

# 3.

## DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL DE LA CUENCA DEL ORINOCO



F. Rojas-Suárez.

Judith Rosales, Cesar F. Suárez y Carlos A. Lasso

### MARCO GEOGRÁFICO DE LA CUENCA

La cuenca del río Orinoco está localizada al norte de Suramérica entre -60 y -75 grados de longitud y entre los -2 a -10 grados de latitud norte, siendo uno de los ríos más largos de Suramérica con 2.150 km de recorrido, el tercero a nivel mundial en caudal 31.061 m<sup>3</sup>/seg y el quinto en transporte de sedimentos: 150 millones de ton/año (Tabla 3.1) (Global Runoff Data Centre 1996). Sus aguas recorren el Macizo Guayanés, la vertiente oriental de los Andes del Norte, la Cordillera de la Costa, la planicie de transición amazónica y las sabanas inundables y no inundables del oriente de Colombia y área central - oriental de Venezuela, donde finalmente por medio de un sistema deltaico se une al océano Atlántico.

El Orinoco es una cuenca binacional compartida por Venezuela (65%) y Colombia (35%), con un área de 981.446 km<sup>2</sup> (Figura 3.1), a lo largo de la cual habita una población de unos 10 millones de habitantes que vive y realiza actividades productivas, sustento de las economías tanto de Venezuela como de Colombia (INE 2005, DANE 2005). Presenta una baja densidad poblacional pero una muy alta diversidad cultural, con una historia de poblamiento amerindio de más de 10 mil años que se ha conservado particularmente en las regiones de selva y sabana de los Llanos y

el Escudo Guayanés, donde hoy habitan 23 etnias (Gasson 2002). La mayor parte de la población se concentra en las riberas y los ríos han sido tradicionalmente la vía de colonización y desarrollo.

El río Orinoco fue documentado por Cristobal Colón el 1 Agosto de 1498 en su tercer viaje y posteriormente durante el siglo XVI por expediciones lideradas por Ambrosius Ehinger y Diego de Ordaz (1531). La más importante de las siguientes expediciones de ese siglo, fue dirigida por Don José de Iturriaga (1754), a petición de la Corona Española y tenía el objetivo de establecer los límites del Orinoco y el Amazonas. En esta viajaría por primera vez a tierras orinoquenses desde el Real Jardín Botánico de Madrid, un grupo de naturalistas, los médicos Benito Paltor y Salvador Condal y los dibujantes Bruno Salvador Carmona y Juan de Dios Castel, comandados por un discípulo sueco de Linneo, botánico y zoólogo, Pehr Löfling. Este último realizó las primeras descripciones de flora y fauna del Orinoco y muere en 1756 en la Misión San Antonio del Caroní, a 25 km de la desembocadura del Caroní en el Orinoco. Sus colecciones botánicas del Orinoco se perdieron pero quedaron asentadas importantes descripciones ictiológicas. Posteriormente Antonio de Berrío y luego Alexander



## DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL DE LA CUENCA DEL ORINOCO

J. S. Usma.



**Figura 3.1** Mapa físico de la cuenca del río Orinoco.

**Tabla 3.1** Principales cuencas del mundo. Fuente: Berner y Berner (1987); GRDC (1996); área del Orinoco actualizada, Bernhard (2008).

Río	Área (Km <sup>2</sup> )	Descarga media anual (m <sup>3</sup> /seg)	Máxima descarga (m <sup>3</sup> /seg)	Mínima descarga (m <sup>3</sup> /seg)	Escorrentía (mm/año)	Volumen (Km <sup>3</sup> )	Sólidos suspendidos (mill/ton/año)	Sólidos disueltos (mill/ton/año)
Amazonas (Suramérica)	4.640.300	155.432	176.067	133.267	3.653	4.901	275	1200
Congo (África Central)	3475.000	40.250	54.963	32.873	1.056	1.296	41	43
Orinoco (Suramérica)	981.446	31.061	37.593	21.540	1.172	980	32	150
Yangtze (China)	1.705.383	25.032	28.882	21.377	463	789	247	478
Brahmaputra (India)	636.130	19.674	21.753	18.147	975	620	61	540
Yenisei (Federación Rusa)	2.440.000	17.847	20.966	15.543	231	563	68	13
Lena (Federación Rusa)	2.430.000	16.622	19.978	13,234	216	524	49	18
Paraná (Argentina)	1.950.000	16.595	54.500	4.092	265	516	—	—
Mississippi (EEUU)	3.923.799	14.703	20.420	10.202	118	464	125	210



C. Lasso.

von Humboldt y J. Bonpland en 1800 (Figura 3.2), realizan con mejor suerte las primeras colecciones extensivas y descripciones geográficas, botánicas y zoológicas de la región, hasta la ciudad de Angostura (Helferich 2004).

