

# GENESIS GEOLOGICA Y MORFOLOGICA DE LA AMAZONIA, SUS IMPLICACIONES ACTUALES PARA EL DESARROLLO DE LA REGION

Por: *Guillermo Almeida L.* \*  
y *Michel Sourdat* \*\*

Conferencia presentada en el "Curso de capacitación ecológica", organizado por el Programa de Apoyo a las Comunidades Nativas de la Amazonía peruana.

Iquitos, noviembre de 1982

Los rasgos característicos de la Amazonía actual son el resultado de factores diversos, que se han ejercido por doquier, simultáneamente o sucesivamente a diversas escalas de tiempo y de espacio.

Para simplificar esta exposición distinguiremos los factores geodinámicos internos de los externos.

## I. LOS FACTORES GEODINAMICOS INTERNOS

En su origen, la desviación E-O del continente sudamericano provocó un choque entre su zócalo (el escudo guayano-brasileño) y la placa oceánica que tiende a hundirse hacia el Este. El frente de choque N-S corresponde más o menos al eje actual de los Andes. Las dos masas antagónicas fueron intensamente fracturadas a lo largo de este frente, lo que permitió al magma profundo ascender hacia la superficie.

Durante el Cretáceo (entre 140 y 60 M.A. b.p.(1) debió producirse una primera emergencia en el sitio actual de los Andes: un resalto o desnivel del escudo GB, identificado por un arco volcánico de intensa actividad. Esta emergencia produjo dos operaciones:

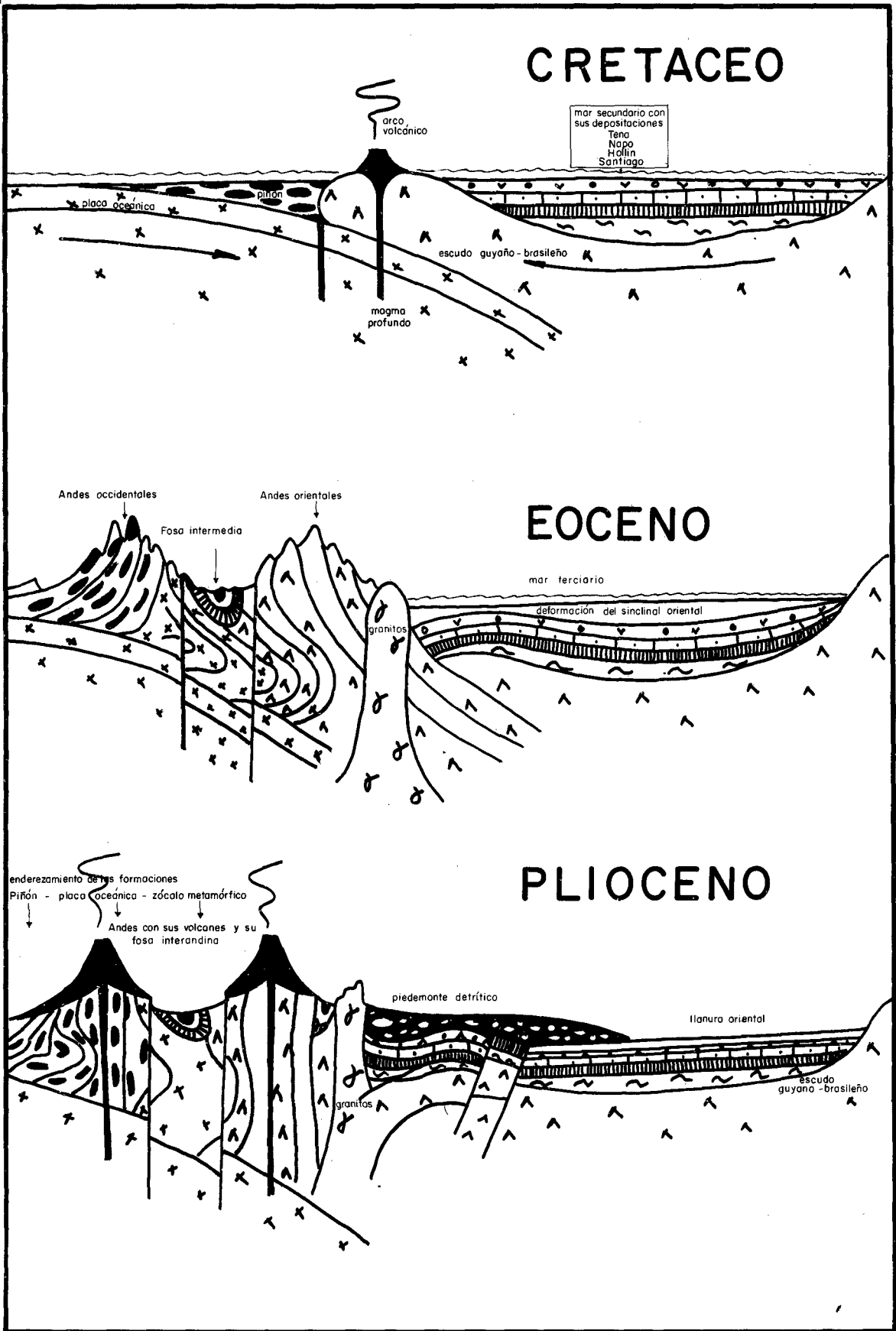
- Hacia el Oeste, un enorme complejo volcano-sedimentario **Piñón**, parcialmente formado en medio marino, depositado sobre la placa oceánica y que constituiría más tarde el "Zócalo" de los Andes occidentales y de la región costanera.
- Hacia el Este, el mar, en el cual se depositaron alternativamente desde el inicio de la era secundaria (200 M.A. b.p.), sedimentos marinos (formaciones **Santiago** y **Napo**) y continentales (**Hollín** y **Tena**). Estos últimos fueron alimentados por la erosión de los materiales granito-metamórficos del escudo GB.

