

# RELACIONES ZOOGEOGRAFICAS ENTRE LAS ICTIOFAUNAS DE LAS CUENCAS DEL RIO MAGDALENA Y LAGO DE MARACAIBO.

Alfredo Pérez<sup>1</sup> y Donald Taphorn<sup>2</sup>

<sup>1</sup> UNELLEZ, Programa Técnico Pesquero, San Fernando de Apure, Apure.

<sup>2</sup> UNELLEZ, Programa de Recursos Naturales Renovables, Museo de Zoología,  
Mesa de Cavaca, Guanare, Portuguesa.

---

## ABSTRACT

This study attempts to show the evolution of the zoogeographic relationships between the Lake Maracaibo and Magdalena River basins using freshwater fishes as indicator species. We used similarity indices to compare the fish faunas of the Magdalena, Lake Maracaibo and Orinoco basins, using the latter as a baseline reference and found a marked similarity (61,6%) for Magdalena-Maracaibo species, but only 12,2% similarity between the Maracaibo and Orinoco fishes. These values indicate relatively recent contact between the Magdalena and Maracaibo fish faunas in the geological past, that permitted the exchange of species. This relationship between the basins is explained by two known geological events: 1) the isolation of the hydrographic unit Magdalena-Maracaibo from the Orinoco during the Miocene, with posterior local extinction of much of the fish fauna north of the Andes due to major tectonic upheaval in the area; and 2) a partial separation of the Magdalena and Maracaibo basins towards the end of the Pliocene, with a subsequent colonization of the Maracaibo basin by species that survived in the Magdalena. We present a possible scenario for the geological evolution of the region, supported indirectly by the actual distribution patterns of extant fishes.

## RESUMEN

En un intento por conocer la evolución de las relaciones zoogeográficas entre las Cuencas del Río Magdalena y Lago de Maracaibo se utilizaron los peces de agua dulce como elemento indicador. Aplicando coeficientes de similitud a las ictiofaunas de las Cuencas del Magdalena, Lago de Maracaibo y Orinoco, ésta última tomada como patrón de referencia, los resultados indican una marcada similitud a nivel de especies entre las Cuencas Magdalena-Maracaibo (61,6%), pero menor entre las Cuencas Maracaibo-Orinoco (12,1 %). Estos valores señalan que las cuencas de Río Magdalena y Lago de Maracaibo se encontraban en contacto, en el pasado geológico reciente, facilitando el flujo de especies de una cuenca a otra. Esta relación puede ser explicada por la existencia de dos eventos geológicos conocidos: 1) aislamiento de la unidad hidrográfica Magdalena-Maracaibo de la Cuenca del Río Orinoco durante el Mioceno y extinción local de su ictiofauna por grandes eventos tectónicos; 2) separación parcial de la unidad hidrográfica Magdalena-Maracaibo hasta finales del Plioceno y colonización de especies sobrevivientes de la cuenca del Río Magdalena, hacia la Cuenca del Lago de Maracaibo por el noroeste de la Cuenca. Presentamos un posible escenario para la evolución geológico de la región, basada en la distribución de los peces vivientes presentes ahora en las cuencas.



## INTRODUCCION

La fauna de peces de agua dulce de la Cuenca del Río Magdalena y la del Lago de Maracaibo, son relativamente bien conocidas (Dahl 1971; Mago 1970; Miles 1943; Schultz 1944a; Schultz 1944b; Schultz 1949; Taphorn & Lilyestrom 1984). De una manera general podemos afirmar que cada cuenca tiene su propia ictiofauna compartiendo un buen número de géneros y especies comunes.

Varios autores han inferido que el origen de la ictiofauna de la Cuenca del Lago Maracaibo se ha derivado de la Cuenca del Río Magdalena, pero ninguno apoyó sus observaciones con un método cuantitativo para verificar o rechazar ésta hipótesis.

Históricamente, Eigenmann (1920), fue el primero que reconoció ésta similitud con la Cuenca del Lago de Maracaibo. Al comparar la distribución de ciertas especies en ambas cuencas, estableció una hipótesis "vicariante", en la cual señala que la antigua ictiofauna de América del Sur se extendía desde la costa Atlántica hasta la costa Pacífica.

