



Edades K/Ar en Algunos Cuerpos Plutónicos del Graben Cauca-Patía y Norte de la Cordillera Occidental.

HUMBERTO GONZALEZ I.

Ingeominas, Apartado Aéreo 4215, Medellín, Colombia.

ANA CRISTINA LONDOÑO G.

Ingeominas, Calle 25 sur # 42a-1, Medellín, Colombia.

GONZALEZ, H. & LONDOÑO, A.C. (1998): Edades K/Ar en algunos cuerpos plutónicos del Graben Cauca-Patía y Norte de la Cordillera Occidental. - GEOLOGIA COLOMBIANA, 23, pgs. 117-131, 8 Figs., 9 Tablas, Santafé de Bogotá.

Resumen: Las edades K/Ar obtenidas en los batolitos de Sabanalarga y Buga y en los stocks de Cambumbia e Irra confirman la existencia de un evento plutónico en el rango Albiano-Cenomaniano que afectó el flanco occidental de la Cordillera Central y la depresión intercordillerana Cauca-Patía. Este plutonismo es de características calco-alcálicas con granitoides tipo I. El Stock de Irra intruye rocas volcánicas básicas del Volcánico del Barroso, lo cual confirma la edad Cretácico Inferior inferida para esta unidad, basada en evidencias paleontológicas.

La edad obtenida para el Gabro de Anserma, aunque está en el mismo rango del evento anterior, parece corresponder más a la de un evento tectónico-térmico registrado regionalmente, que a la de cristalización del cuerpo magmático.

Las edades de los stocks de Mistrató y Nudillales indican la existencia en la Cordillera Occidental de un evento plutónico calco-alcálico del Paleógeno el cual se habría iniciado con el emplazamiento del Batolito de Mandé y cuerpos menores relacionados durante el Paleoceno tardío y se extendió hasta el Eoceno. Sin embargo, el Stock de Mistrató muestra una complejidad litológica, con facies gabroides, y estructural; por su relación espacial con las rocas volcánicas básicas podría ser comagmático con éstas, en cuyo caso, la edad obtenida correspondería a un evento térmico que produjo la reestabilización isotópica en este momento.

La Andesita de Buriticá, aunque espacialmente asociada al Stock de Buriticá, tiene una edad mucho más joven que éste y presenta una alteración hidrotermal intensa que no es característica de este cuerpo ni de sus facies asociadas por lo cual se considera genéticamente independiente.

Palabras claves: K/Ar, Cauca – Patía, Cordillera Occidental, Plutonismo – Edades Radiométricas.

Abstrac: The K/Ar dates obtained in the Sabanalarga and Buga batholiths and in the Cambumbia and Irra Stocks, confirm and make evident a plutonic event in the Albian and Cenomanian range, that affected the western flank of the Central Cordillera and the Cauca-Patía trough between the Central and the Occidental Cordillera of Colombia. This plutonism is calc-alkaline with type I granitoids. The Irra Stock intrudes basic volcanic rocks from the Barroso Formation, which confirms the late Cretaceous inferred age assigned to this unit, based on the paleontological evidences.

Although the age obtained for the Amaimé Gabbro is in the same range of the former event, seems to correspond better to a thermal and tectonic event, registered regional, than to the crystallization of the magmatic body.

The ages of Mistrato and Nudillales stocks indicate that a Paleogene calc-alkaline plutonic event is present in the Occidental Cordillera, began with the Mandé Batolith setting and related minor bodies, and extended from the late Paleocene to the Eocene. However, the Mistrato Stock is complex both structurally and lithologically, with gabbroic facies, and its spatial relationship with the basic volcanic rocks could be comagmatic; in this case, the obtained ages correspond to a thermal event that produced the isotopic recrystallization.

Although the Buriticá Andesite is spatially associate to the Buriticá Stock, it is younger than the Stock, and also has an intensive hydrothermal alteration that is not characteristic of the Stock or its associated facies. For these reasons, the Andesite is considered genetically independent.

Key words: K/Ar, Cauca-Patía Basin, Western Cordillera, Plutonism-Radiometric Ages.

INTRODUCCION

El Graben del Cauca corresponde en parte al Terreno Cauca–Romeral en el sentido de ETAYO *et al.* (1983) o a la zona de sutura de los terrenos Calima al occidente y Tahamí al oriente en el esquema de TOUSSAINT & RESTREPO (1988), y como tal está limitado tectónicamente por sistemas complejos de fallas. Al oeste está controlado por el sistema de fallas Cauca–Almaguer; al este por la Falla de Romeral; al norte por la unión rumbo-deslizante de los sistemas de falla Cauca y Romeral y al sur por el Arco de Islas de Macuchi presentando un estilo estructural de fallamiento imbricado con vergencia variable.

Litológicamente, es una mezcla estructural con predominio de basaltos de afinidad toleítica, cherts, turbiditas siliciclásticas con cuñas de metagabros, anfibolitas granatíferas, esquistos pelíticos y metabasitas, asociados a fragmentos de secuencias ofiolíticas en contacto tectónico o intruidas por plutones calco–alcalinos e intrusivos subvolcánicos.

Los plutones de Sabanalarga, Cambumbia, Irra y Buga intruyen localmente rocas básicas, tanto del flanco occidental de la Cordillera Central como del oriental de la Cordillera Occidental, por lo cual la corroboración de sus edades radiométricas se considera fundamental para determinar la edad de la corteza oceánica involucrada en el área. Estos plutones hacen parte de un cinturón magmático que se formó en la Cordillera Central y en la depresión del Cauca durante el Cretáceo (GONZÁLEZ *et al.* 1978). Los resultados de las nuevas dataciones permiten avanzar en el conocimiento, tanto de las edades y extensión del magmatismo como de la posición original de su emplazamiento.

Los cuerpos plutónicos de Mistrató, Anserma y la Andesita de Buriticá se encuentran en el flanco oriental de la Cordillera Occidental asociados espacialmente a rocas básicas del Barroso en contacto intrusivo o tectónico, y la

determinación de sus edades isotópicas permite aclarar la evolución geológica del área y, en el caso del Gabro de Anserma, su posible relación genética con las rocas volcánicas básicas del Barroso. El Stock de Nudillales se encuentra al occidente de la Cordillera Occidental y se ha considerado como una probable apófisis del Batolito de Mandé del Paleoceno–Eoceno.

Los resultados de los análisis isotópicos y las edades K/Ar convencional obtenidas (Tabla 1), permiten corroborar algunos modelos presentados sobre la evolución del magmatismo calco–alcalino entre las cordilleras Central y Occidental durante el Cretáceo temprano, y por otro lado, aportan nueva información sobre los eventos magmáticos del Cenozoico que afectaron la Cordillera Occidental.

Los diferentes cuerpos considerados se describen de norte a sur indicando en cada uno su localización, características litológicas, la descripción petrográfica detallada de la muestra analizada y los resultados analíticos obtenidos con la edad calculada. Finalmente se hace una breve discusión de las edades obtenidas y sus aplicaciones en la elaboración de los modelos evolutivos e historia geológica del área considerada (Fig.1).

STOCK DE NUDILLALES

Cuerpo definido en este trabajo con una extensión de unos 20 km². Aflora al noroeste de Dabeiba a lo largo de la Quebrada Nudillales de donde recibe su nombre (Fig. 2). La roca predominante es una cuarzomonzonita que varía a monzonita, de grano grueso, compuesta por plagioclasa (andesina) euhedral, piroxenos, al parecer augita y diópsido, alterados a anfíbol y biotita. Hacia los bordes del cuerpo se presenta una alteración intensa aumentando el contenido de actinolita y otros minerales secundarios y disminuyendo el tamaño de los cristales por granulación y reemplazamiento.