Durante el Eoceno (entre 50 y 35 M.A. b.p.), un empuje vertical sustituye a los empujes laterales y provoca un primer levantamiento de los Andes. Separados por la fosa interandina estos emergen constituidos, tanto por bloques enderezados de la placa oceánica y del **Piñón** como por bloques del zócalo GB pedaceados por sedimentos secundarios y granitos del material magmático. Hacia el Este, el mar eoceno sustituye al mar cretáceo. El sinclinal comprendido entre los Andes y el escudo GB se deforma y se llena alternativamente de sedimentos continentales (**Tituyacu**) y marinos o lagunares.

\* PRONAREG - Ministerio de Agricultura y Ganadería, Quito, Ecuador.

\*\* ORSTOM - 24 rue Bayard, Paris - FRANCIA

(1) M.A. b.p. = Millones de años antes del presente.



Durante el Mio-plioceno (entre 25 y 1,5 M.A. b.p.), el paroxismo geológico se manifiesta por un nuevo empuje vertical, acompañado como siempre por fracturas, hundimientos y actividad volcánica. Las dos cordilleras se ubican definitivamente en su sitio, a ambos lados de la fosa interandina. El geosinclinal oriental, cuyo plegamiento había ya empezado, emerge dando nacimiento a las cordilleras subandinas y a los relieves del "frente de empuje".

Un último levantamiento plio-cuaternario que dura todavía, está acompañado de actividades sísmicas y eruptivas (FAUCHER y SAVOYAT, 1973).

Cada fase geodinámica provocó erosión, así como también la formación de conos de deyección, los cuales heredaron la naturaleza granítica, metamórfica o volcánica según los relieves de donde provienen. (En Ecuador, hay un predominio de cantos rodados y arenas andesíticas).

La alta Amazonía se constituyó pues, en el geosinclinal subandino, sobre los sedimentos continentales o marinos originados a la vez de los Andes que lo limitaban al Oeste o del escudo GB que lo limitaba al Este. Geográficamente, corresponde a la región drenada por el abanico fluvial comprendido entre el Putumayo y el Ucayali.

La Amazonía central se instaló en la fosa de hundimiento que separa el escudo guyano del brasileño, según una dirección OSO-ENE. Una intensa erosión fue el resultado de la orogénesis terciaria, a costa de los materiales graníticos y metamórficos de los zócalos (o de las areniscas continentales secundarias (Roraima) que cubren el escudo guyanés). Más exactamente, a costa de sus areniscas meteorizadas que se juntaron bajo la forma de una espesa cobertura areno-arcillosa, rica en cantos rodados de sílice y estratos de areniscas ferruginosas: la formación **Barreiras**. El curso medio del Amazonas y sus grandes afluentes drenan los escudos y entallan los depósitos **Barreiras**. Los afluentes del curso bajo drenan sobre todo las formaciones **Roraima** y **Barreiras**.

