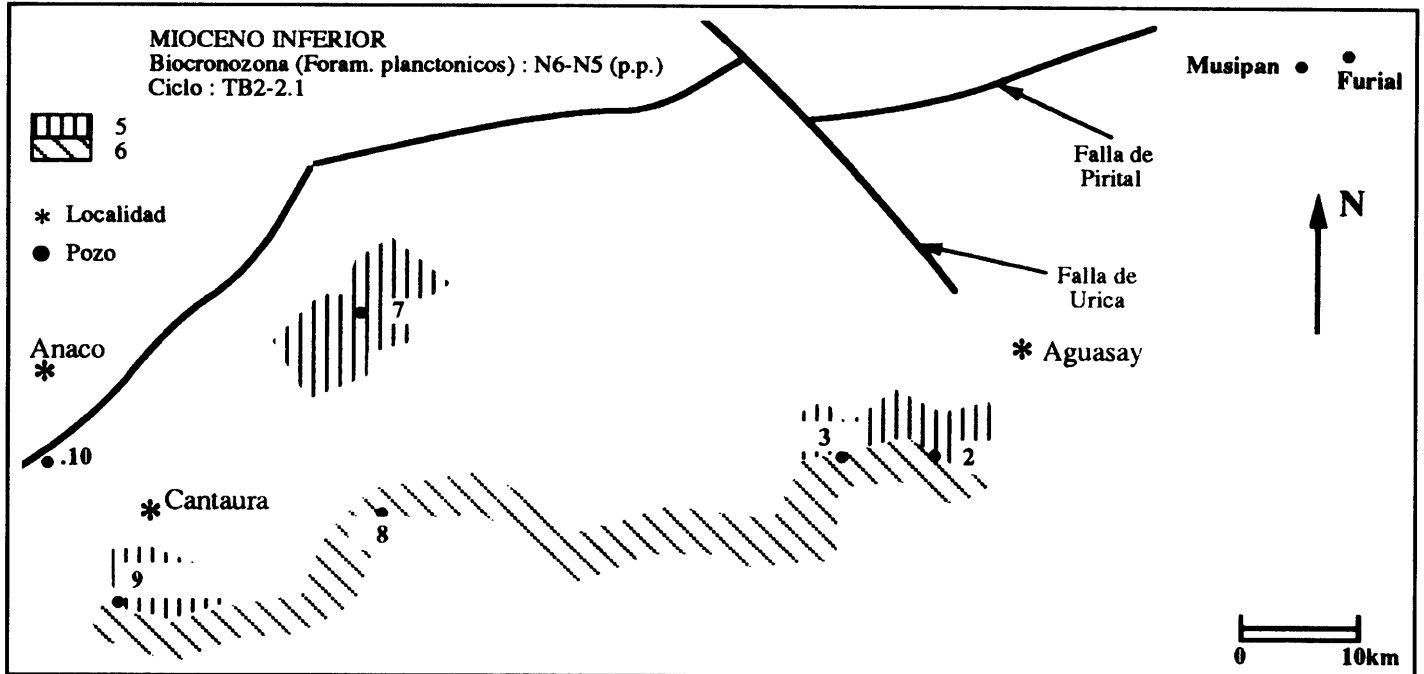


Figura 6

Distribución de los grupos de muestras durante el ciclo TB2-2.1 (Haq y al., 1987) del Mioceno inferior.

Resultado del análisis estadístico

El tratamiento estadístico de la matriz elaborada con los datos codificados permite diferenciar grupos de muestras y grupos de variables.

Cuando se examina la repartición de las muestras en el espacio determinado por los factores 1 y 2 del análisis factorial de correspondencias, espacio que da la mayor información (10% y 5,8%), valiéndose simultáneamente de los resultados de la clasificación jerárquica ascendente que reagrupa las muestras según las afinidades, se observa (figura 3) que las muestras se organizan dentro de 7 nubes de puntos. Cada nube de puntos, o grupo de muestras, está independiente y aislada, o tiene sectores comunes, más o menos importantes, con otras nubes. Si se anotan esos grupos en las columnas estratigráficas de los pozos estudiados (figura 4), se comprueba que cada pozo presenta una sucesión de tales grupos. La presencia de puntos de referencia (edad: "datum") indica que hay cambios laterales de pozo a pozo.