Se encuentra en contacto al occidente con el Basalto

Tabla 1. Análisis isotópicos

Cuerpo	Material analizado	K %	Ar radiogénico	Ar atmosférico	Edad
Stock de Nudillales	Roca total	1.798	2.94 mol/g x 10 ⁻⁶	14.3 %	41 ± 3 m.a
Batolito de Sabanalarga	Honrblenda	0.7	0.28 md/g x 10 ⁻⁶	25.7 %	98 ± 3.5 m.a
Andesita de Buriticá	Roca total	0.09	0.761 mol/g x 10 ⁻¹¹	81.7 %	43.8 ± 4.3 m.a
Stock de Cambumbia	Roca total	3.72	16.92 mol/g x 10 ⁻⁶	33.1	113 ± 3 m.a
Stock de Irra	Biotita	7.79	30.19 mol/g x 10 ⁻⁶	44.8	97 ± 10 m.a
Gabro de Anserma	Roca total	0.39	1.22 mol/g x 10 ⁻⁶	61.7	71 ± 2.7 m.a
Plutón de Mistrató	Roca total	0.318	2.57 mol/g x 10 ⁻¹¹	50.9 %	46 ± 7 m.a
Batolito de Buga	Biotita	5.41	20.83 mol/g x 10 ⁻⁶	25.2 %	96 ± 4.1 m.a

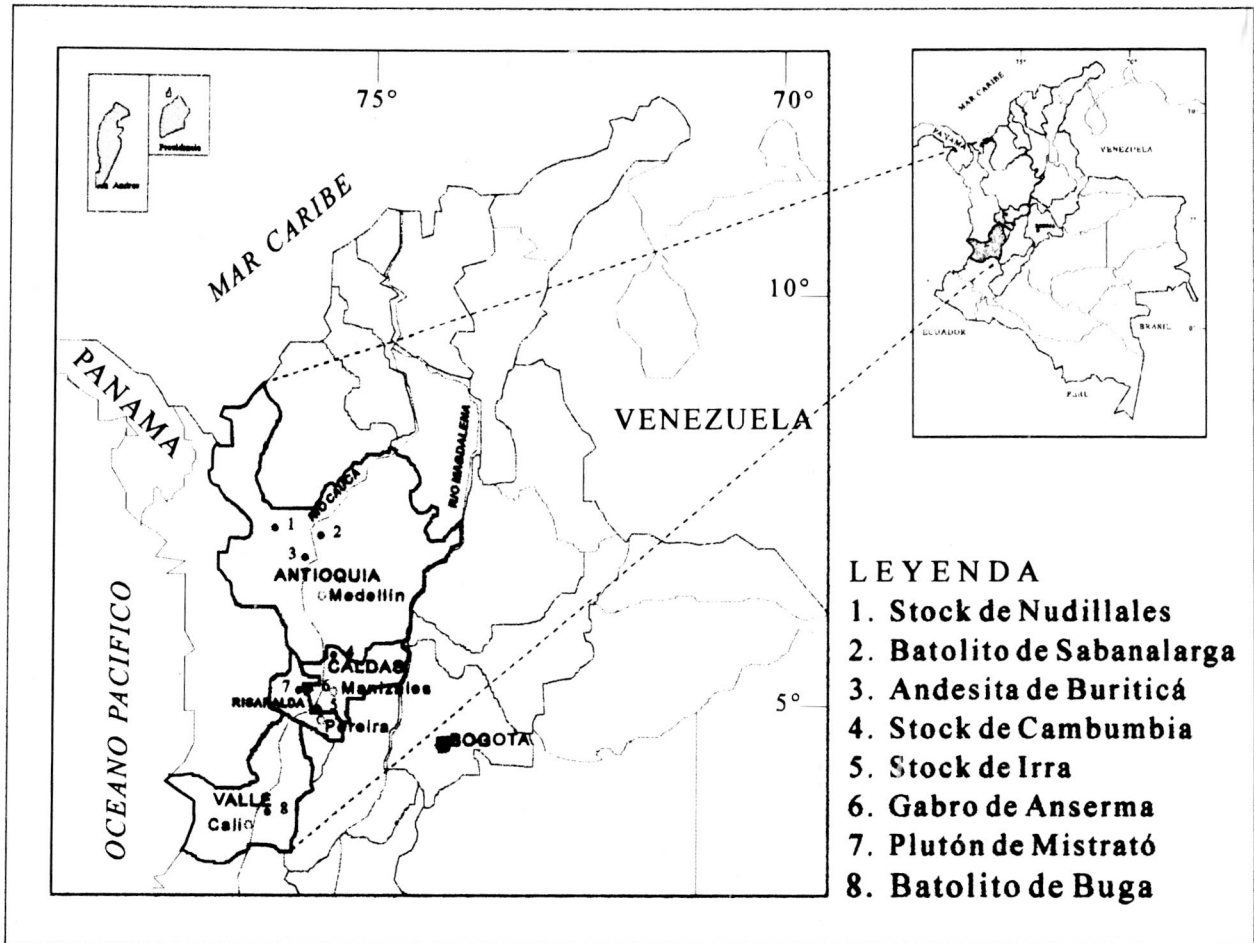


Fig. 1. Mapa regional de localización geográfica de los plutones de Nudillales, Buriticá, Sabanalarga, Cambumbia, Irra, Anserma, Mistrató y Buga.

de El Botón y al este en contacto intrusivo-fallado con la secuencia volcánico-sedimentaria de Río Sucio. Se ha considerado de edad Paleógeno por correlación con las facies similares en el área, asociadas al Batolito de Mandé.

Descripción de la muestra

Localización: Carretera Dabeiba-Mutatá sobre la Quebrada Nudillales.

Roca cuarzomonzonítica maciza, fanerítica, equigranular, de grano medio, color gris claro a medio moteado de negro por ferromagnesianos, textura hipidiomórfica constituida por cuarzo anhedral con extinción ondulatoria débil y empolvada por microinclusiones de opacos y en parte aparece intersticial entre feldespatos. El feldespato potásico corresponde a ortoclasa en proceso de transformación a microclina y fuerte textura perfitica; aparece em-

polvado por alteración incipiente a caolín; la plagioclasa tiene composición promedio An_{32} , aparece maclada según Albita y Albita-Carlsbad y ligeramente zonada con bordes más sódicos; presenta alteración incipiente a sericita. El ferromagnesiano original corresponde a augita, pero en parte aparece transformada en anfíbol uralítico fibroso débilmente coloreado y en biotita parda pleocroica. Como minerales accesorios aparecen opacos, pirita-calcopirita diseminada, circón, apatito y esfena en trazas. La composición modal del cuerpo se indica en la Tabla 2.

BATOLITO DE SABANALARGA

Este batolito fue definido por HALL *et al.* (1972) y recibe su nombre de la población de Sabanalarga al occidente del Departamento de Antioquia (Fig. 3). Es un cuerpo alargado en dirección norte-sur, localizado entre las cordi-

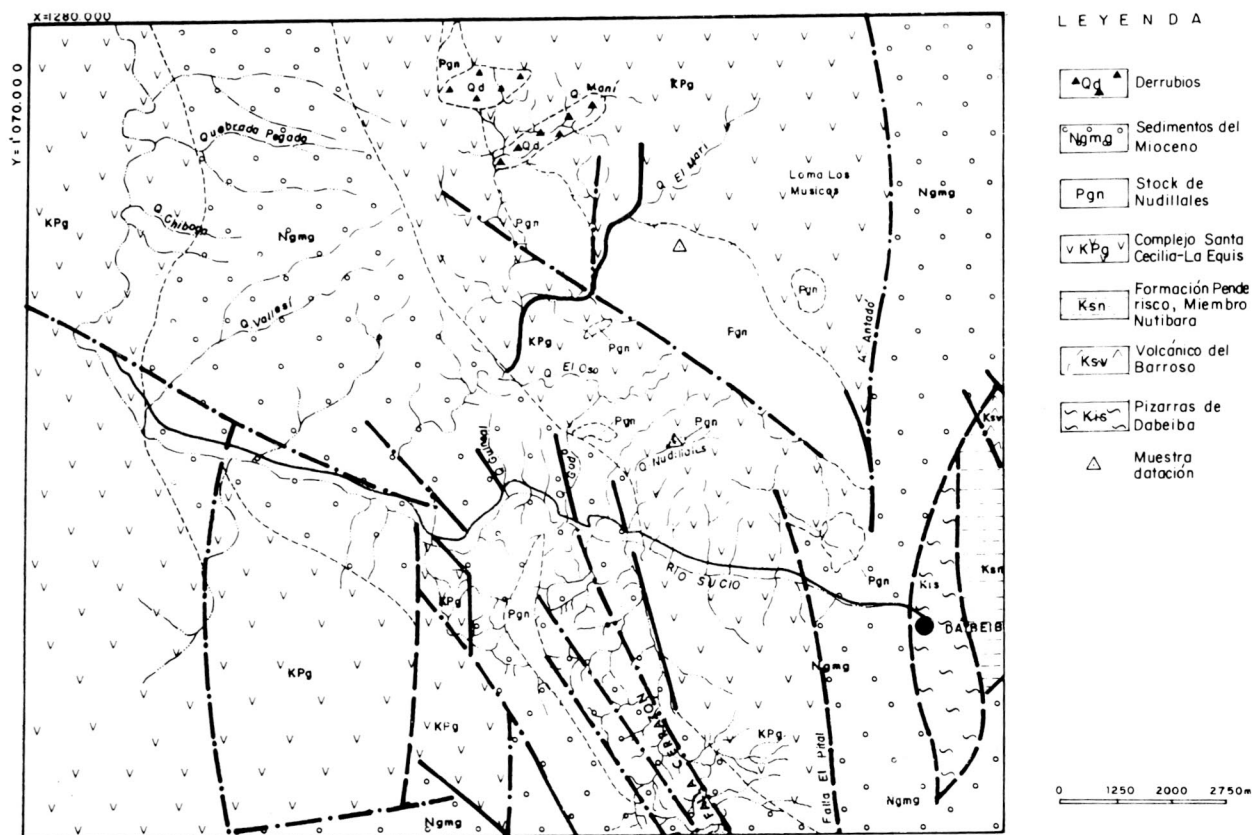


Fig. 2. Mapa geológico generalizado del Stock de Nudillales (Modificado de INGEOMINAS, informes internos, Medellín)

Tabla 2. Composición modal, basada en el conteo de 600 puntos sobre una sección delgada standard

Cuarzo	20.6%
Plagioclasa	34.1%
Feldespato potásico	21.9%
Clinopiroxeno	9.6%
Anfíbol	7.9%
Biotita	3.4%
Opacos	1.7%
Esfena	Trazas
Circón	Trazas
Apatito	Trazas
Clasificación: Cuarzomonzonita	

EDAD: La edad obtenida de 41 ± 3 m.a (Tabla 1) se encuentra en el Eoceno según la Tabla del Tiempo Geológico de VAN EYSINGA (1987).

lleras Central y Occidental; tiene una extensión total, con los cuerpos menores asociados, de 560 km².