Resumiendo, con esta exposición se ha tratado de explicar algunos rasgos esenciales de la Amazonía actual:

- la **asimetría** que imprime esta cuenca de 700.000 Km<sup>2</sup> al continente (la línea divisoria de aguas se encuentra a menos de 100 Kms. del Pacífico y a más de 3.000 Kms del Atlántico; Iquitos, dominado por los 6.700 metros de altura de los Andes del Huascarán, se encuentra a no más de 100 metros de altura y, aún más, a unos 2.500 Kms de la desembocadura del Amazonas).
- la presencia de sedimentos marinos de origen "pacífico" y de sedimentos continentales de origen "guyano-brasileño" al Este de los Andes.
- la presencia de rocas volcánicas (o de origen volcánico) al pie de los Andes, por lo cual su potencial de fertilidad contrasta con la pobreza congénita del resto de la cuenca, cuyos materiales provienen de los zócalos.
- la presencia de los más diversos depósitos al nivel del sinclinal subandino hacia el cual han convergido los elementos traídos y/o disueltos tanto del mar antiguo, como de los Andes y de los zócalos.

La geodinámica interna nos indica la disposición inicial de los materiales profundos de los Andes y de la Amazonía. Hay pues que orientarse hacia la geodinámica externa para comprender la última disposición de los materiales superficiales y sobre todo la formación de los modelados.

## II. LOS FACTORES GEODINAMICOS EXTERNOS

### a. Generalidades

La geodinámica externa conjuga los efectos de 3 factores:

- la inestabilidad tectónica de la cual resultan los sismos y los derrames volcánicos;
- la inestabilidad climática de la cual resultan alternaciones de períodos fríos o cálidos, húmedos o secos;
- la inestabilidad glacio-eustática de la cual resultan las modificaciones del nivel marino y del nivel de base del sistema fluvial.

Entre los fenómenos glacio-eustáticos y climáticos existen varios tipos de correlaciones, las cuales deben ser establecidas para cada medio geográfico. En el medio amazónico, son los que constan en el cuadro sinóptico de la siguiente página.

Esos diversos fenómenos se encuadran en las nociones de biostasia y rhexistasia (ERHARD, 1967). Es importante anotar que la morfodinámica puede presentar su más intensa actividad no solamente durante el intermedio de las fases glaciares o interglaciares, sino también con ocasión de las inversiones de tendencias, por ejemplo: primeros deshielos o primeras sequías generalizadas, o inversión del sentido de variación del nivel de base marino y fluvial.

#### b. Aplicación a la Amazonía

Los testimonios o vestigios de la historia geoclimática y ecológica de la Amazonía estaban hasta principios de siglo enterrados bajo el agua y la selva. A este monstruo geográfico inmenso —sin medida en el espacio ni en el tiempo— no se le imaginaba ni edad, ni evolución.