Hidrológicamente las principales cabeceras del Orinoco se encuentran en el Escudo Guayanés y la Cordillera Oriental en Colombia, cuyos diferentes orígenes geológicos junto con una evolución marcada por cambios en el drenaje, han propiciado el nacimiento de ríos provenientes de montañas y planicies, configurando así una colección de paisajes que sustentan la biodiversidad acuática y terrestre de la cuenca.

Oficialmente se ha otorgado el nacimiento del Orinoco al pico Delgado-Chalbaud de la sierra Parima, un macizo granítico de la región Guayana, a una elevación de 1.074 m.s.n.m., y un recorrido de 2.150 kilómetros. No obstante, es oportuno señalar que desde el punto de vista hidrológico, tomando en cuenta la acumulación total de flujos, el páramo Los Tambos de Colorado en el Parque Nacional Sumapaz a 4.150 m.s.n.m., (cabecera del río Duda tributario del Guaviare), sería el punto más lejano desde el océano Atlántico en su desembocadura, con un recorrido de 2.800 kilómetros. Por otro lado, el pico más alto se encuentra en la sierra Nevada del Cocuy (5.350 m.s.n.m.) en la Cordillera Oriental Andina de Colombia, protegido por el Parque Natural Nacional que lleva su mismo nombre.

La alta descarga de agua promedio del Orinoco, lo ubica en el tercer lugar de la lista de los ríos más caudalosos del mundo, superado por los ríos Amazonas y Congo (Tabla 3.1). Es importante resaltar que además de tener la segunda descarga más alta de Suramérica, en términos de eficiencia hídrica, muestra una descarga específica equivalente a la del Amazonas (0,033 m<sup>3</sup>/s.km<sup>2</sup>).

En relación a la carga de sedimentos, el Orinoco transporta hacia el océano alrededor de 150 millones de toneladas de sedimentos por año con una tasa de denudación menor que la del Amazonas pero mucho mayor que la del Congo (Tabla 3.1).

Actualmente el curso de sus principales tributarios de origen andino es este-noreste, mientras que en los de origen guayanés, el principal afluente, dibuja un gran arco, primero hacia el noroeste, luego hacia el oeste, hasta la triple confluencia con el Guaviare y el Atabapo, donde toma el nombre de Orinoco con un rumbo hacia el norte a lo largo de la frontera entre Venezuela y Colombia, hasta la confluencia con el río Meta. En este lugar gira hacia el noreste hasta la confluencia con el río Apure, y toma la dirección este-

noreste hacia el océano Atlántico. Desde el punto de vista limnológico el río Orinoco recibe al inicio ríos de aguas claras y negras, y luego con los aportes del Guaviare y especialmente del Meta, adquiere su coloración característica de aguas blancas dada la carga sedimentaria recibida.

La singularidad hidrológica en la cuenca está dada por el río, caño o brazo Casiquiare, el cual forma un canal natural entre los ríos Amazonas y Orinoco. Está ubicado en el Estado Amazonas en Venezuela y sirve de límite político entre el municipio de Atabapo y los municipios de Alto Orinoco y Río Negro. Este canal natural nace en el lugar denomina-



Figura 3.2 Ruta de la expedición de Alexander von Humboldt 1800. Fuente: Helferich (2004).



J. S. Usma.

do Tamatama, como un brazo del Alto Orinoco que luego de pasar por varios raudales se convierte en tributario del Río Negro en Brasil en la cuenca amazónica.

## GEOLOGÍA

### Marco geológico regional

Geocronológicamente la cuenca del río Orinoco se caracteriza inicialmente por las rocas ígneas intrusivas, metamórficas y sedimentarias correspondientes al Escudo Guayanés de edad precámbrica, el cual, junto con el Escudo de Guaporé en Brasil, y separados por la paleozoica cuenca sedimentaria amazónica, forman el cratón amazónico (fragmento de la Pangea al norte de Suramérica). Tassinari y Macambira (1999) subdividen esta gran unidad en seis provincias a partir de los hallazgos de Teixeira *et al.* (1989) y Tassinari (1996), los cuales para la cuenca orinoquense destacan principalmente el núcleo Arcaico compartido entre Venezuela - Guyana y la provincia del Ventuari - Tapajós, perteneciente al Paleoproterozoico (1.95-1.8 Ga) y compuesto principalmente por granitos calco-alcalinos, gneises con granodiorita y cuarzodiorita, gabros y anfibolitas de la serie Imataca, pertenecientes a la serie Pastora y a la formación Roraima.