Schultz (1949), planteó que la ictiofauna de la Cuenca del Lago de Maracaibo, "es aparentemente muy similar" a la Cuenca del Río Magdalena, observando un gran número de especies comunes.

Mago (1970), al igual que Eigenmann y Schultz, observó ésta similitud y propuso que la Cuenca del Lago de Maracaibo formaba en tiempos remotos una unidad ictiogeográfica con la Cuenca del Río Magdalena, antes del levantamiento de la Sierra de Perijá. Posteriormente, Mago (1978) planteó en base a un estudio sobre la gymnotofauna de Venezuela, que la ictiofauna dulceacuícola de Venezuela está compuesta principalmente por dos grandes biotas: la de MARACAIBO (la cual es un fragmento de la biota ancestral Magdalénica) y la de GUAYANA (fragmento de la biota ancestral de las Guayanas).

Taphorn & Lilyestrom (1979), reportaron para la Cuenca del Lago de Maracaibo una especie de cíclido, *Geophagus steindachneri*, propia del Río Magdalena, la cual presenta una distribución restringida a las partes altas de los Ríos Guasare y Socuy. En relación a éste descubrimiento, dichos autores sugirieron que ésta especie de la vecina cuenca, llegó a éstos ríos quizás en una época geológica muy reciente (post-pleistoceno).

El objetivo de este trabajo es de cuantificar la similitud entre las ictiofaunas de las Cuencas del Río Magdalena, Río Orinoco y Lago de Maracaibo, utilizando coeficientes matemáticos de similitud, y además de elaborar una explicación de como pudo haber sucedido la colonización de los peces de agua dulce a la Cuenca del Lago de Maracaibo desde el neógeno.

## METODOLOGIA

Para estudiar la similitud de la ictiofauna de la Cuenca del Lago de Maracaibo con la Cuenca del Río Magdalena, se emplearon varios coeficientes matemáticos (Simpson, Jaccard y Hagmeier & Stults), que expresan la similitud faunística en términos de porcentaje. El uso de los coeficientes de similitud para el estudio de comparación entre faunas, es muy útil porque permite visualizar la afinidad de un modo práctico, ya que las similitudes entre las ictiofaunas de las cuencas, generalmente significa migración y/o dispersión de las especies entre las regiones, o una historia geológica común.



Esta semejanza se evaluó, comparando las especies del Superorden Ostariophysi y de las especies representantes de los Ordenes Atheriniformes y Perciformes; de las Cuencas del Río Magdalena, Lago de Maracaibo y Río Orinoco (ésta última tomada como patrón de referencia), lo cual permitió contrastar la composición faunística de las Cuencas consideradas a través de los siguientes coeficientes de similitud de tomados de Peter (1968).

$$\text{Simpson: } (C/N1) \times 100$$

$$\text{Jaccard: } (C/N2) \times 100$$

$$\text{Hagmeier \& Stults: } C/(N1 + N2 - C) \times 100$$

donde:

C = # de los Taxa comunes para ambas cuencas

N1 = # de los taxa en la cuenca de menor tamaño

N2 = # de los taxa en la cuenca de mayor tamaño

Igualmente se emplearon los trabajos de Dahl (1971), Pérez (1991) y Mago (1970) como fuente de información sobre la constitución de especies en la Cuenca del Río Magdalena, Lago de Maracaibo y Río Orinoco respectivamente (ver tabla 1 y 2).

Por otro lado se evaluó la información geológica (Mioceno- Holoceno) existente para éstas cuencas (Graf 1969 y Kelloggs 1984) con el objeto de correlacionar los eventos geológicos de eras pasadas con la dispersión y distribución de las especies.

Los resultados obtenidos con los coeficientes de similitud, se colocaron en una matriz de similitud simétrica y se les aplicó un análisis de Cluster (programa BIOSICLA) utilizando el algoritmo UPGMA y se utilizó una representación gráfica para representar la medida de similaridad entre las cuencas.