Los grupos de muestras se caracterizan por conjuntos de foraminíferos bentónicos. Esos foraminíferos, que fueron identificados en los depósitos miocenos del área Anaco/Aguasay, caracterizan ambientes muy diversos (BANDY y ARNAL, 1960; SEIGLIE, 1968; BOLTOVSKOY y WRIGHT,

1976; FLEISHER, 1982; VAN MORKHOVEN y et al., 1986):

—litorales, a veces salobres: *Ammobaculites*, *Ammonia*, *Miliammina fusca*, etc.,

—plataforma interna o media (0 a 100 m): *Planorbulinella trinitatensis*, *Amphistegina*, *Eponides antillarum*, *Florilus*, *Lenticulina* gr. *americana*, *Uvigerina capayana*, *Hanzawaia americana*, *Fursenkoina pontoni*, *Trochammina pacifica*, *Trochammina rotaliiformis*, etc.,

—plataforma externa al límite del talud (100 a 300 m): *Uvigerina* ssp., *Lenticulina* gr. *jeffersonensis*, *Cassidulina* gr. *laevigata*, *Bolivina multicosata*, *Hanzawaia mantaensis*, *Hoeglundina elegans*, *Valvulinera*, *Valvulina flexilis*, etc.,

—talud superior a medio (-300m): *Alveovalvulinella pozonensis*, *Cibicidoides crebbsi*, *Cibicidoides compressus*, *Cyclammina*, *Siphonina pozonensis*, etc.

Algunos géneros o especies se encuentran en los ambientes empobrecidos de oxígeno, a veces ricos en carbón orgánico: *Fursenkoina pontoni*, *Florilus*, *Bulimina*, *Bolivina*, *Trochammina pacifica*.

Algunos foraminíferos prefieren los depósitos limosos: *Uvigerina*, *Bolivina*, *Eggerella*, otros los depósitos arenosos: *Amphistegina*, *Planorbulinella*, *Quinqueloculina* gr. *bicostata*, *Eponides antillarum*.

Unas especies viven dentro del sedimento (tipo "infaunal") como *Melonis*, *Textularia*, *Uvigerina*.