Está constituido principalmente por cuarzodioritas macizas, donde predomina hornblenda sobre biotita, con algunas transiciones a diorita hornbléndica, gabros hornbléndicos y hornblenditas (GONZÁLEZ 1997). Presenta efectos dinámicos producidos por las fallas Sabanalarga y Tonusco (ALVAREZ & GONZÁLEZ 1978).

Este cuerpo, en su borde oriental, intruye esquistos paleozoicos del Complejo Cajamarca, Grupo Valdivia, produciendo recristalización con desarrollo de metamorfitas en la facies cornubiana de hornblenda (ALVAREZ 1983). Su contacto con las rocas volcánicas y sedimentarias al occidente es discordante y en gran parte tectónico (ALVAREZ 1983). En el borde occidental intruye rocas diabásicas del Volcánico del Barroso con desarrollo de brechas intrusivas y epidotitas. Este cuerpo ha sido datado anteriormente por el método K-Ar en biotita resultando un valor de 97 ± 10 m.a. (GONZÁLEZ *et al.* 1978).

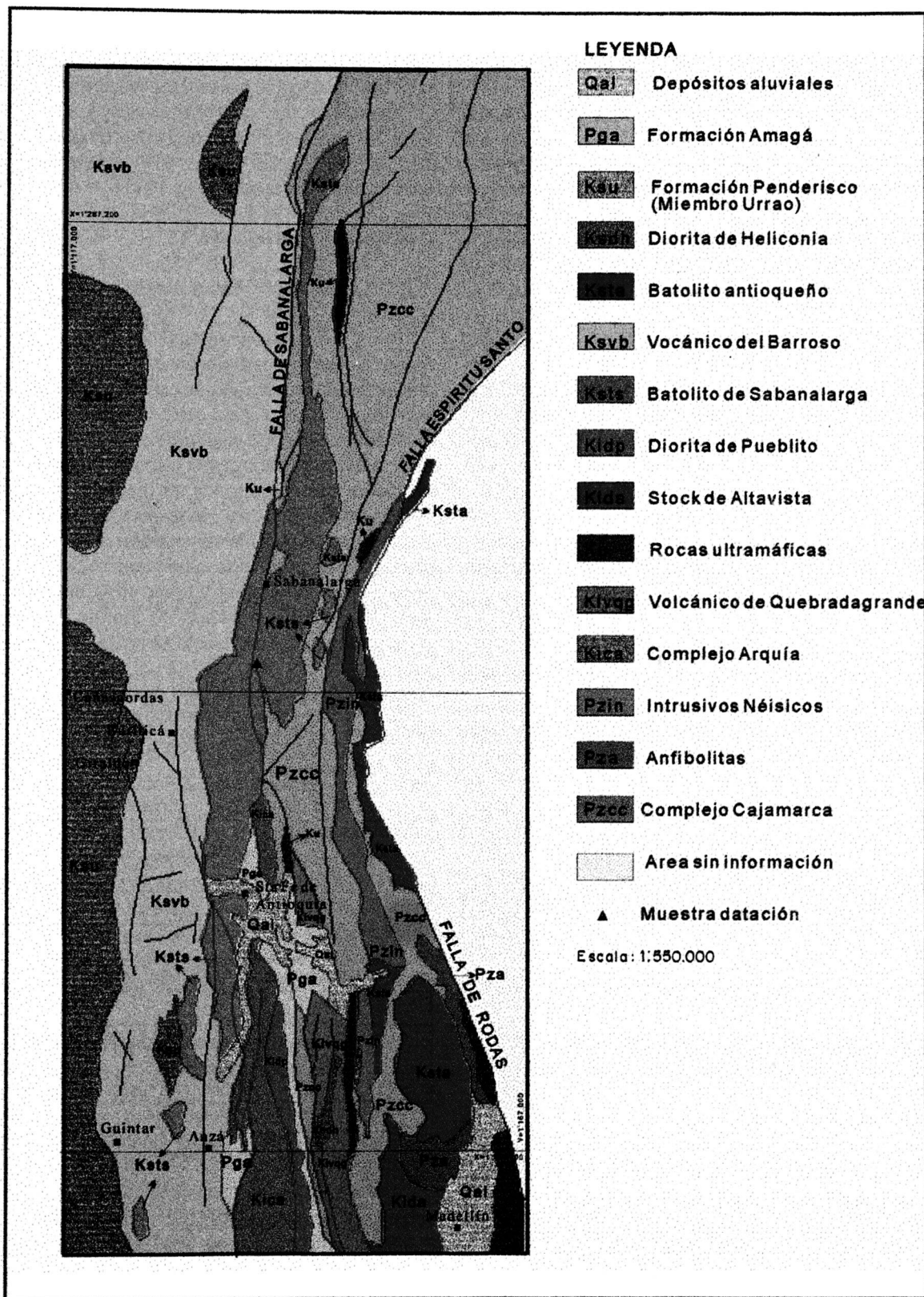


Fig. 3. Esquema geológico generalizado del Batolito de Sabanalarga (Modificado de INGEOMINAS 1979).

Descripción de la muestra

Localización: Carretera Liborina-Sabanalarga (cruce Quebrada Honda).

Roca hipidiomórfica equigranular de grano medio, color moteado sal y pimienta, constituida por cuarzo anhedral incoloro, limpio y no deformado, en parte con carácter intersticial entre feldespato; plagioclasa no zonada de composición promedia $An_{40}Ab_{60}$ con ocasionales inclusiones de epidota y biotita en láminas finas; hornblenda euahedral a subhedral fracturada con pleocroismo bien definido: x=verde amarillento; y=verde azulado y z=verde oliva, donde algunos cristales presentan núcleos incoloros de clinopiroxeno; biotita en láminas ligeramente flexionadas pleocroicas de x=amarillo pálido a y=z=pardo oscuro; los minerales accesorios son opacos dispersos, epidota asociada a hornblenda y como inclusiones en plagioclasa, mica blanca asociada a la plagioclasa, apatito y circón en cristales finos dispersos. La composición modal se indica en la Tabla 3.

Tabla 3. Composición modal basada en el conteo de 1000 puntos sobre una sección delgada standard

Cuarzo	14.6%
Plagioclasa ($An_{40}Ab_{60}$)	64.3%
Clinopiroxeno	0.6%
Hornblenda	9.03%
Biotita	9.05%
Opacos	0.1%
Epidota	0.9%
Apatito	Trazas
Circón	Trazas
Mica blanca	0.2%
Clasificación: Tonalita	

EDAD: La edad obtenida de 98 ± 3.5 m.a (Tabla 1) corresponde al intervalo Albiano-Cenomaniano según la escala del tiempo geológico de VAN EYSINGA (1987).

ANDESITA DE BURITICA

Cuerpo definido por ALVAREZ & GONZÁLEZ (1978); recibe su nombre del municipio de Buriticá, localizado al occidente del Departamento de Antioquia. Aflora entre el caserío de Pinguro y Buriticá; tiene forma ovalada con una extensión aproximada de 3 km² (Fig. 4).

Está constituido principalmente por una andesita hornbléndica con alteración hidrotermal, dando lugar a la

formación de cristales de piritita (ALVAREZ & GONZÁLEZ 1978); por lo general, maciza de color gris, finogranular a microporfídica con fenocristales de plagioclasa y hornblenda en matriz feldespática holocristalina.

Este cuerpo ha sido correlacionado con los pórfidos terciarios que afloran cerca de Titiribí con una datación K-Ar de 7.1 y 8 m.a. (GONZÁLEZ 1976) y dataciones, en general en el intervalo entre 6.3 y 10 m.a. K-Ar.

Descripción de la muestra

Localización: Carretera a Buriticá, cruce con Quebrada Minitas.

Roca andesítica-diorítica porfídica, maciza con fenocristales gruesos en matriz granular fina media, color gris, pobre en ferromagnesianos, con piritita diseminada y una alteración hidrotermal débil. La roca está constituida por fenocristales de plagioclasa. El ferromagnesiano original es hornblenda parda pleocroica en fenocristales de menor tamaño que los de plagioclasa y aparece ligeramente uralitizado y con epidota asociada. La matriz es fundamentalmente félsica granular con escaso cuarzo y abundante piritita fina diseminada. Los minerales accesorios son escasos y fuera de la piritita aparecen algunos cristales aislados de apatito y circón. La composición modal del cuerpo se indica en la Tabla 4.