## RESULTADOS

Los valores de similitud obtenidos con el coeficiente de Simpson a nivel de especies (ver Tabla 3), permite comparar la ictiofauna de la Cuenca del Lago de Maracaibo con sus cuencas vecinas, Observándose el siguiente orden de similitud.

$$\text{MARACAIBO} < \text{MAGDALENA} < \text{ORINOCO}$$

Una representación gráfica de ésta similitud se puede apreciar en la Figura 1, ya que el fenograma muestra el grado de afinidad entre éstas cuencas y confirma las observaciones y especulaciones realizadas años anteriores por varios investigadores. (Eigenmann, 1920; Schultz 1949; Mago 1970; Taphorn & Lilyestrom 1979).

En la tabla 4, se puede apreciar una marcada similitud faunística entre las Cuencas Maracaibo-Magdalena, mostrada por los diferentes coeficientes de similitud, especialmente a nivel de especies (61%), y una menor similitud las Cuencas Maracaibo-Orinoco (12 %). Estos valores son muy importantes, ya que muestra la gran afinidad hipotética para



los peces de éstas cuencas. Estos resultados hacen pensar que dichas cuencas, se encontraban en contacto, facilitando el flujo de especies, por lo que las poblaciones de muchas de las especies comunes actuales, mantuvieron su homogeneidad en sus respectivas cuencas (Menezes 1972).

Esta relación, puede ser explicada en base a la existencia de dos eventos geológicos, cuyas edades se conocen relativamente bien, gracias a estudios geomorfológicos recientes (Dewey & Pindell 1987 y Kelloggs 1984).

Primer evento: aislamiento de la unidad hidrográfica Magdalena-Maracaibo de la Cuenca del Río Orinoco durante el Mioceno (21 millones de años aproximadamente) (Figura 2).. Durante éste período la elevada actividad tectónica en las laderas del valle en el Río Magdalena, especialmente en la Cordillera Oriental y el vulcanismo de la Cordillera Central, pudieron causar extinciones locales y reducción de la ictiofauna, y posiblemente la dispersión de los peces se afectó severamente por éstos eventos geológicos, lo cual no ofreció muchas oportunidades ni tiempo para que los peces pudieran alcanzar nuevos ambientes (Lundberg *et al* 1986). Igualmente extensas transgresiones marinas invadieron las Cuencas del Río Magdalena y Lago de Maracaibo, lo que provocó extinciones adicionales a la diversidad de especies en ambas cuencas, pero una vez ya aislada ésta unidad hidrográfica de la Orinoquia, su ictiofauna pudo verse incrementada por inmigraciones ocasionales fortuitas o por especiación "in situ".

Segundo evento: La unidad hidrográfica Magdalena-Maracaibo comienza a aislarse geográficamente por la continua elevación de la Sierra de Perijá. Para éste período las especies sobrevivientes a los cataclismos acaecidos durante el Mioceno en la Cuenca del Río Magdalena, pudieron dispersarse y colonizar todos los hábitats y nichos ecológicos desocupados alcanzando a la Cuenca del Lago de Maracaibo.

Si consideramos la actual altitud del Valle del Río Magdalena y la tasa de elevación de la Sierra de Perijá de 1.5 mm/año propuesta por Kelloggs (1984), es de suponer que antes del Plioceno ésta zona constituyó una planicie de sedimentación lo suficientemente extensa como para que las aguas de un brazo, o el propio Río Magdalena circuló por ésta zona, con dirección suroeste-noreste descargando sus aguas hacia el Este, en el Golfo de Venezuela, por un río como el actual Río Limón. Este río debió proporcionar la vía de dispersión de la ictiofauna depauperada de la Cuenca del Río Magdalena, hacia la Cuenca del Lago de Maracaibo.

Según Moody (com. personal, 1991), existe la posibilidad de postular una conexión hidrográfica entre las aguas del antiguo Río Magdalena y las de un Río Proto-Limón, durante el Plioceno a través de un río que tuviera un patrón de esorrentía parecido al actual Río Rancherías.

Estas inferencias, hace pensar que un gran grupo de especies de origen magdalénico, debieron alcanzar la Cuenca del Lago de Maracaibo antes del Pleistoceno, por la conexión hidrográfica señalada anteriormente, la cual posiblemente se interrumpió a finales de Plioceno. Una evidencia que prueba la anterior hipótesis narrativa, es el hecho de encontrar a *Geophagus steindachneri* con una distribución restringida a la subcuenca de los ríos Guasare-Socuy, de la Cuenca del Lago de Maracaibo indicando que fue una de las últimas especies magdalénicas que logró alcanzar dicha Cuenca.