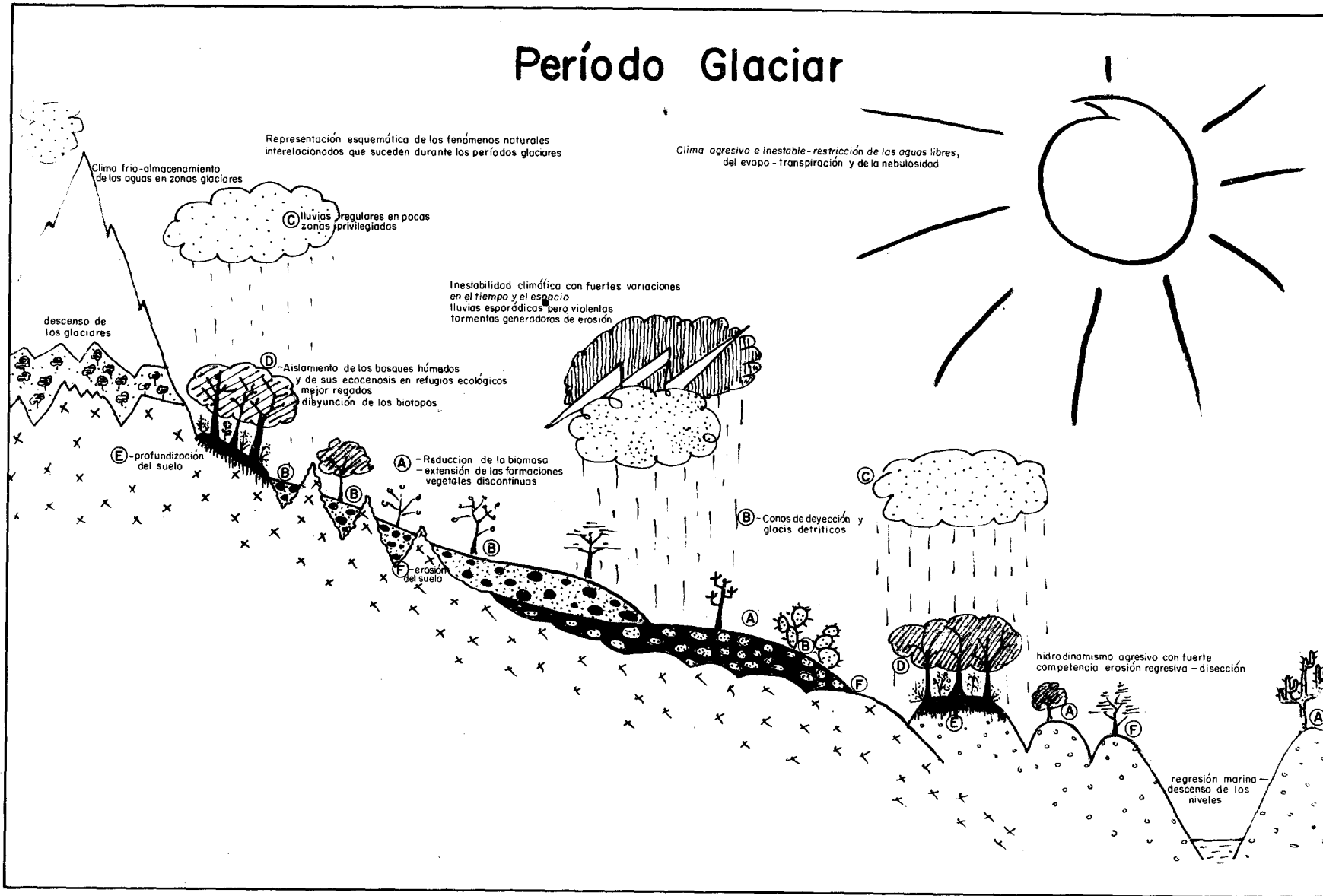
Los primeros avances en la comprensión geomorfológica de la región amazónica surgieron a raíz de estudios en los Andes, donde H. MEYER (1907), citado por BRUET, había reconocido los indicios de varias y antiguas extensiones de glaciares hasta altitudes bajas, particularmente en la vertiente amazónica. Asociando a estos sistemas glaciares sistemas de terrazas en el curso superior del río Pastaza, BRUET (1947, b, c, d) presintió su significación paleoclimática. Sin embargo, fue necesario el aporte de disciplinas y técnicas científicas modernas para captar de manera coherente y generalizada la sucesión de fenómenos a los cuales la Amazonía debe su evolución reciente y su aspecto actual.

En las cuencas del Orinoco, del San Francisco y del Amazonas, la teledetección (imágenes Radar y Landsat) ha revelado diversos rasgos morfológicos de regiones secas, incompatibles con las condiciones morfogenéticas actuales: inversiones de relieves, superficies encostradas, dunas, redes de cauces finamente disecadas, terrazas detríticas encajadas, cuencas endoreicas, etc. Estos fenómenos de orden climático han sido asociados a una sobreexcavación de origen glacio-eustático del Amazonas y de sus principales afluentes. Se ha concluido así que los procesos mecánicos de la morfogénesis en otra época fueron intensos (bajo climas más secos o más contrastados, en beneficio de una cobertura vegetal menos densa) y paralelos a un descenso del nivel oceánico que hizo que este se comunicara, por erosión regresiva, con los niveles fluviales.