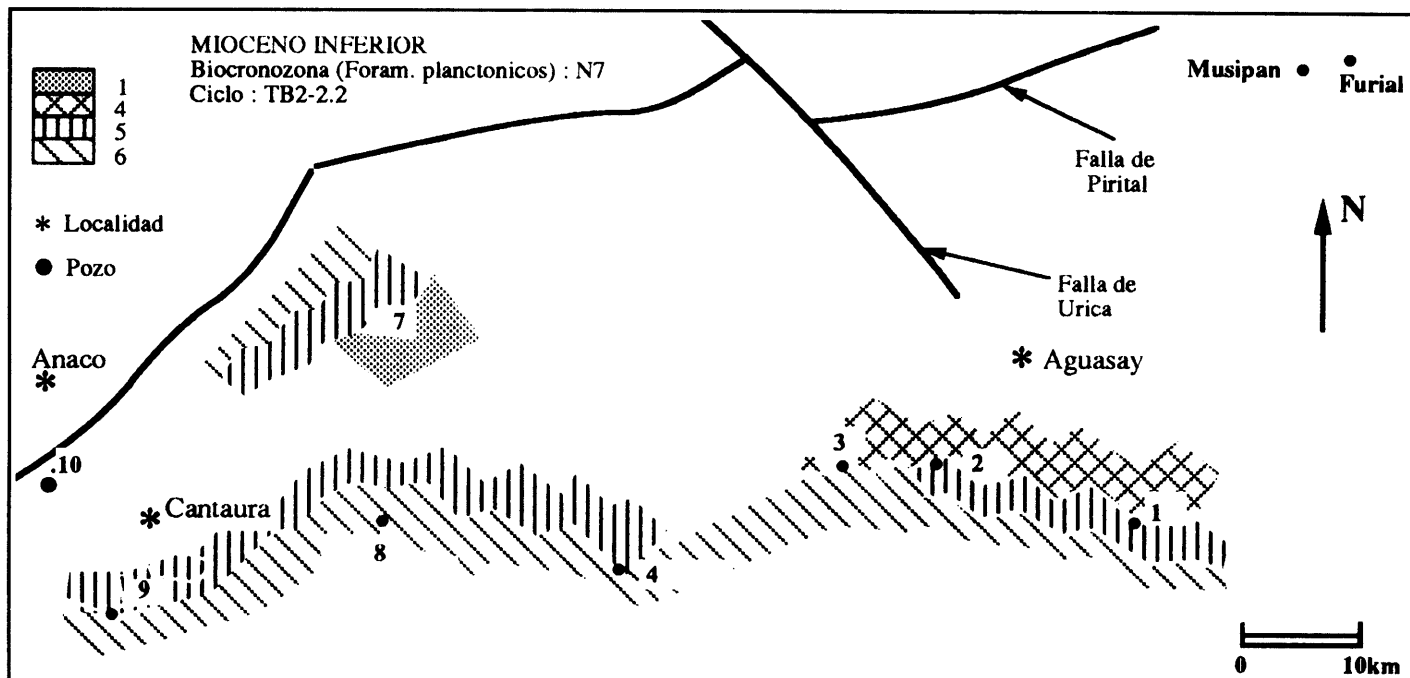


Figura 7

Distribución de los grupos de muestras durante el ciclo TB2-2.2 (Haq y al., 1987) del Mioceno inferior.

Eggerella, etc.; otras en la superficie del sedimento (tipo "epifaunal") como *Valvulinera*, *Hanzawaia*, *Hoeglundina*, etc., y otras fijadas sobre soportes (tipo "epifito"): *Trochammina laevigata*.

Si se examinan las proyecciones de los foraminíferos en el espacio determinado por los ejes 1 y 2 del AFC, valiéndose simultáneamente de los resultados de la clasificación jerárquica ascendente que reagrupa los microfósiles según sus afinidades, se comprueba la existencia de 6 conjuntos faunísticos (Fig. 5).

Dentro de cada conjunto, hay un reagrupamiento de los géneros y las especies de los que la significación paleoambiental es contradictoria. Hay una mezcla de faunas que puede ser el resultado de rípios en el pozo o de biotopos retrabajados desde las zonas costeras hacia las más profundas. Los rípios de pozos ("cuttings") no son raros pero, en ningún caso pueden constituir una regla general. En efecto, el examen de conjuntos *in situ* (núcleos) prueba que los biotopos retrabajados son muy frecuentes, sobre todo en facies clásticas. De allí que en cada conjunto es necesario individualizar las especies que viven a la profundidad la más grande, para determinar lo mejor posible la batimetría del depósito. En cuanto la identificación de las especies retrabajadas, permite deducir la naturaleza de los depósitos por encima del área considerada.

Se deduce de eso que, según el eje 1 del AFC,

hay desde la derecha (valores positivos) hacia la izquierda (valores negativos):

—una reducción de la batimetría, ya que se pasa de especies conocidas a nivel del talud superior-medio (*Cyclammina*, *Siphonina pozonensis*, *Alveovalvulinella pozonensis*) a especies conocidas a nivel de la plataforma externa a talud superior (*Hanzawaia mantaensis*, *Lenticulina jeffersonensis*),

—un aumento de especies litorales retrabajadas.

Según el eje 2, se observa en los valores negativos (abajo) una concentración de foraminíferos aglutinados (*Eggerella*, *Haplophragmoides*) y de especies adaptadas a los ambientes empobrecidos en oxígeno (*Fursenkoina*, *Bolivina*, *Trochammina*).

Si estas informaciones paleoambientales se colocan sobre los grupos de muestras (figura 4), se observa que:

—los grupos 1 y 2 corresponden a los niveles depositados en la mayor profundidad (talud); ambos se diferencian por la naturaleza de las especies retrabajadas: el grupo 1 (conjunto C) incluye unas especies de plataforma arenosa bien oxigenada (*Planorbulinella trinitatensis*, *Eponides antillarum*, *Amphistegina*); y el grupo 2 (conjunto A) unas especies de plataforma limosa, pobre en oxígeno y rica en carbón orgánico (foraminíferos aglutinados, *Bolivina*, *Hanzawaia*, *Fursenkoina*),