Es posible, que la distribución de las especies magdalénicas en la Cuenca del Lago de Maracaibo sea producto de un antiguo patrón de dispersión, modificado por los cambios climáticos ocurridos durante el Pleistoceno, en especial después del último período glacial. La base para ésta afirmación consiste en la detección de patrones de distribución de especies magdalénicas "invasoras" como: *Gasteropelecus maculatus*, *Hypopomus occidentalis* y *Pterygoplichthys undecimalis*, en el área que constituyó el antiguo refugio paleoecológico del Río Catatumbo (Figura 4). Si bien éstos resultados no son totalmente concluyentes hasta tanto no se puedan obtener evidencias fósiles, es un hecho bastante aceptado la influencia magdalénica por el norte de la Cuenca del Lago de Maracaibo (Moscó, 1989 com. personal).

## DISCUSION

Las comparaciones hechas en éste trabajo con los coeficientes de similitud, indican que la gran afinidad encontrada entre las especies de las Cuencas del Río Magdalena y Lago de Maracaibo, solo pueden ser entendidas si se asume que la Cuenca del Lago de Maracaibo, recibió gran parte de su ictiofauna de la Cuenca del Río Magdalena y el contacto entre éstas dos cuencas con la Orinoquia, debió ser muy remoto (pre-Mioceno).

Por otra parte es necesario hacer notar que la ictiofauna de cada cuenca evolucionó progresivamente posterior al Mioceno y éstas experimentaron diferenciación local. Sin embargo todo parece indicar, que la dispersión de las especies magdalénicas hacia la Cuenca del Lago de Maracaibo, es el principal factor responsable de la actual similitud entre las Cuencas del Río Magdalena y Lago de Maracaibo.

## AGRADECIMIENTO

Deseamos extender nuestro agradecimiento a los profesores Miguel Pietrangeli, José Moscó y Francisco Provenzano, por las críticas y sugerencias al manuscrito; al Geol. John Moody por la discusión de algunos aspectos sobre la geología histórica de la Cuenca del Lago de Maracaibo, y a Angel Vilorio por la elaboración de las tablas y figuras.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- Dahl, G. 1971. Los peces del norte de Colombia. INDERENA. Bogotá.
- Dewey, J. F. & J. L. Pindell. 1987. Neogene block tectonics of eastern Turkey and northern South America: Continental applications of the finite difference method. *TECTONIC* 10:44-61.
- Eigenmann, C. H. 1920. The Magdalena Basin and the horizontal and vertical distribution of fishes. *Indiana Univ. Studies*. (177): 21-34.
- Graf, C. H. 1969. Estratigrafía cuaternaria del noroeste de Venezuela. *Bol. Inf. Asoc. Ven. Geol. Min. Petrol.* 12: 393-410.
- Kelloggs, J. N. 1984. Cenozoic tectonic history of the Sierra de Perijá, Venezuela-Colombia and adjacent basin. *Geol. Soc. Amer. Memoir.* 162: 239-261. Mago, F. 1970. Lista de los peces de Venezuela. Oficina Nacional de Pesca, MAC. Caracas.
- Mago, F. 1978. Los peces de agua dulce de Venezuela. Cuadernos LAGOVEN, Caracas.



Menezes, N.A. 1972. Distribucao e origem da fauna de peixes de agua doce das grandes bacias fluvialis do brasil. Papeis Avulsos Sao Paulo. vol. 27 (17): 73-78.

Miles, C. 1943. Los peces del Rio Magdalena. 2 ed. U.T. Ediciones, Ibague, Colombia.

Pérez, A. 1991. Contribución al conocimiento de la distribución geográfica de la Cuenca del Lago de Maracaibo. Con algunas consideraciones zoogeográficas sobre su origen. (tesis de grado), XVII + 246 p., 150 figs. Facultad de Ciencias, LUZ.

Peter, J. 1968. A computer program for calculating degree of biogeographical resemblance between areas. Syst. Zool. 17(1): 64-69.

Schultz, L.P. 1944a. The catfish of Venezuela, with descriptions of thirty-eight new forms. Proc. U.S. Nat. Mus. vol. 94 (3172): 173-338.