Esas condiciones morfodinámicas agresivas habrían sido las del último glaciar, el Wurm (desde 50.000 años b.p.), o de sus fases frías-tardías, e igualmente de la gran regresión llamada *preflandrienne*. Esta última terminó hacia 12.000 años b.p., luego de haber alcanzado en diversos lugares del globo una profundidad de alrededor de 100 m. bajo el nivel actual del mar.

Los cauces excavados en los flancos de la formación Barreiras en la Amazonía Central, actualmente no son más funcionales, pero están frecuentemente invadidos por las aguas que los transforman en rías fluviales. Su disección fue an-

# Período Glaciar

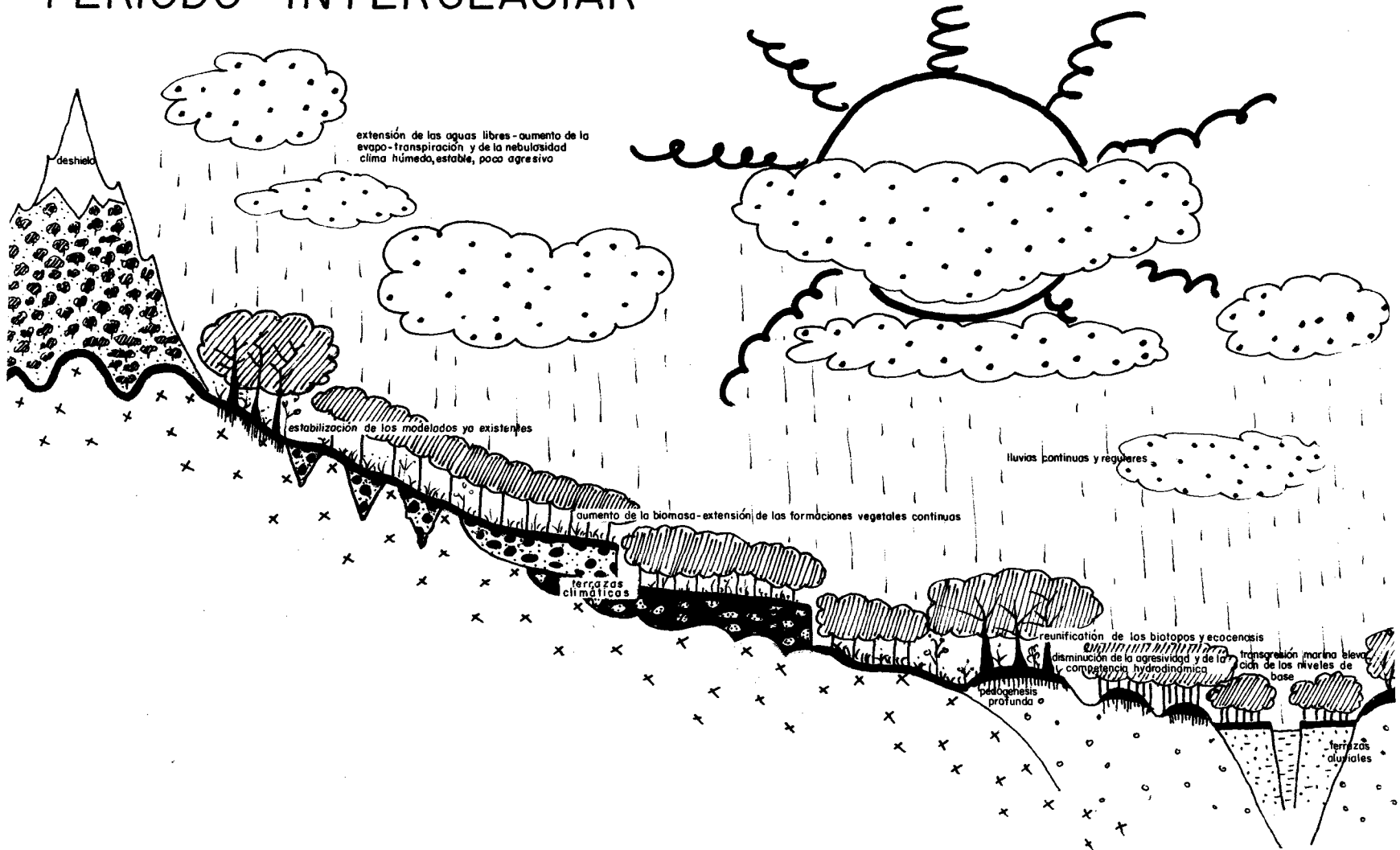


**CUADRO SINOPTICO DE LOS FENOMENOS GEODINAMICOS EXTERNOS QUE TIENDEN A PREDOMINAR EN LOS PERIODOS GLACIAR O INTERGLACIAR(1)**