—el grupo 3 (conjunto D) corresponde a un

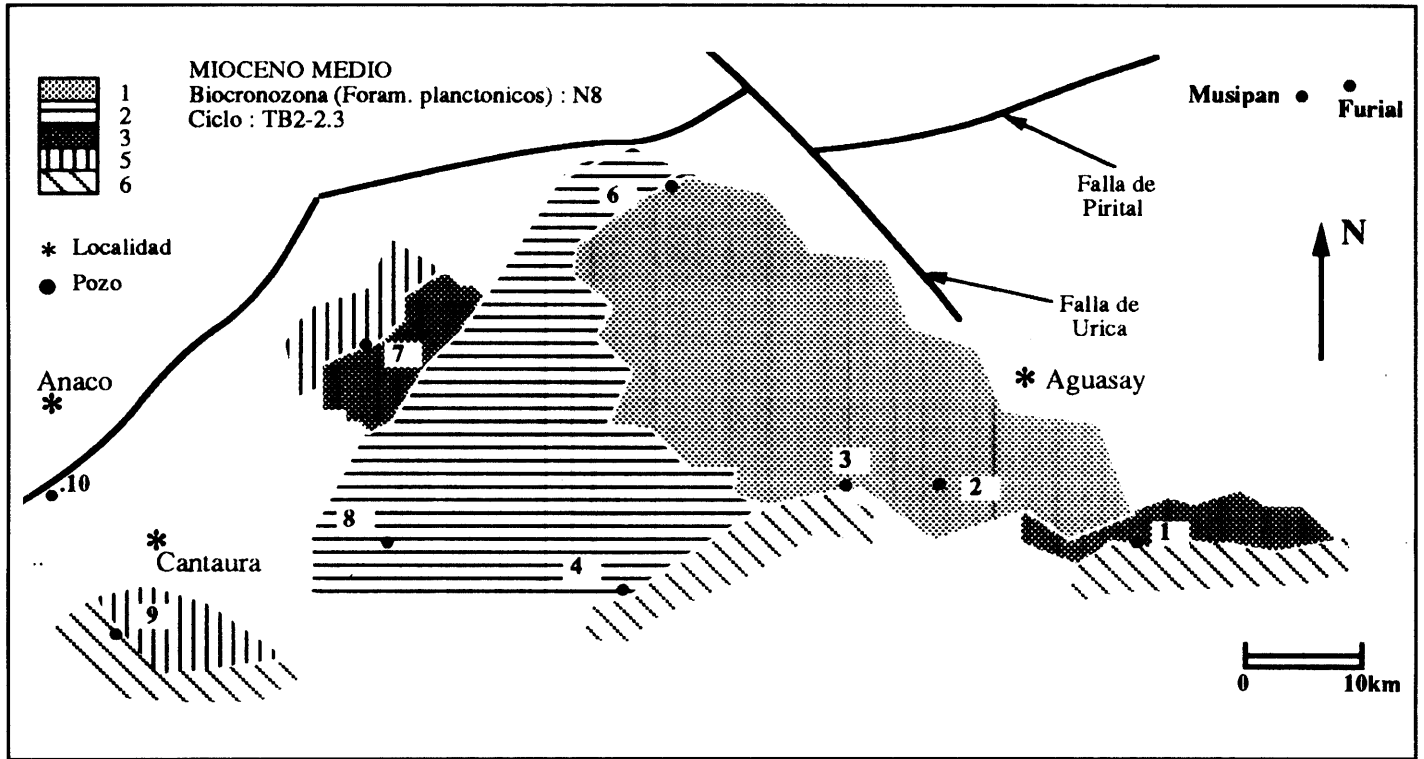


Figura 8
Distribución de los grupos de muestras durante el ciclo TB2-2.3 (Haq y al., 1987) del Mioceno medio