Schultz, L.P. 1944b. The fishes of the family Characididae from Venezuela, with seventeen new forms. Proc. U.S. Natl. Mus. vol. 95 (3235): 235-367.

Schultz, L.P. 1949. A further contribution to the ichthyology of Venezuela. Proc. U.S. Natl. Mus. vol. 99 (3235): 1-215.

Taphorn, D. C. & C. Lilyestrom. 1979. Ocurrence of *Geophagus steidachneri* in the Maracaibo Basin, Venezuela. Bull. Buntharsche 59: 5-9.

Taphorn, D.C. & C. Lilyestrom. 1984. Clave para los peces de agua dulce de Venezuela. Rev. UNELLEZ de Ciencia y Tecnologia. 2(2):5-30.

CUENCAS	ESPECIES	GENEROS	FAMILIAS
MARACAIBO	107	80	26
MAGDALENA	167	106	27
ORINOCO	494	183	34

Tabla 1. Numero total de las especies consideradas en el presente estudio para las Cuen- cas del Río Magdalena, Río Orinoco y Lago de Maracaibo.

CUENCAS	ESPECIES	GENEROS	FAMILIAS
MARACAIBO-MAGDALENA	66	67	26
MARACAIBO-ORINOCO	13	63	26

Tabla 2. Numero de especies comunes entre las ictiofaunas de las Cuencas del Río Mag- dalena, Río Orinoco y Lago de Maracaibo.

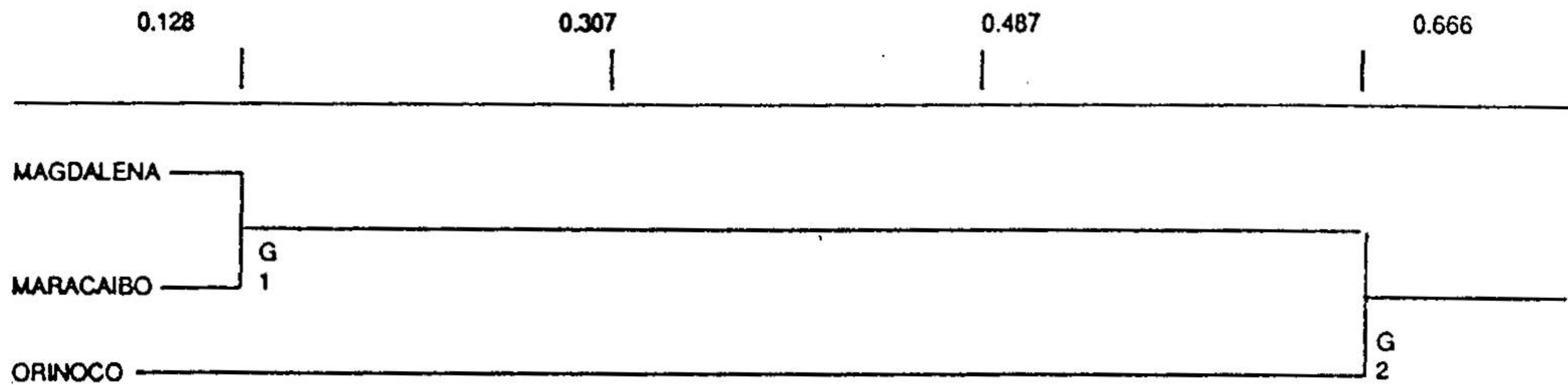


CUENCA	MARACAIBO	MAGDALENA	ORINOCO
MARACAIBO	0	--	--
MAGDALENA	61,6	0	--
ORINOCO	12,1	43	0

Tabla 3. Matriz simétrica de similitud entre las ictiofaunas de las Cuencas del Magdalena, Maracaibo y Orinoco, de acuerdo con los valores obtenidos con el coeficiente de similitud de Simpson.

CUENCAS	ESPECIE	GENERO	FAMILIA	COEFICIENTE
Maracaibo-Magdalena	61,68	83,75	100	Simpson
Maracaibo-Orinoco	12,14	78,75	100	Simpson
Maracaibo-Magdalena	39,52	63,20	96,29	Jaccard
Maracaibo-Orinoco	2,63	13,75	76,44	Jaccard
Maracaibo-Magdalena	31,73	56,30	46,28	Hagmeier & Stults
Maracaibo-Orinoco	4,98	30,58	76,47	Hagmeier & Stults

Tabla 4. Resultados de las afinidades (expresados en porcentajes) de la ictiofauna de la Cuenca del Lago de Maracaibo, con sus cuencas vecinas usando los coeficientes de similitud de Simpson, Jaccard y Hagmeier & Stults.