GLACIAR	INTERGLACIAR
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Almacenamiento de las aguas en zonas glaciares: restricción de las aguas libres y de la evaporación.</li> <li>- Inestabilidad climática a corto plazo: fuertes variaciones interanuales, interestacionales o inmediatas, en el espacio y/o en el tiempo.</li> <li>- Lluvias violentas e irregulares.</li> <li>- Reducción de la biomasa: extensión de las formaciones vegetales discontinuas y/o caducifolias.</li> <li>- Regresión marina: descenso de los niveles de base -hidrodinamismo agresivo con fuerte competencia de la escorrentía.</li> <li>- Aguas arriba: erosión regresiva, disecación, escurrimientos difusos.</li> <li>- Aguas abajo: conos y glaciares detríticos depositados por exceso de carga -coluviones -llanuras de esparcimiento y terrazas climáticas.</li> <li>- Meteorización débil de los sustratos, fosilización y rejuvenecimiento de los suelos, "stone lines". Los edificios cristalinos son desechos por los cambios climáticos bruscos: los elementos solubles son movilizados, los esquióxidos están disponibles para una concentración tendiente al encostramiento.</li> <li>- Separación de los biotopos y biocenosis de la selva húmeda, aislados por espacios no forestales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deshielo: extensión de las aguas libres y aumento de la evaporación.</li> <li>- Estabilidad climática a corto plazo: disminución de las amplitudes meteorológicas y de los contrastes temporales y/o espaciales.</li> <li>- Lluvias regulares.</li> <li>- Aumento de la biomasa: extensión de las formaciones vegetales densas y/o sempervivientes.</li> <li>- Avance marino: elevación de los niveles de base -disminución de la agresividad y de la competencia hidrodinámica.</li> <li>- Aguas arriba: estabilización de los modelados ya existentes, escurrimientos concentrados e incisionados.</li> <li>- Aguas abajo: sedimentación en medio tranquilo por decantación o precipitación -llanuras y terrazas aluviales.</li> <li>- Fuerte y profunda meteorización de los sustratos, profundización de los suelos. Hidrólisis progresiva y desintegración de los edificios cristalinos previamente acondicionados en período glacial; lixiviación de los elementos solubles; individualización y solubilización del hierro y aluminio; eliminación de todo lo que no es retenido por el complejo órgano-mineral.</li> <li>- Unificación de los biotopos y biocenosis de la selva húmeda por medio de nuevos espacios forestales (no obligadamente idénticos a los precedentes).</li> </ul>

(1) Según TRICART (1966, 1975, 1977)

# PERIODO INTERGLACIAR



terior al ascenso *flandrien* del océano y de la red fluvial, ascenso que pudo manifestarse a partir de 12.000 años b.p., para alcanzar hacia 3.000 años b.p. el nivel *dunkerquien* de 1 o 2 metros sobre el nivel actual.

El regreso de un clima húmedo y poco contrastado, con una cobertura vegetal densa estabilizadora y de condiciones morfogenéticas no agresivas, podría haber ocurrido durante el mismo intervalo (TRICART, 1974, 1975).

Un estudio palinológico (V. D. HAMMEN) permitió evaluar en 5° C la disminución de la temperatura en la región de Bogotá durante el último período frío, lo que implicaría, según nuestros propios cálculos en el Ecuador, un descenso de los glaciares de alrededor de 1.800 metros por debajo de su altura actual (5.000 m). Esta evaluación está confirmada por una morfología glacio-nival en la cordillera Oriental de los Andes ecuatorianos a partir de 3.300 metros de altura en el Norte y 3.100 metros en el Sur del país.