Tabla 4. Composición modal basada en el conteo de 1200 puntos sobre una sección delgada standard

Plagioclasa	79.0%
Cuarzo	3.6%
Hornblenda	14.5%
Biotita	0.4%
Epidota	0.9%
Opacos	1.6%
Apatito	Trazas
Circón	Trazas
Clasificación: Andesita hornbléndica porfídica (microdiorita hornbléndica porfídica)	

EDAD: La edad obtenida de 43.8 ± 4.3 (Tabla 1) corresponde al Eoceno según la tabla del tiempo geológico de VAN EYSINGA (1987).

STOCK DE CAMBUMBIA

Cuerpo definido por GONZÁLEZ (1976). Toma su nombre de la Quebrada Cambumbia, afluente en la margen oriental del Río Cauca entre los departamentos de

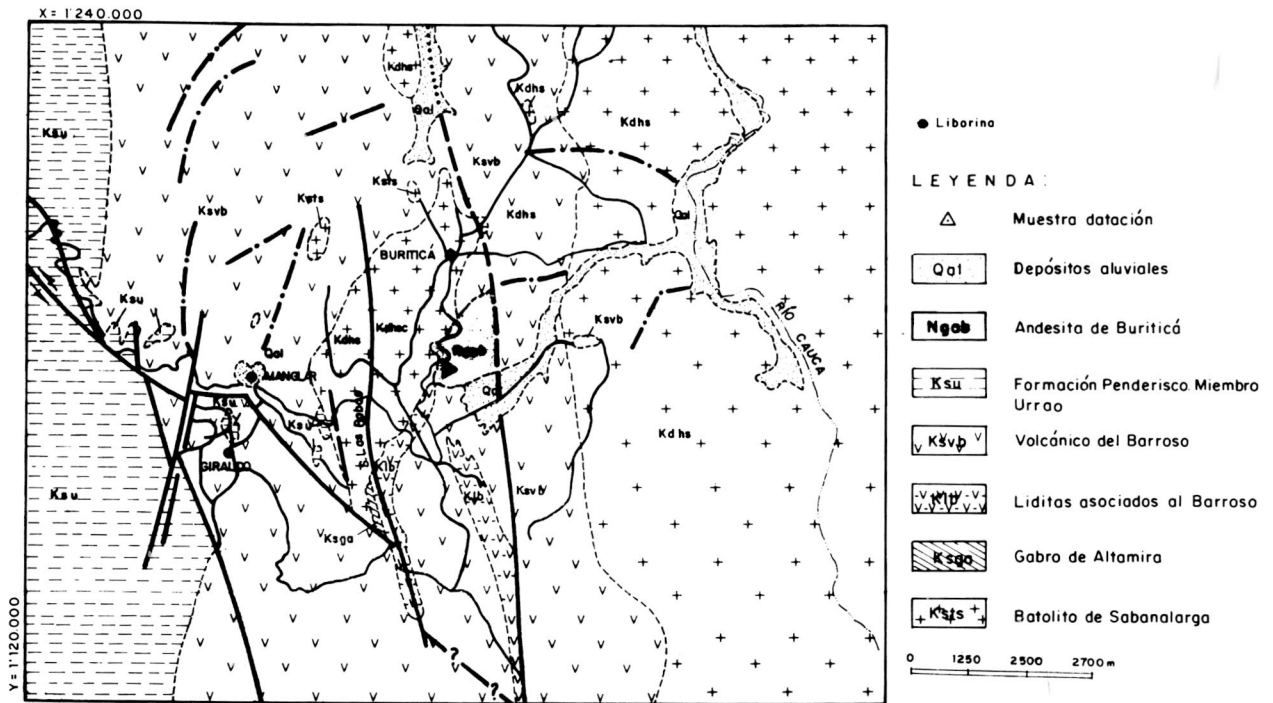


Fig. 4. Esquema geológico generalizado de la Andesita de Buriticá (Modificado de ALVAREZ & GONZÁLEZ 1978)

Antioquia y Caldas en la Cordillera Central. Su extensión aproximada es de 23 km²; es alargado en dirección norte-sur, y se encuentra intruido por los pórfidos andesíticos de La Pintada y cubierto por la Formación Amagá (Fig. 5).

Está constituido principalmente por una diorita piroxénica con variaciones a tonalita y granodiorita y diques pegmatíticos que cortan el cuerpo principal. Su textura es hipidiomórfica granular que varía de equigranular a inequigranular, en algunas zonas formando texturas porfíricas, de color gris medio moteado. Compuesta principalmente por plagioclasa intermedia y augita, muestra, en general, alteración propílica con epidotización y carbonatación del piroxeno original.

Descripción de la muestra

Localización: Quebrada Cambumbia 500 m antes de su desembocadura al Río Cauca.

Roca diorítica rica en cuarzo, fanerítica de grano fino equigranular, de color gris moteado con textura hipidiomórfica inequigranular; la plagioclasa es euhedral a subhedral empolvada por alteración a saussurita y restos de maclas según Carlsbad, de composición andesina; el cuarzo aparece como mineral caracterizante mezclado con la plagioclasa; presenta abundantes microinclusiones de opacos y extinción ondulatoria; el ferromagnesiano predo-

minante corresponde a augita diopsídica reemplazada hacia los bordes por anfíbol uralítico. Como minerales accesorios se encuentran biotita posiblemente secundaria, esfena, circón y pirita. Escasa clorita y epidota aparecen como producto de alteración de clinopiroxeno. La composición modal del cuerpo se indica en la Tabla 5.

Tabla 5. Composición modal basada en el conteo de 1000 puntos sobre una sección delgada standard

Plagioclasa	60.4%
Cuarzo	10.6%
Clinopiroxeno	16.9%
Anfíbol uralítico	9.4%
Biotita	1.3%
Pirita	0.8%
Esfena	0.1%
Clorita	1.3%
Circón	Trazas
Clasificación : Diorita cuarzosa	

EDAD: La edad obtenida 113 ± 3 m.a corresponde al intervalo Aptiano-Albiano en la tabla del tiempo geológico de VAN EYSINGA (1987).

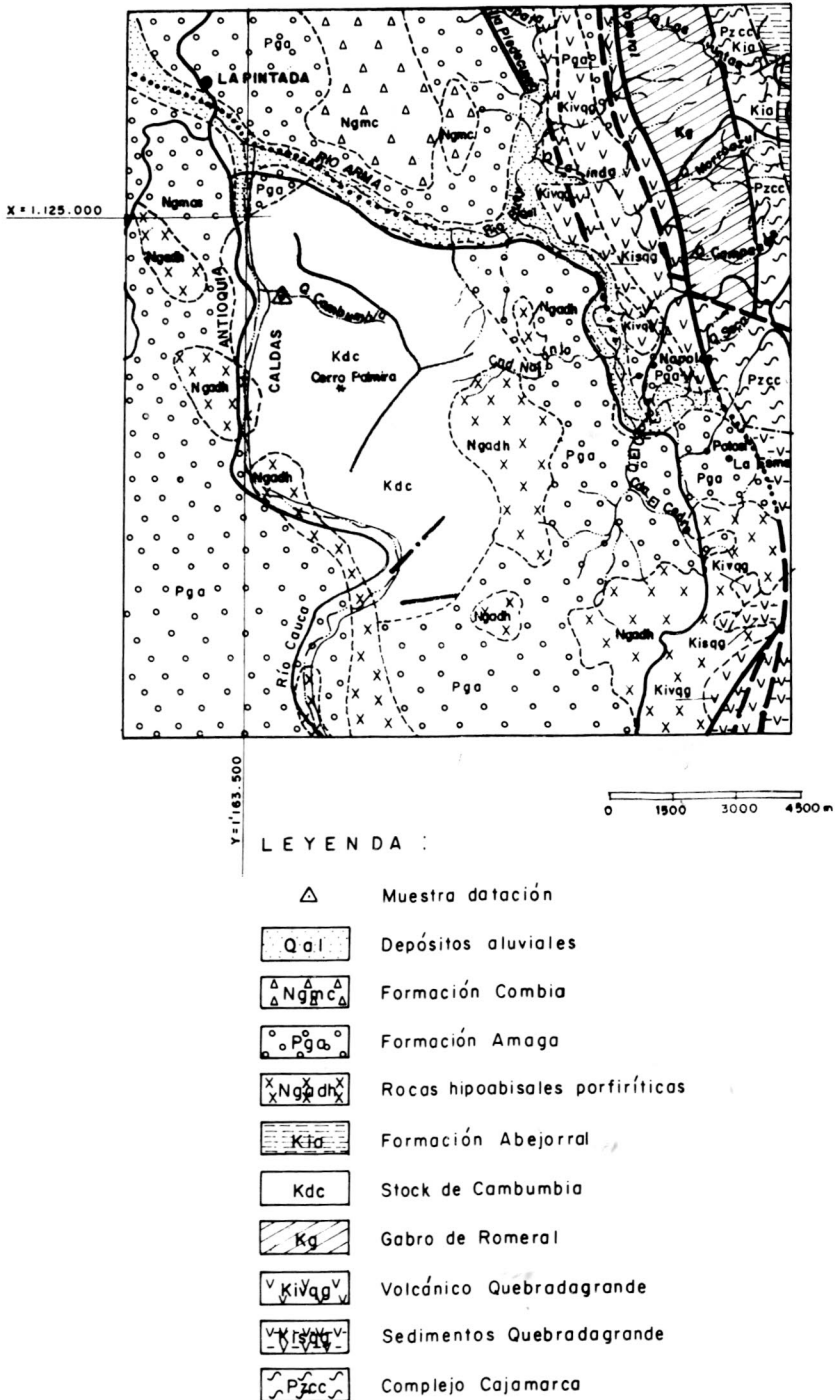


Fig. 5. Esquema geológico regional del Stock de Cambumbia (Modificado de CALLE & GONZÁLEZ 1983).