**Figura 1. Resultados del análisis de Cluster mostrando las relaciones de las ictiofaunas de las Cuencas de Maracaibo, Magdalena y Orinoco.**



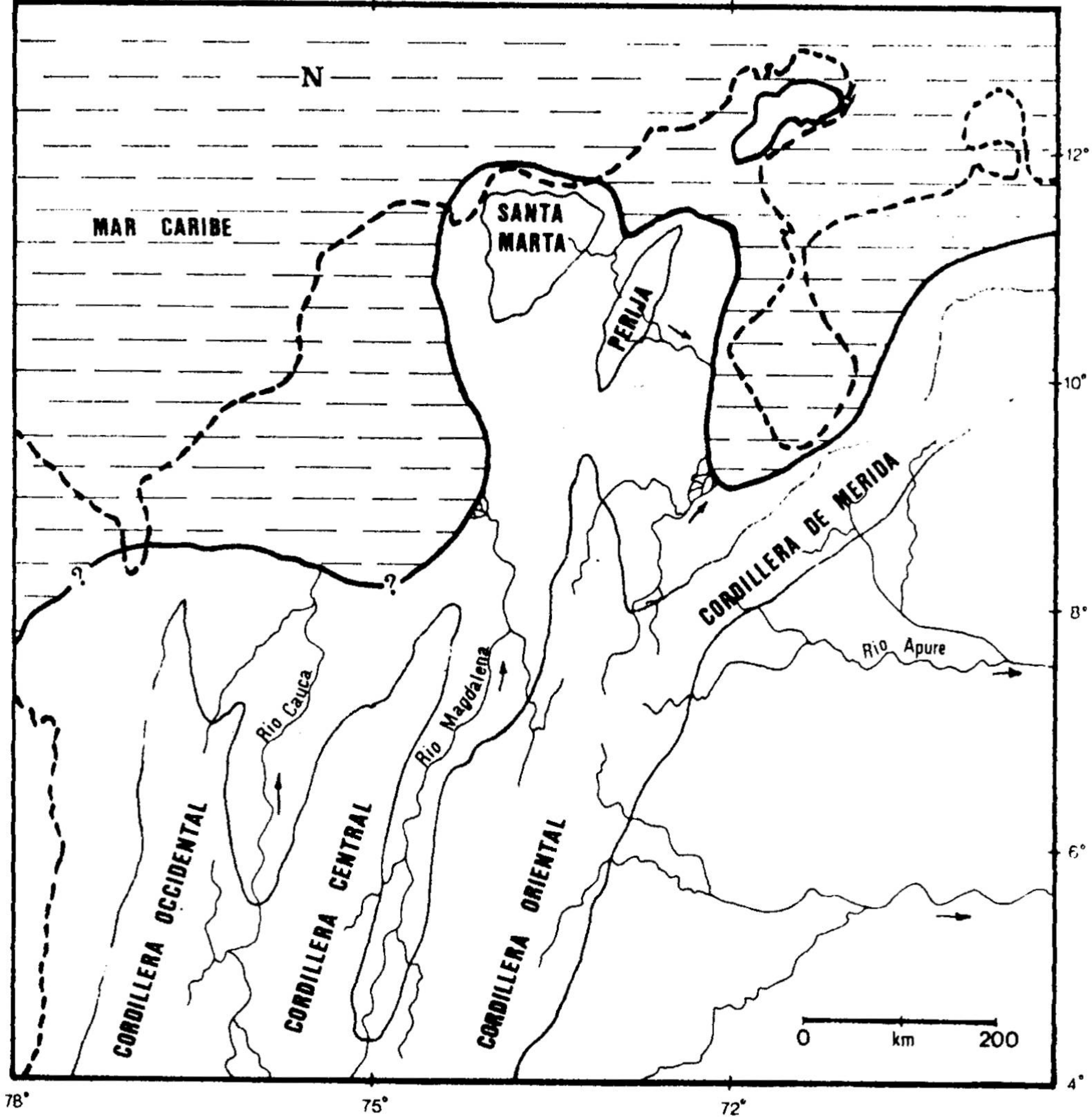


Figura 2. Mapa paleogeográfico del noroeste de America del Sur durante el Mioceno Inferior.