Restos de carbón fueron observados en los suelos a lo largo de los 400 Kms. de cortes del camino Santarem-Cuiaba (Brasil), que datados con C-14 dan testimonio de un intervalo de 6500 a 3100 años b.p. durante el cual hubo incendios de gran envergadura. Puede entonces admitirse, como se manifestó anteriormente, la existencia de influencias de un clima seco y morfogenéticamente agresivo (de 20.000 a 13.000 años b.p.), así como de una posterior retirada de los glaciares, acompañada de un clima húmedo estabilizador (de 13.000 a 8.000 años b.p.) Pero también se puede admitir la probabilidad de otra fase seca y agresiva durante el intervalo citado (6.500 - 3.100 años b.p.) Esta hipótesis sería compatible con las otras observaciones del mismo orden efectuadas en América del Sur, en el Sahara y en Europa (SOUBIES, 1979-80).

En el Ecuador, a orillas de tres ríos pertenecientes a las cuencas del Putumayo o del Napo (lugares separados entre sí por 50 a 150 Kms.), hemos podido observar restos vegetales descompuestos y localizados de manera idéntica entre una plataforma arcillosa anteriormente arrasada y un dique aluvial limoso posterior. La primera muestra de estos restos fue datado a los 4.300 años y las restantes cercanas a los 2.100 años b.p. Todo esto parece indicar la existencia de un cambio brusco entre un episodio geomorfológico agresivo y otro tranquilo.

Estas observaciones aunque compliquen el esquema inicial sin invalidarlo, no dejan de ser fundamentales para la comprensión de la naturaleza amazónica. Cualquiera que sean las dataciones exactas, lo que nos importa aquí es el principio de alternancia morfodinámica y de sus consecuencias comprobables\*.

\* Las contradicciones cronológicas son únicamente aparentes. Sobre el conjunto de una área tan amplia y diversificada como es la cuenca amazónica y su vertiente andina, es natural que los fenómenos cuya interacción, hemos evocado, se hayan manifestado por doquier, no solamente con eficiencias diferentes sino también con tiempos de respuestas desiguales y desfasados, ya sea por inercia o histeresis.

### III. CONCLUSION: EVOLUCION MORFOLOGICA Y ECOLOGICA DE LA AMAZONIA

Subrayaremos el valor explicativo de una hipótesis *biorexistásica* aplicada a la Amazonía, es decir, de una o varias alternativas climato-eustáticas que implican una o varias alternancias de fases geodinámicas y ecológicas.

Las observaciones morfológicas de TRICART en la Amazonía central y sus interpretaciones se aplican también a la Amazonía ecuatoriana, pues:

- Al pie de los Andes existe un atascamiento de los valles por aportes detríticos generadores de conos y glacis, seguido de una incisión posterior generadora de terrazas climáticas.



- En el geosinclinal periférico (parte principal de la Amazonía ecuatoriana) se observa una disección dendrítica generadora de colinas sobre antiguos sedimentos terciarios, cuyos suelos son poco profundos a pesar de haberse desarrollado sobre mantos de alteritas potentes.
- A lo largo de los afluentes del curso superior del Amazonas y en los pantanos o lagunas asociadas, se notan varias características hidrográficas como las **rías fluviales** descritas en la Amazonía central (TRICART, 1977), aunque miniaturizadas por su ubicación aguas arriba.

En lo que concierne a la ecología, la separación antigua de los biotopos forestales húmedos explica la repartición actual de ciertas formaciones vegetales o de ciertas especies particulares de aves e insectos (TRICART, 1974 - COLINVAUX, 1979 - SOUBIES, 1979-80). Esos biotopos se habrían refugiado durante las fases secas en algunos lugares más húmedos de las Guayanas, al pie de los Andes o del flanco de las sierras costaneras del Brasil. Actualmente no se hubieran reunido sino aparentemente, es decir, la **selva alta** que ocupa esos refugios, diferenciándose de la **selva baja** que la rodea, correspondería al retorno reciente de las formaciones densas sobre las áreas anteriormente ocupadas por las formaciones discontinuas.

En lo que se relaciona a las potencialidades agro-económicas, la compleja evolución de los ecosistemas amazónicos (terrestres o acuáticos) implica desigualdades radicales de los mismos y de su reacción a la inserción del colono (TRICART, 1978).

Finalmente, en lo que concierne a la problemática actual de ocupación y utilización de la Amazonía, esta región no aparece ya como una área inmensamente extendida, estable y homogénea. Comprendemos que anteriormente fue disectada, aridificada, tal vez sabanizada (al menos parcialmente) y que las condiciones morfoclimáticas que prevalecieron hasta hace pocos miles de años, podrían retornar nuevamente si la acción del hombre acelera el ritmo natural de las cosas.