STOCK DE IRRA

Cuerpo definido por MOSQUERA (1978) y CALLE & GONZÁLEZ (1983);

toma su nombre de la población de Irra en el Departamento de Risaralda. Se encuentra localizado entre el flanco oriental de la Cordillera Occidental

y el occidental de la Central (Fig. 6). Intruye diabasas de una secuencia volcánica básica correlacionable con el Volcánico del Barroso y está cubierto por los sedimentos de la Formación Amagá (ESTRADA & VIANA, en preparación).

Es un cuerpo de composición monzodiorítica principalmente de grano medio, estructura masiva y variaciones composicionales de monzodiorita piroxénica a sienita, diorita piroxénica y gabro. Este cuerpo, por correlación con los stocks de Támesis y Buga, ha sido considerado de edad Cretácico pero en trabajos anteriores (MOSQUERA 1978) había sido considerado más joven, probablemente Terciario.

Descripción de la muestra

Localización: Ferrocarril Pacífico (Irra-El 41) km 2.9 sobre quebrada sin nombre.

Roca monzonítica pobre en cuarzo, fanerítica de grano medio, maciza de color gris claro a crema moteada de negro, con textura hipidiomórfica inequigranular, constituida por ortoclasa anhedral a subhedral por lo general no maclada, ligeramente perfitica y empolvada por argilización; plagioclasa euhedral a subhedral de composición An₃₆ maclada según Albita-Carlsbad y Albita, ligeramente zonada con argilización más notoria hacia el núcleo de los cristales; el cuarzo se encuentra como accesorio y las relaciones texturales indican una cristalización tardía; el ferromagnesiano predominante corresponde a un clinopiroxeno, augita prismática de color verde pálido a incoloro con birrefringencia media; biotita en láminas pleocroicas de amarillo a pardo rojizo aparece asociada al clinopiroxeno y ocasionalmente dispersa entre los feldespatos. Como accesorios se encuentran magnetita, esfena, apatito, circón y epidota, esta última posiblemente secundaria. La composición modal del cuerpo se indica en

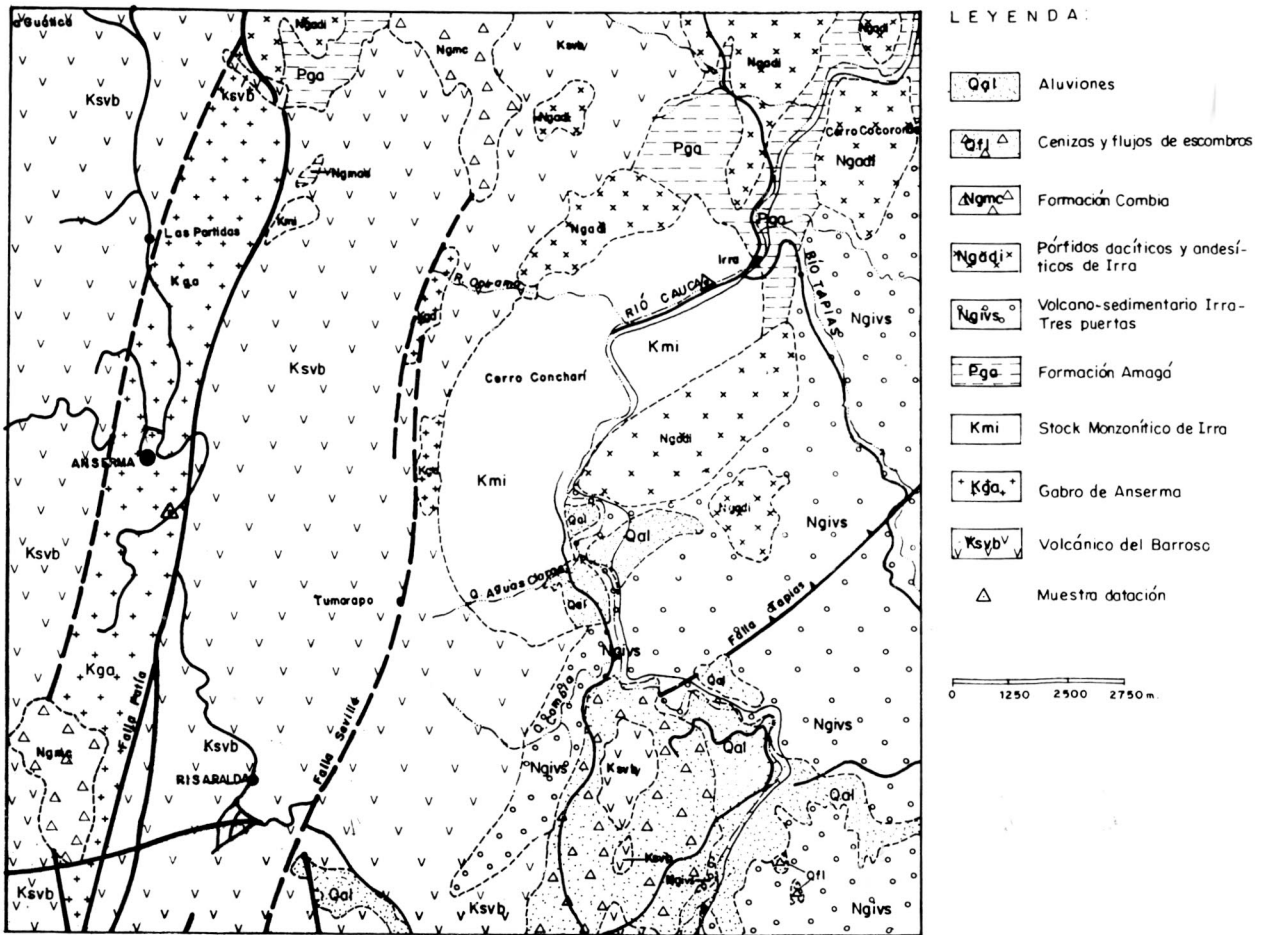


Fig. 6. Esquema geológico generalizado del Stock de Irro y Gabro de Anserma (Modificado de ESTRADA & VIANA, en preparación).

la Tabla 6.

GABRO DE ANSERMA

Definido por GONZÁLEZ (1993a), corresponde a un cuerpo tabular alargado en dirección norte-sur con una extensión aproximada de 36 km² que aflora en los alrededores del Municipio de Anserma (Fig. 6). La roca predominante es un gabro que varía entre lherzolita, troctolita, gabronorita olivínica y gabro saussurítico. Su estructura es masiva, con texturas de mosaico, alotriomórfica hasta hipidiomórfica. Está compuesta por plagioclasa y clinopiroxeno, olivino, ortopiroxeno y anfíbol (ESTRADA & VIANA, en preparación).

Se encuentra al parecer en contacto fallado en su parte oriental con las rocas básicas tipo Formación Barroso; su contacto occidental no es claro y en su gran mayoría se encuentra cubierto por depósitos recientes (ESTRADA & VIANA, en preparación)

Tabla 6. Análisis modal basado en el conteo de 600 puntos sobre una sección delgada standard

Plagioclasa	54.3%
Ortoclasa	25.3%
Cuarzo	0.8%
Clinopiroxeno	12.9%
Biotita	5.04%
Esfena	0.3%
Opacos	0.9%
Epidota	0.3%
Apatito	0.1%
Circón	Trazas
Clasificación: Monzodiorita augítica	

EDAD: La edad obtenida de 97 ± 10 m.a. (Tabla 1) corresponde al intervalo Albiano-Turoniano según la tabla del tiempo geológico de VAN EYSINGA (1987).

Descripción de la muestra

Localización: Carretera Anserma – La Isla sobre Quebrada Cauyá.

Roca de composición gabroide, fanerítica equigranular de color gris oscuro a negra con tinte verdoso, de textura idiomórfica, constituida por plagioclasa euhedral, incolora limpia por lo general, no zonada con bordes más sódicos que el núcleo, bien maclada según Albita, Albita–Carlsbad y Periclina y de composición An_{66} en macla de Albita–Carlsbad; el clinopiroxeno corresponde a augita–augita diopsídica de color verde muy pálido, fresco, en cristales prismáticos cortos de birrefringencia media; hipersteno pleocroico de incoloro a rosado pálido, aparece en islas entre cristales de plagioclasa; presenta extinción paralela y birrefringencia media. Como caracterizante aparecen cristales dispersos de espinela de color verdoso y los minerales accesorios son opacos y esfena. La composición modal del cuerpo se indica en la Tabla 7.