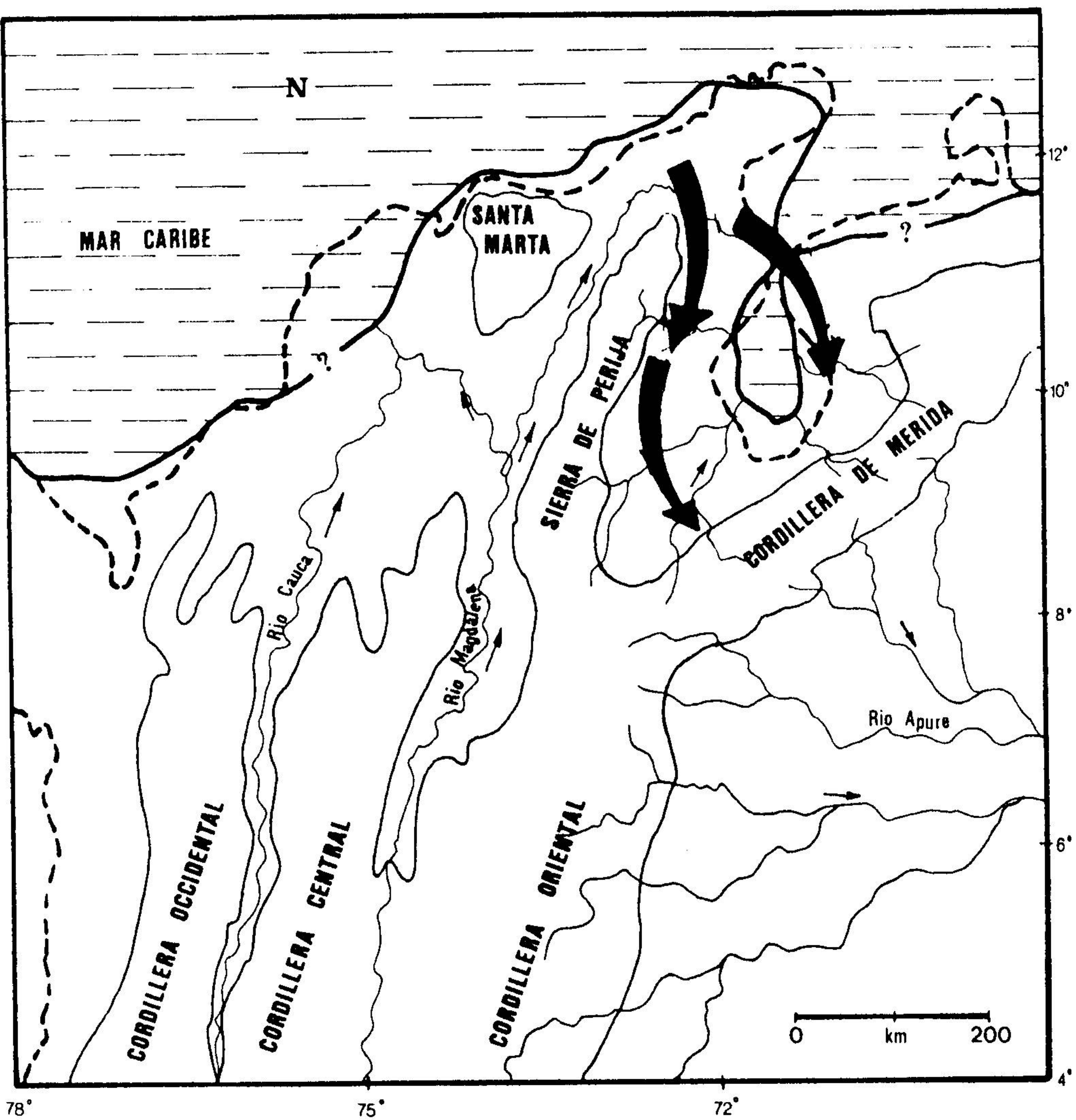


Figura 3. Mapa paleogeográfico del noroeste de America del Sur durante el Plioceno, mostrando la hipotética conexión hidrográfica entre la Cuenca del Río Magdalena y Lago de Maracaibo.