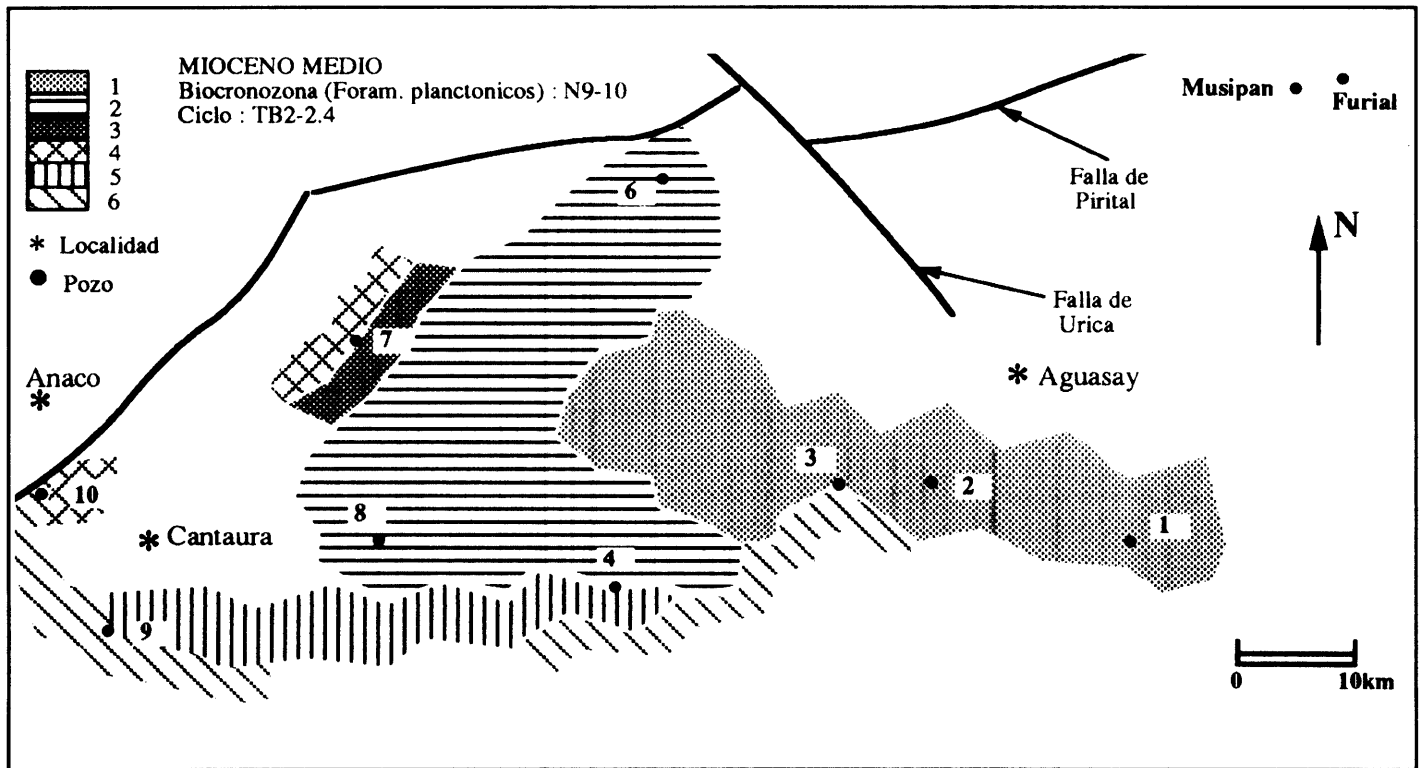


Figura 9
Distribución de los grupos de muestras durante el ciclo TB2-2.4 (Haq y al., 1987) del Mioceno medio.

ambiente intermedio por su posición batimétrica, pero localizado en los valores positivos del eje 2 (ambiente oxigenado),

—los grupos 4 (conjunto E), 5 (conjunto G) y 6 (conjunto F) se colocarían a menor profundidad (plataforma externa a borde del talud) y, por eso, sufrirían del aluvión de especies costeras (*Ammobaculites*, *Ammonia*, *Miliammina*). Esos tres grupos, muy mezclados, se diferencian por la importancia de los foraminíferos aglutinados (el grupo 5), aunque muy rico en *Ammonia* y *Cribonion*, caracterizado por numerosos *Eggerella*, *Haplophragmoides* y *Textularia*.

Interpretación

La información permite interpretar las sucesiones de los grupos de muestras en relación al tiempo, con términos de episodios transgresivos o regresivos. Aunque se requiere mucha prudencia; debido a la información incompleta en algunos pozos y al recubrimiento parcial de la mayor parte de los grupos, parecería que la sucesión de los grupos de muestras diferenciados por el análisis factorial de correspondencias y la clasificación ascendente jerárquica —en la dirección de una reducción batimétrica— es: 1-2-3-4-5-6.

Gracias a un punto de referencia (Zona de foraminíferos planctónicos N10: Zona *Globorotalia fohsi fohsi*) reconocido en 8 pozos, es posible interpretar estratigráficamente las variaciones batimétricas, colocarlas dentro el modelo de estratigrafía secuencial de P. Vail (HARDENBOL et al, 1987) y poner en evidencia los cambios laterales de un pozo al otro. Así se obtienen intervalos de tiempo, o ciclos, caracterizados para cada pozo por uno o algún grupo de muestras. Dentro de cada ciclo, generalmente, el conjunto de foraminíferos menos profundos está abajo y el conjunto (o los conjuntos) de foraminíferos más profundos, arriba. Así pues, hay una transgresión. Después de una interrupción, un nuevo ciclo aparece, con la misma sucesión que antes. Tal carácter rítmico parece corresponder a los ciclos de la estratigrafía secuencial. Si se muestran cartográficamente esos grupos de muestras a las diferentes épocas (Figs. 6-11), se observa un arreglo