Tabla 7. Análisis modal basado en el conteo de 600 puntos sobre una sección delgada standard

Plagioclasa	53.9%
Clinopiroxeno	35.6%
Ortopiroxeno	7.3%
Espinela	1.3%
Opacos	1.9%
Esfena	Trazas
Clasificación: Norita piroxénica	

EDAD: La edad obtenida de 71 ± 2.7 m.a (Tabla 1) corresponde al intervalo Campaniano-Maastichtiano según la tabla del tiempo geológico de VAN EYSINGA 1987.

PLUTON DE MISTRATO

Definido por CALLE & GONZÁLEZ (1983) cerca a la población de Mistrató en el Departamento de Risaralda de donde recibe su nombre (Fig. 7). Es un cuerpo de forma alargada en dirección norte-sur; los mejores afloramientos se encuentran en las quebradas Cementerio y Sutú en el Departamento de Caldas.

Está constituido por facies tonalíticas, dioríticas y gabroides con texturas hipidiomórfica, alotriomórfica y hasta porfirítica en la facies tonalítica (CALLE & GONZÁLEZ 1983). Intruye las rocas volcánicas de la Formación Barroso y al oriente está cubierto en discordancia por rocas de la Formación Combia. Es correlacionado por su posición tectónica y geográfica con el Batolito de Sabanalarga (GONZÁLEZ 1993b).

Descripción de la muestra

Localización: Carretera Puente Umbria–Mistrató, km 3.2.

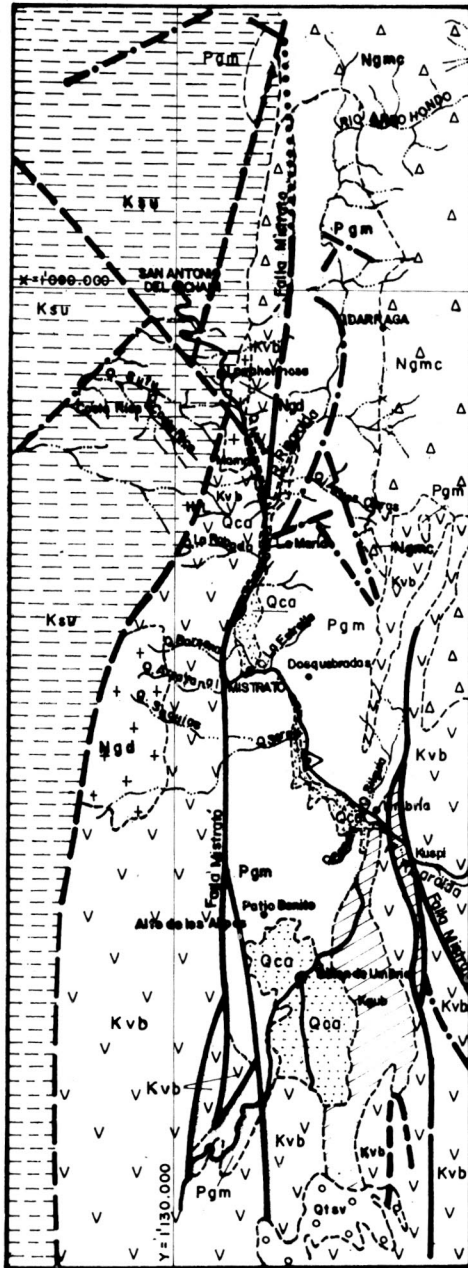
Roca diorítica cuarzosa fanerítica de grano medio equigranular, color moteado gris medio y negro con textura hipidiomórfica, constituida por cuarzo anhedral ligeramente deformado y empolvado, en parte mezclado con plagioclasa y en parte intersticial entre esta; plagioclasa de composición An_{44-46} empolvada por argilización incipiente y por lo general zonada y maclada según Albita, Albita–Carlsbad; hornblenda subhedral pleocroica de x=verde pálido, y=verde parduzco, z=pardo verdoso aunque es notoria en muchos cristales la menor intensidad de la coloración hacia los bordes, posiblemente como resultado de uralitización.

La biotita aparece subordinada al anfíbol en láminas delgadas flexionadas con cloritización a lo largo de los planos de clivaje, formándose esfena como producto residual en agregados de cristales muy finos y en polvo. Como accesorios se encuentran minerales opacos diseminados y asociados a ferromagnesianos, apatito en cristales prismáticos, circón en parte incluido en biotita con débil halo pleocroico. Clorita y sericita se encuentran como minerales de alteración de hornblenda y plagioclasa respectivamente. La composición modal del cuerpo se indica en la Tabla 8.

Tabla 8. Análisis modal basado en el conteo de 800 puntos sobre una sección delgada standard

Plagioclasa	65.3%
Ortoclasea	0.9%
Cuarzo	8.9%
Hornblenda	21.4%
Biotita	0.9%
Apatito	0.1%
Clorita	0.9%
Sericita	0.2%
Esfena	0.1%
Opacos	1.3%
Circón	Trazas
Clasificación: Cuarzodiorita	

EDAD: La edad obtenida de 46 ± 7 m.a. (Tabla 1) corresponde al Eoceno según la tabla del tiempo geológico de VAN EYSINGA (1987).



LEYENDA :

- Δ Muestra datación
 - Qca Depósitos Cuaternarios
 - °Ofsy° Depósitos volcano-sedimentarios
 - △ Ngmc △ Formación Combia
 - + Ngd + Pórfidos Dacíticos
 - Pgm Plutón de Misstrató
 - Ksu Formación Penderisco, Miembro Urrao
 - ▽ Kvb ▽ Volcánico del Barroso
 - Ksp Ultramafitas de Puente Umbría - La Isla
 - Kgb Gabros de Belén de Umbría
- 0 2500 5000 7500 m

Fig. 7. Esquema geológico regional del Plutón de Misstrató (Modificado de CALLE & GONZÁLEZ 1983; ESTRADA & VIANA, en preparación).

BATOLITO DE BUGA

Cuerpo definido por NELSON (1957), aflora en las estribaciones occidentales de la Cordillera Central entre esta cordillera y el Valle del Cauca con una extensión aproximada de 200 km² (Fig. 8).

Su composición es la de un granitoide calco-alcálico que varía de cuarzdiorita hornbléndica a tonalita y diorita hornbléndica hacia la zona de contacto. Su textura es

hipidiomórfica de grano medio con cristales gruesos y presencia de hornblenda y biotita, plagioclasa labradorita-andesina a oligoclasa (NIVIA 1991).

Este cuerpo intruye el Complejo de Ginebra, así como la Formación Amaime del Jurásico-Cretácico Inferior y está limitado al oriente por la Falla Guabas-Pradera (NIVIA 1991). Se han obtenido edades radiométricas de 113 ± 10 m.a. K-Ar en hornblenda (TOUSSAINT *et al.* 1978) y Rb-Sr en biotita de 99 ± 4 m.a. (BROOK 1984) pero deben conside-