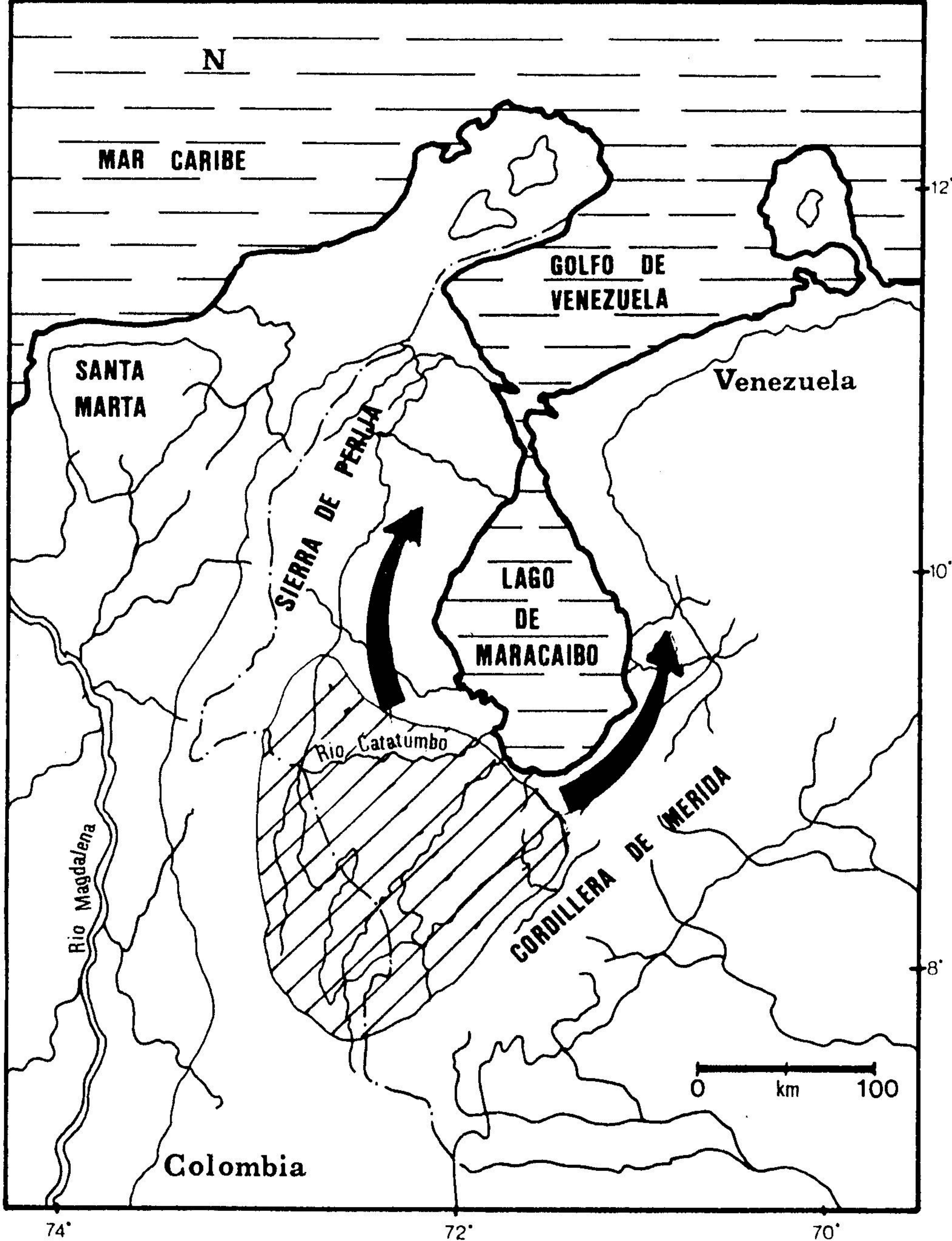


Figura 4. Ubicación del refugio paleoecológico del Catatumbo, mostrando las posibles vías de dispersión de las especies durante el Holoceno.