espacial según una estructura paleogeográfica en forma de cuenca abierta hacia el este y que se cierra hacia el oeste. La estructura es muy visible en el momento en que la transgresión es máxima (Zona N9-10; Fig. 9); en este tiempo, 6 grupos de muestras están presentes: los grupos 1 y 2, los más profundos, al este, mientras que los grupos 4, 5 y 6, los menos profundos, están al oeste (cerca al eje de la cuenca). Cuando se observan los periodos anteriores: Zona N6-N5 (Fig. 6), Zona N7 (Fig. 7) y Zona N8 (Fig. 8), hay correlación con la hipótesis de una época globalmente transgresiva, ya que se comprueba una progresión geográfica de los grupos de muestras hacia el oeste. Al contrario, en los periodos siguientes Zona N11-N12 p.p. (Fig. 10) y Zona N12 p.p.-N13-14 (Fig. 11), se comprueba un retroceso hacia el este de los grupos de muestras, lo que corresponde a una época globalmente regresiva. Las variaciones del nivel marino concuerdan bien con las que se proponen en el modelo de estratigrafía secuencial del Vail.

Además hay que notar que

—la mayor parte de las microfaunas reabajadas (grupos 5 y 6) se encuentra en el momento del episodio transgresivo,

—el borde meridional de la cuenca, al menos por el episodio transgresivo, es siempre limitado por el grupo 5 de muestras, rico en foraminíferos aglutinados (conjunto G), lo que supone hacia el cratón Guyanés una plataforma con depósitos limosos, pobres en oxígeno y ricos en carbón orgánico,

—en cuanto a la parte oriental (la más profunda) de la cuenca, está ocupada por el grupo 1 de muestras, caracterizado por unos foraminíferos reabajados de tipo plataforma arenosa, oxigenada. La fuente de esos microfósiles no puede tener su origen sino en una plataforma al norte o al noreste.

En fin, es notable ver, en esta área de Anzoátegui, las semejanzas entre las anomalías de Bouguer (Mapa Geológico Estructural de Venezuela, 1984) y la distribución de los conjuntos de foraminíferos, ambos dibujando una estructura que se profundiza al este.