Diversos trabajos han difundido ya la inquietud pedológica: la mayor parte de los suelos amazónicos no son ricos y fértiles sino únicamente sus horizontes orgánicos que ciertas prácticas colonizadoras tienden a destruirlos como lo hacen con la selva, (eliminan la parte viviente y rica del ecosistema para apropiarse de su parte inerte y estéril).

Actualmente se añade la inquietud morfológica, que no se reduce al aspecto topográfico y estático implicado por la noción de "pendiente". Si bien es verdad que la topografía amazónica ha sido modelada bajo la influencia de una morfodinámica agresiva y que ha conservado su aspecto actual desde hace menos de 3.000 años bajo la influencia de una morfodinámica estabilizadora, es de temer que una ruptura antrópica de esa estabilidad induzca el regreso anticipado de una fase agresiva, reactivando un modelado disectado que, sin estar en funcionamiento, ha quedado latente. Según un criterio termodinámico, uno de los papeles primordiales de la vegetación forestal consiste en dispersar la mayor parte de la energía disponible en una forma distinta a la operada por la morfodinámica (TRICART, 1974, 1978).

La presión humana que se ejerce sobre la Amazonía, no amenaza únicamente la suerte de los indígenas, sino también la de los colonos, y aún de la misma naturaleza.

## BIBLIOGRAFIA

BRUET (E), 1947.- Glaciations pléistocènes sous l'équateur. C. R. somm. Soc. Geol. Fr. N° 7-8, 131-133, Paris.

1947.- Sur le soulèvement principal de la Cordillère orientale des Andes de l'Equateur et la création du réseau du Haut-Amazone. C. R. Aca. Sci., 225, 749-751, Paris.

, 1947.- Glaciations pléistocènes et terrasses climatiques en Equateur. Bull. Assoc. Geogr. fr. N° 188-189, 90-99, Paris.

COLINVAUX (P.), 1979 - The Ice-age Amazon - Nature, vol 278, pp. 399-400.

ERHART (H), 1967 - La genèse des sols en tant que phénomène géologique et géochimique. Biostasie et rhexistasie. Masson édit. Paris.

FAUCHER (B.) et SAVOYAT (E.), 1973 - Esquisse géologique des Andes de l'Equateur. Rev. Geogr. phys. et Geol. dynam. Vol. XV, fasc. 1-2, 115-142, Paris.

SOUBIES (F.), 1979-80 - Existence d'une phase sèche en Amazonie brésilienne datée par la présence de charbons dans les sols (6000-3000 ans B.P.). Cah. O.R.S.T.O.M., série Géol., vol. XI, N° 1, 133-148, Paris

SOURDAT (M.), 1977 - Le sud ouest de Madagascar. Morphogénese et Pédogénese. Coll. Tr. et Doc. O.R.S.T.O.M., N° 70, Paris.

TRICART (J.), 1966 - Paléoclimats et terrasses quaternaires. C.R. somm. Soc. Géol. Fr. Fasc. 5, 202-203, Paris.

TRICART (J.), 1974 - 1974 - Existence de périodes sèches au Quaternaire en Amazonie et dans les régions voisines. Rev. Géomorphol. dynam. XXIII, N° 4, 145-158, Paris.

TRICART (J.), 1975 - Influence des oscillations climatiques récentes sur le modelé en Amazonie orientale (Région de Santarem) d'après les images radar latéral. Z. für Geomorph., 19, 140-163.

TRICART (J.), 1977 - Types de lits fluviaux en Amazonie brésilienne. Ann. Geogr. N° 473, 1-54, Paris.

TRICART (J.), 1978 - Ecologie et développement: l'exemple amazonien. Ann. Geogr. N° 481, 257-291, Paris.

\* \* \* \* \*

**CENTRO ECUATORIANO DE INVESTIGACION GEOGRAFICA**



**LA REGION  
AMAZONICA  
ECUATORIANA**

**DOCUMENTOS  
DE  
INVESTIGACION  
Nº 3 - 1983**

**I.P.G.H.  
(Sección Nacional)**

**O R S T O M  
(Francia)**