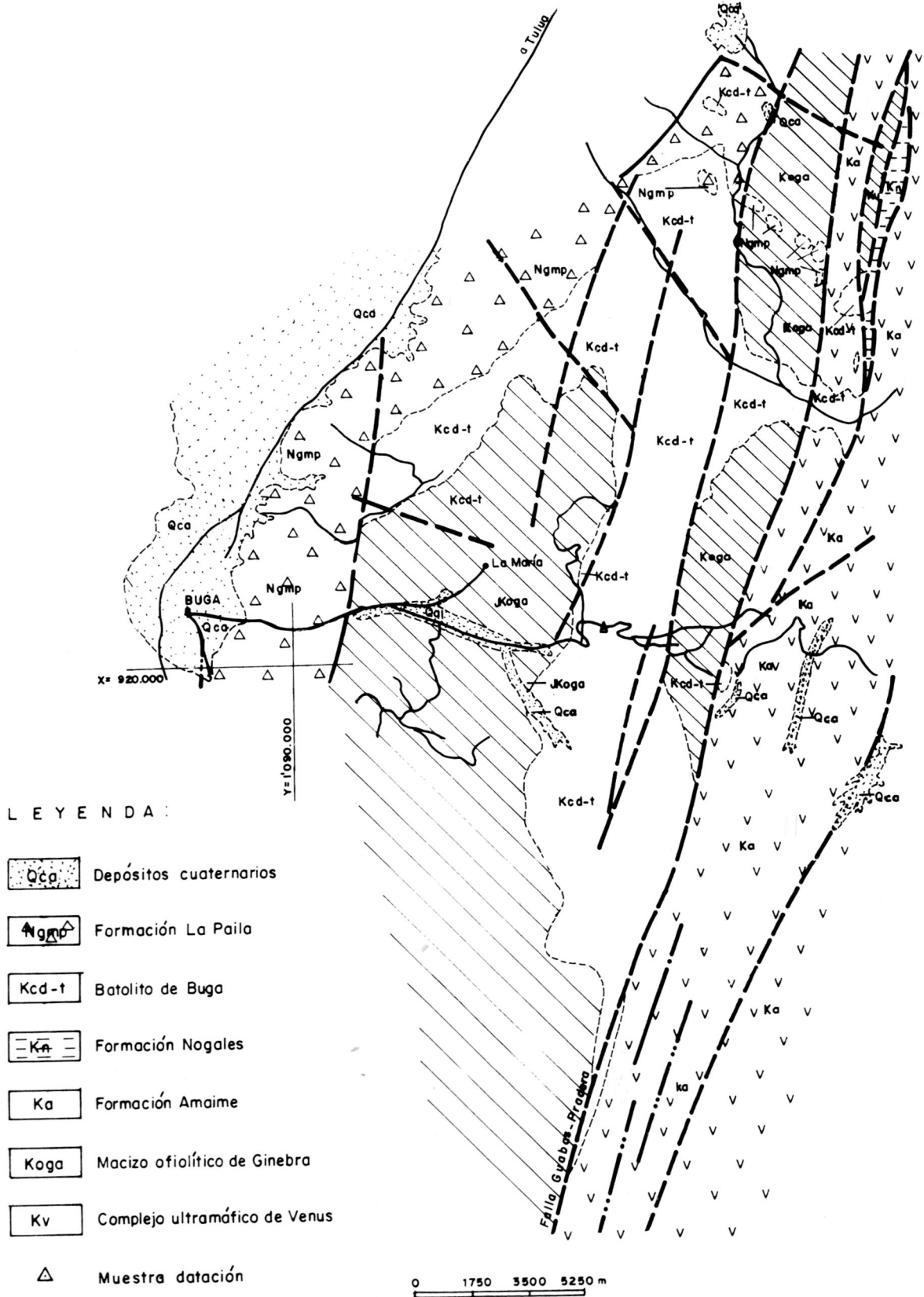


Fig. 8. Esquema geológico generalizado del Batolito de Buga (Modificado de McCourt et al. 1984).

rarse con precaución debido al tectonismo presente en el área. McCOURT *et al.* (1984) consideran que este cuerpo fue intruido en un rango de tiempo anterior a 100 m.a.

Descripción de la muestra

Localización: Río Guadalajara.

Roca fanerítica, hipidiomórfica equigranular de grano medio, color moteado gris claro y negro constituida por cuarzo anhedral, incoloro, limpio, ligeramente deformado con extinción ondulatoria débil; ortoclasa anhedral no maclada intersticial entre cristales de plagioclasa y cuarzo y a veces ligeramente perfitica; la plagioclasa es euhedral, por lo general zonada con núcleo de composición An_{40-42} y bordes más sódicos, An_{32-30} . La hornblenda presenta una coloración no uniforme con bordes de color verde y núcleo verde oscuro a pardo verdoso; la biotita, en gran parte intercrecida en bordes de hornblenda, es de color pardo con pleocroismo a amarillo pálido y presenta cloritización incipiente. Los accesorios corresponden a opacos, apatito, circón y esfena. La composición modal del cuerpo se indica en la Tabla 9.

Tabla 9. Composición modal basada en el conteo de 1000 puntos sobre una sección delgada standard

Cuarzo	25.3
Ortosa	1.6
Plagioclasa	51.2
Hornblenda	16.1
Biotita	5.0
Opacos	0.7
Esfena	0.1
Apatito	Trazas
Circón	Trazas
Clasificación: Tonalita	

EDAD: La edad obtenida de 96 ± 4.1 m.a. (Tabla 1) corresponde al intervalo Albiano – Cenomaniano en la tabla del tiempo geológico de VAN EYSINGA (1987).

DISCUSION DE EDADES

Las edades K/Ar obtenidas para los plutones de Sabanalarga, Cambumbia y Buga se encuentran en el rango de edades que se han conocido para estos cuerpos en trabajos anteriores y recopiladas por MAYA (1992). La edad establecida para el Stock de Irra permite plantear la continuidad de un cinturón magmático del Cretáceo Inferior que se extiende a lo largo del flanco occidental de la Cordillera

Central, y en especial en el Graben del Cauca, desde el norte de Antioquia hasta los Departamentos de Cauca y Nariño.

La edad del Stock de Irra, 97 ± 10 m.a. y su relación con las rocas volcánicas básicas del Volcánico del Barroso cartografiadas por ESTRADA & VIANA (en preparación) permite establecer una edad mínima del Cretáceo Inferior-tardío para éstas, pues son claras las relaciones intrusivas con el Stock de Irra con desarrollo de cornubianitas básicas; esta edad concuerda con la obtenida paleontológicamente para las rocas básicas con sedimentitas intercaladas en la región de Buriticá y asignadas al Aptiano–Albiano (ETAYO *et al.* 1980). Lo anterior implica que el vulcanismo básico comienza en el Cretáceo Inferior cubriendo, tanto el flanco occidental de la Cordillera central con el Complejo Quebradagrande y la Formación Amaime, como el oriental de la Cordillera Occidental con el Volcánico del Barroso.

La edad obtenida para el Gabro de Anserma, 71 ± 2.7 m.a., es más joven que la de las rocas volcánicas básicas a las cuales se encuentra relacionado, y para TOUSSAINT (1996) correspondería a la de un evento térmico que se marca hacia finales del Cretáceo tanto en las vulcanitas como posiblemente en las plutonitas de este sector de la cordillera y no a la edad de cristalización de las rocas gabroides.

El Plutón de Mistrató es una intrusión compuesta con predominio de facies tonalíticas hacia la parte central del cuerpo y facies gabroides hacia el borde. Localmente cortado por fallas en cercanías a Puente Umbría, poniéndolo en contacto con ultramafitas serpentinizadas. La presencia de xenolitos de gabro en la facies tonalita indica que el gabro fue la primera fase en ser emplazada. La edad obtenida para este cuerpo, 46 ± 7 m.a. indicaría que hace parte del evento plutónico paleógeno; sin embargo, su relación espacial íntima con las rocas volcánicas básicas del Barroso, sus características geoquímicas (NIVIA, comunicación verbal) y su posición regional en el flanco este de la Cordillera Occidental, indica una posible relación genética con éstas similar a la encontrada para los stocks gabroides asociados a la Formación Volcánica (ASPDEN 1984; ASPDEN & McCOURT 1986; NIVIA 1991) y serían hacia el este más antiguos, posiblemente del Cretáceo Superior temprano. La edad obtenida correspondería a un evento tectometamórfico reflejado por una estabilización isotópica.

La edad obtenida para el Stock de Nudillales refleja el ciclo magmático del Paleógeno registrado en la Cordillera Occidental en el Batolito de Mandé y cuerpos asociados sobre el flanco oeste de la Cordillera Occidental y que corresponde a un plutonismo calco–alcalino de composición tonalítica predominante y facies subordinadas monzoníticas y gabroides y una fase tardía subvolcánica carac-

terizada por la presencia de pórfidos dacíticos y andesíticos a la cual se relacionan mineralizaciones diseminadas de Cu-Mo y localmente de Cu-Au (SILLITOE *et al.* 1982). El Plutón de Nudillales presenta localmente una alteración hidrotermal intensa con sulfuros de Cu diseminados.

La Andesita de Buriticá constituye un plutón hipoabisal de composición intermedia caracterizado por una alteración hidrotermal intensa y por mineralizaciones auríferas explotadas desde la colonia (POVEDA 1981). Este cuerpo difiere texturalmente de las rocas características del Stock de Buriticá (GONZÁLEZ 1997) al cual se encuentra relacionado espacialmente. La edad obtenida, 43.8 ± 4.3 m.a. es mucho más joven que las reportadas para este stock (MAYA 1992), lo cual descarta la posible relación genética entre ambos cuerpos; a su vez esta edad es más antigua que las encontradas en los cuerpos hipoabisales de composición y características texturales similares localizados hacia el oriente o a lo largo de la depresión del Cauca entre Antioquia y Caldas, por lo cual tampoco es probable una relación genética con estos cuerpos. La edad reportada está en el rango del evento plutónico paleógeno que caracteriza el flanco occidental de la Cordillera Occidental representado por el Batolito de Mandé y las facies subvolcánicas relacionadas; pero en este caso, no hay una relación espacial y más bien parecen corresponder a dos cuerpos independientes sin una aparente relación genética.

La distribución espacio-temporal del plutonismo en el occidente colombiano permite establecer la existencia de cinco episodios de actividad plutónica: Triásico (240-210 m.a.), Jurásico (210-140 m.a.), Cretácico (125-70 m.a.) y Paleógeno (60-30 m.a.) (ASPDEN *et al.* 1987; MAYA 1992). Este plutonismo, en términos generales, migra de este a oeste con el tiempo.