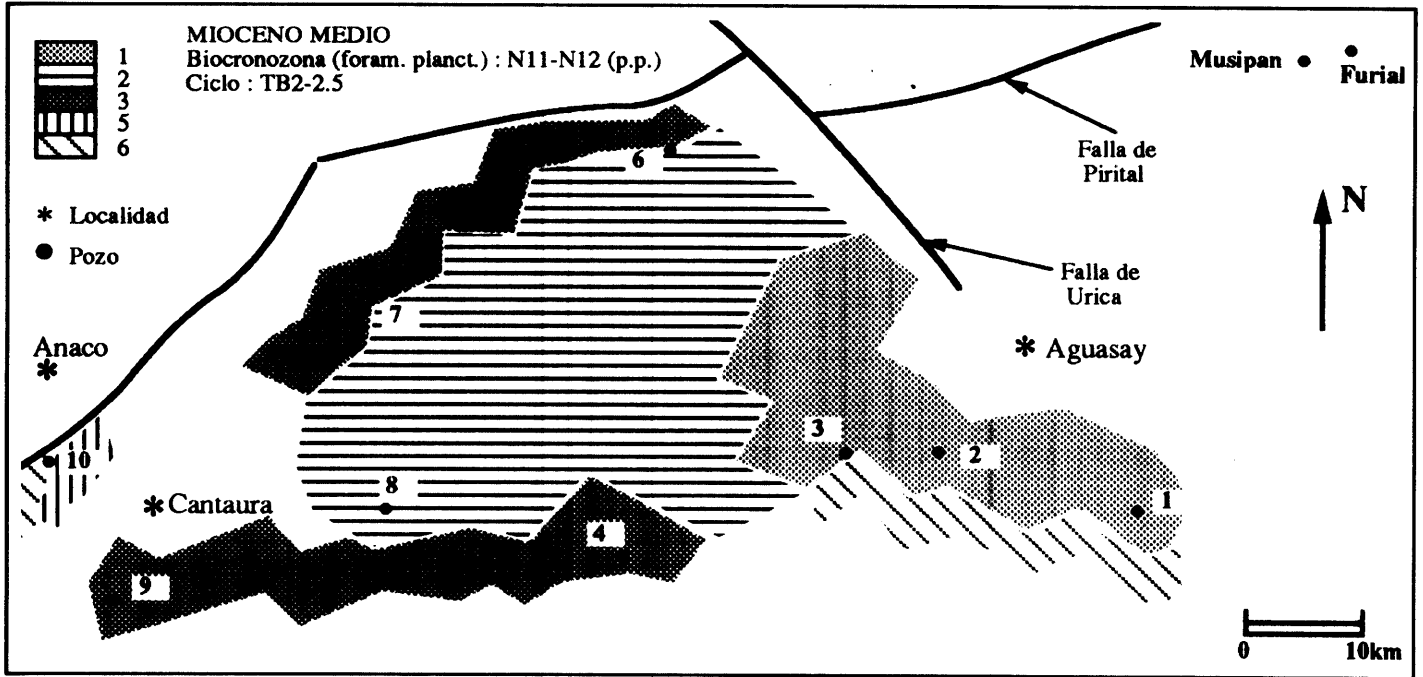


Figura 10

Distribución de los grupos de muestras durante el ciclo TB2-2.5 (Haq y al., 1987) del Mioceno medio.

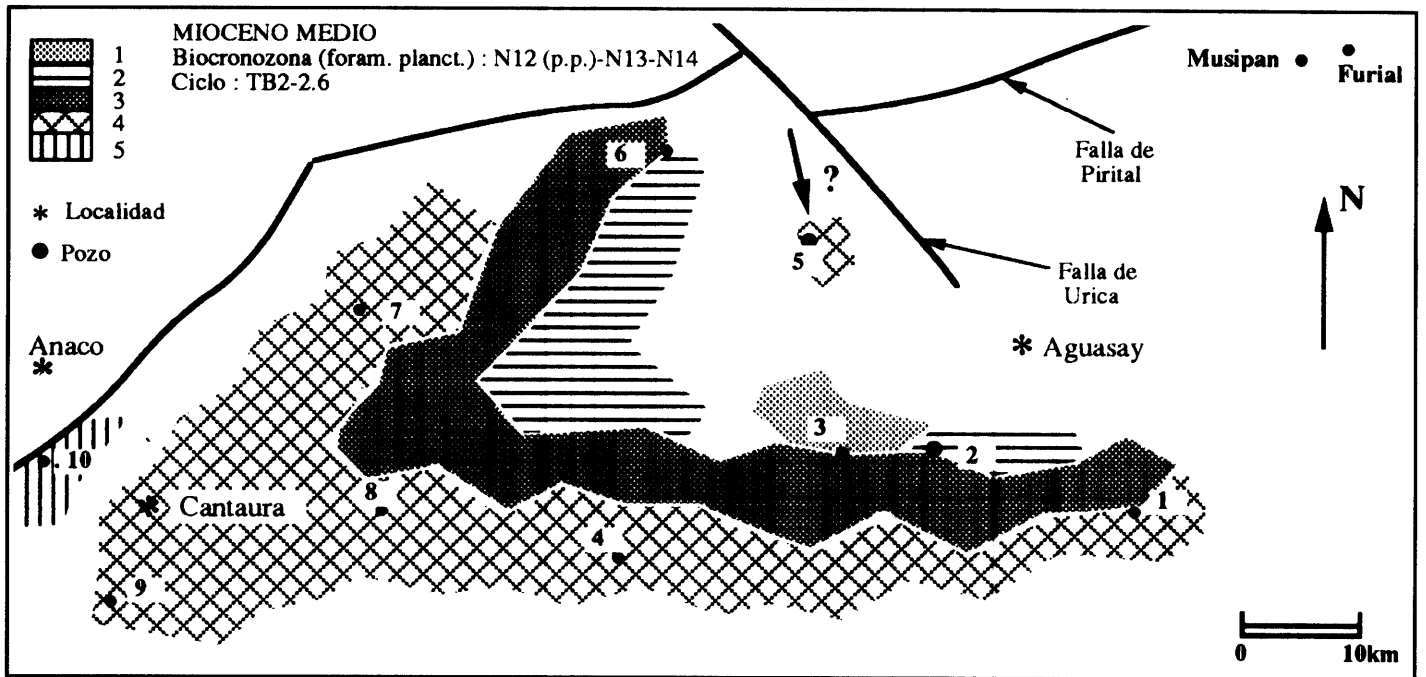


Figura 11

Distribución de los grupos de muestras durante el ciclo TB2-2.6 (Haq y al., 1987) del Mioceno medio.

Bibliografía

- BANDY, J.L., y R.E. ARNAL, (1960) *Concepts of foraminiferal paleoecology*. Bull American Assoc Petr Geol, 44 (2), 1921-1932.
- BENZECRI, J.P. (1979) *L'analyse des données*. Dunod Ed. (Paris).
- BOLTOVSKOY, E., y WRIGHT, R. (1976) *Recent foraminifera*, Junk Ed, (The Hague).
- CORLISS, B.H. (1985) *Microhabitats of benthic foraminifera within deep-sea sediments*. Nature, 314: 435-438.
- CUGNY, P. (1988) *Modèles paléocéologiques. Analyse quantitative des faciès dans diverses formations crétacés des marges néotéthysiennes et atlantiques. Associations paléontologiques et paléoenvironnements*. STRATA, Univ. Toulouse, 2, 10: 1-331.
- EURIBE, A. (1981) *Bioestratigrafía y distribución de biofacies en pozos del norte de la Faja Petrolífera del Orinoco*. Rev. Tec. INTEVEP (Caracas) 1(1), 37-47.
- FENELON, J.P. (1981) *L'analyse des données*. Lefonen Ed. (Paris).
- FLEISHER, R. (1982) *Estudio geológico integrado de la cuenca oriental de Venezuela*. Meneven, Ger. Gen. Explor. (Caracas), 106: 1-110.
- GONZALEZ DE JUANA, C., ITURRALDE DE AROZENA, J.M., y PICARD CADILLAT, X. (1980) *Geología de Venezuela y de sus cuencas petrolíferas*. Ed Foninves (Caracas).
- HAQ, B.U., HARDENBOL, J., y VAIL, P.R. (1987) *Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic*. Science, 235: 1156-1166.
- HUNTER, V.F. (1980) *Benthonic microfaunal shelfal assemblages and Neogene depositional patterns from northern Venezuela*. Ist. Int. Symp. Benthonic Foram Cont Margins, Maritimes Sediments, Sp Pub 11: 459-466.
- JONES, R.W., y CHARNOCK, M.A. (1985) *Morphogroups of agglutinating foraminifera. Their life position and feeding habits and potential applicability in paleoecological studies*. Rev. Paléobiologie, 4(2): 311-320.
- LEBART, L., MORINEAU, A., y TABARD, N. (1982) *Techniques de la description statistique. Méthodes et logiciels pour l'analyse des grands tableaux*. Dunod E., Paris, 1-351.
- PEREZ-CRUZ, L.L., y MACHAIN-CASTILLO, M.L. (1990) *Benthic foraminifera of the oxygen minimum zone, continental shield of the Gulf of the Tehuantepec, Mexico*. Journ Foram Res, 20(4): 312-325.
- PIMENTEL DE BELLIZIA, N. (1984) *Mapa geológico estructural de Venezuela*. Min. Energía y Minas, Venezuela.
- ROUX, M. (1985) *Algorithmes de classification*. Masson Ed., (Paris), 1-151.
- SAINT-MARC, P. (1988) *Distribución paleobioestratigráfica de algunos foraminíferos bentónicos del Mioceno Venezolano*. Corpoven, Lab. Geol., 1-23.
- SAINT-MARC, P. (1989) *Estudio bioestratigráfico y paleoambiental del pozo TAG-11E*. Corpoven, Lab. Geol. 1-11.
- SCHWARK ANGLADE, A. (1956) *Léxico estratigráfico de Venezuela*. Min. Minas Hidrocarburos. Bol. Geol. Publ. Esp. 1, 1-728.
- SEIGLIE, G.A. (1968) *Foraminiferal assemblages as indicators of high organic carbon content in sediments and of polluted waters*. Bull, American Assoc Petr Geol 52 (11), 2231-2241.
- STAINFORTH, R.M. (1971) *La formación Carapita de Venezuela oriental*. Mem IV Congr Geol Venez. 5 (I): 433-463.
- VAN MORKHOVEN, F.C.P.M. BERGGREN, W.A., y EDWARDS, A.S. (1986) *Cenozoic cosmopolitan deep-water benthic foraminifera*. Bull Centre Res. Explor. Prod. Elf-Aquitaine, Pau, 11: 1-421.
- VILLAIN, J.M., (1987) *Bioestratigrafía y paleoambientes en 26 pozos para la integración geológica del NW. Anzoátegui-Monagas*. Corpoven, Lab Geol 1-16.