De estos cinturones plutónicos las edades obtenidas confirman la existencia de dos de ellos: El Cretácico entre las cordilleras Central y Occidental a lo largo del Graben del Cauca y el del Paleógeno sobre la Cordillera Occidental, confirmando la migración del plutonismo hacia el occidente con el tiempo.

El ciclo del Cretácico está representado por intrusivos como el Batolito de Buga, los stocks de Irra y Cambumbia, el Batolito de Sabanalarga y el Plutón de Buriticá con edades en el intervalo 85-115 m.a., pero que considerando todos los cuerpos localizados a lo largo del flanco occidental de la Cordillera Central estarían en el rango 119-70 m.a. con un predominio de valores en el rango 100-70 m.a. (ALVAREZ 1983; MAYA 1992). En general son granitoides calco-alcalinos tipo I de composición tonalita-granodiorita, excepto el cuerpo de Irra que presenta facies más alcalinas con monzonitas y cuarzomonzonitas. No presentan mineralizaciones, aunque algunos como el Batolito de Buga son fuentes probables de mineralizaciones de oro asociadas con la zona de contacto. Estos plutones representan

actividad plutónica asociada a zonas de subducción.

El Gabro de Anserma se encuentra sobre la Cordillera Occidental, un poco al occidente del cinturón plutónico del Cretácico, pero la edad obtenida de 71 ± 2.7 m.a. concuerda con el lapso final de este ciclo magmático aunque no es claro el significado real de esta edad, pues podría representar un evento térmico que se registra en otras unidades litológicas en el área (TOUSSAINT 1996). Sin embargo, es claro que aunque en parte sus contactos con las rocas volcánicas básicas son fallados, localmente hay evidencias de un contacto intrusivo que indicaría un evento plutónico posterior a los derrames basálticos que originaron el complejo volcánico del flanco oriental de la Cordillera Occidental y que en esta región correspondería al Volcánico del Barroso.

Las relaciones entre el magmatismo y el evento magmático que se desarrolló entre el Albiano y el Cenomaniano no son claras, pues, en efecto, algunos cuerpos parecen haberse intruido antes del evento tectónico mientras que otros serían sin o tardi-tectónicos. Los cuerpos que han dado edades más antiguas, como el de Buga, no están deformados mientras que otros aparentemente más jóvenes como el de Sabanalarga y Cambumbia presentan formas alargadas y por sus estructuras internas, parecen haberse emplazado durante un evento tectónico.

El ciclo plutónico del Paleógeno está representado en la Cordillera Occidental especialmente por el Batolito de Mandé el cual, por la edad obtenida, estaría relacionado temporal y posiblemente en su génesis con el Stock de Nudillales. Estos cuerpos harían parte del cinturón de pórfidos cupríferos eocenos occidentales de SILLITOE *et al.* (1982). Estos plutones son de composición calco-alcalina de tipo I variando en composición entre monzodioritas y tonalitas y facies de borde, más básicas localmente.

El Gabro de Anserma, el Plutón de Mistrató, la Andesita de Buriticá y el Stock de Nudillales representarían, en la Cordillera Occidental, el ciclo plutónico del Paleógeno, pero de éstos sólo el cuerpo de Nudillales presenta una relación espacial clara con el Batolito de Mandé; los cuerpos de Anserma y Mistrató se encuentran al oriente de este batolito y sus edades podrían reflejar más bien un evento tectono-térmico y no el de cristalización magmática. La Andesita de Buriticá podría corresponder a una fase subvolcánica tardía del Stock de Buriticá, cuya edad ha sido modificada por los procesos de alteración hidrotermal que caracterizan este cuerpo.

REFERENCIAS

- ALVAREZ, E. & GONZALEZ, H. (1978): Geología y Geoquímica del Cuadrángulo I-7 (Urrao).- Ingeominas. Informe 1761. 347 p. Mapa escala 1:100.000. Medellín.
- ALVAREZ, J., (1983): Geología de la Cordillera Central y el Occi-

- dente Colombiano y petroquímica de los intrusivos granitoides Meso-Cenozoicos.- Boletín Geológico Ingeominas, volumen 26 (2), p 1-175. Bogotá.
- ASPDEN, J. & McCOURT, W. (1986): Low K granitoids from West Cordillera of Colombia.- *Geología Norandina*. 10, p 19-27. Bogotá.
- ASPDEN, J. (1984): The geology of the Western Cordillera, department of Valle, Colombia (sheets 261, 278, 279, 280 and 299).- Ingeominas – Misión Británica. Report N° 4. Cali.
- ASPDEN, J.; McCOURT, W & BROOK, M. (1987): Geometrical control of subduction-related vulcanism: The Mesozoic and Cenozoic plutonic history of western Colombia.- *Journal of Geological Society*, London, 144, p. 893-905.
- BROOK, M. (1984): New radiometric age data from S.W. Colombia.- Ingeominas-Misión Británica, Report 10, Cali.
- CALLE, B. & GONZALEZ, H. (1983): Geología y geoquímica de la Plancha 186 (Riosucio), escala 1:100.000.- Ingeominas informe 1878, 173 p. Bogotá.
- ESTRADA, J. & VIANA, R. (en preparación): Geología de la Plancha 205 Chinchiná, mapa geológico escala 1:100.000.- Ingeominas.
- ETAYO *et al.* (1983): Mapa de terrenos geológicos de Colombia.- *Publicación Geológica Especial Ingeominas*. 14 (I), p. 1-235. Bogotá.
- ETAYO, F.; GONZALEZ, H. & ALVAREZ, E. (1980): Mid-Albian ammonites from northern western cordillera, Colombia.- *Geología Norandina* 2, p. 25-30. Bogotá.
- GONZALEZ, H. (1976): Geología del Cuadrángulo J-8 (Sonsón).- Ingeominas. Informe 1704. 421 p. Medellín.
- _____ (1993a): Mapa geológico del departamento de Caldas, escala 1:250.000. Memoria explicativa. Ingeominas, 62p. Santafé de Bogotá.
- _____ (1993b): Mapa geológico generalizado del departamento de Risaralda.- Memoria explicativa. Ingeominas.
- _____ (1997): Mapa geológico del departamento de Antioquia, escala 1:400.000. Memoria explicativa.- Ingeominas, informe 2199, 232 p. Santafé de Bogotá.
- GONZALEZ, H.; RESTREPO, J. & TOUSSAINT, J. (1978): Edad radiométrica K/Ar del Batolito de Sabanalarga.- *Publicación Especial Geología*, Universidad Nacional. 8, p. 1-5. Medellín.
- HALL, R.; ALVAREZ, J. & RICO, H. (1972): Geología de los departamentos de Antioquia y Caldas (Subzona II-A).- *Boletín Geológico Ingeominas*, volumen 20 (1), p. 1-85. Bogotá.
- INGEOMINAS (1979): Mapa geológico del departamento de Antioquia, escala 1:500.000.- Bogotá.
- MAYA, M. (1992): Catálogo de dataciones isotópicas en Colombia.- *Boletín Geológico Ingeominas*, volumen 32 (1-3), p. 127-188. Santafé de Bogotá.
- McCOURT, W.; ASPDEN, J. & BROOK, M. (1984): New geological and geochronological data from the Colombian Andes: continental growth by multiple accretion.- *Journal of Geological Society*. 141, p. 831-845. London.
- MOSQUERA, D. (1978): Geología del Cuadrángulo K-8, informe preliminar.- Ingeominas, informe 1763, p. 1-63. Bogotá.
- NELSON, H. (1957): Contribution to the geology of the Central and Western Cordillera of Colombia in the sector between Ibagué and Cali. *Leidse.- Geol. Medel.*, (Leyden). 22, p 1-76.
- NIVIA, A. (1991): Mapa geológico generalizado del departamento del Valle, memoria explicativa.- Ingeominas, Cali.
- POVEDA, G. (1981): Minas y mineros de Antioquia.- Ediciones Banco de la República, 173 p. Bogotá.
- SILLITOE, R.; JARAMILLO, L.; DAMOND, P.; SHAFIQUILLA, H.; & ESCOVAR, R. (1982): Setting, characteristics and age of the Andean Porphyry Cooper Belt in Colombia.- *Economic Geology*. 77, p. 1837-1850.
- TOUSSAINT, J. (1996): Evolución geológica de Colombia, Cretácico.- Universidad Nacional de Colombia, 277 p. Medellín.
- TOUSSAINT J.; GONZALEZ, H.; RESTREPO, J. & LINARES, E. (1978): Edades K/Ar de tres rocas metamórficas del flanco noroccidental de la Cordillera Central.- *Publicación Especial Geológica*, Facultad de Ciencias, volumen 14, 7 p. Medellín.
- TOUSSAINT, J. & RESTREPO, J. (1988): Son alóctonos los Andes Colombianos ?.- *Revista I.C.N.E. Universidad Nacional*, volumen 1, p 17 - 41. Medellín.
- VAN EYSINGA, F. (1987): *Geological Time Table*. Fourth revised enlarged and update edition.- Elsevier, Amsterdam.

Manuscrito recibido, Junio de 1998