Más al occidente se encuentra la prolongación del Escudo, denominado por Tassinari y Macambira (1999) como la provincia de Río Negro-Juruena (1.8-1.55 Ga) con manifestaciones en Colombia, Venezuela y Brasil. Estratigráficamente en Colombia está conformado por el complejo migmatítico del Mitú, grupo Tunui (formación Cinaruco en Venezuela) y granito de Parguaza, el primero presente en la mayor parte del departamento del Guainía, al oriente del Guaviare y suroccidente del Vichada según Herrera (IGAC 1999), mientras que el granito de Parguaza está presente a lado y lado del río Orinoco, desde la confluencia del río Vichada hasta Puerto Carreño con afloramientos aislados según Espriella *et al.* (1992), en el río Meta y límites entre los departamentos de Arauca y Casanare.

Por otro lado, de edad precámbrica pero con génesis discutida por varios autores se encuentra la serranía de la Macarena (1.6 a 1.2 Ga), la cual hace parte de la cuenca alta del río Duda, tributario del Guaviare en Colombia (Priem *et al.* 1989 en IGAC 1999).

Durante el Paleozoico y como resultado de la deposición de rocas marinas intracratónicas principalmente en ambientes poco profundos y continentales, se destaca el Grupo Güe-

jar, que en ríos provenientes de la Cordillera Oriental en Colombia sobre el río Duda, Güejar y Ariari. En Venezuela se destaca la sedimentación paleozoica de las vertientes septentrionales del Escudo (Asociación Bellavista, Formación Mireles y Caparo entre otras); y paralelamente la presencia de eventos volcánicos formando la sienita feldespática de San José del Guaviare y el granito alcalino de El Baúl en el Estado Cojedes.

Como parte del Mesozoico se encuentran los sedimentos de la paleocuenca de sedimentación cuyo límite meridional hoy en día es la Cordillera central, junto con el borde occidental del Escudo Guayanés. Litológicamente las unidades principales son la Formación Guadalupe y Formación Une, caracterizadas por areniscas de grano medio, ocasionalmente grueso y fino, con alternancia de arcillolitas (IGAC 1999).

El Terciario se caracteriza por rocas sedimentarias de origen fluvial, y ambientes marinos con esporádicas influencias lagunares marinas y transicionales entre llanuras deltaicas y estuarios (Mayorga y Vargas 1995, Navarrete 1995). En Venezuela se caracterizan además por eventos metamórficos presentes a lo largo de la Cordillera de la Costa. Las principales formaciones presentes son la Formación Barco, Guayabero, Losada, Mirador, Carbonera, León y San Fernando.

Por último el Cuaternario se aprecia a lo largo de depósitos aluviales del piedemonte andino y serranía de la Costa, constituidos por bloques y cantos redondeados en una matriz arenosa; abanicos aluviales y terrazas aluviales desde muy pocos centímetros hasta aproximadamente 60 cm. (IGAC 1999).

En la figura 3.3 se muestra el mapa geológico de la cuenca.

### Historia geológica del Orinoco

Previamente a la separación entre Suramérica y África, los drenajes provenientes del Escudo Guayanés debieron tener dirección hacia el Pacífico (Galvis *et al.* 2006), incluido el Orinoco. Posteriormente la separación de los continentes y el desplazamiento al occidente en el Cretáceo temprano (Lundberg *et al.* 1998), produjeron la formación de una zona de alta energía, hoy en día la zona subducción con la placa de Nazca, generadora de eventos volcánicos y orogénicos formadores de la Cordillera central de Colombia. Estos cauces drenaban hacia la megacuenca de sedimentación entre el Escudo Guayanés y esta cordillera emergida, desde el Lago de Maracaibo hasta Bolivia (Hoorn 1993, Lundberg *et al.* 1998, Albert *et al.* 2006).





## DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL DE LA CUENCA DEL ORINOCO

J. S. Usma.

Durante este periodo el cauce del Orinoco tenía una dirección sur-norte con un delta en Urumaco (Estado Falcón) al norte de Venezuela (Rod 1981, Díaz de Gamero 1996, Marshall y Lundberg 1996). De acuerdo a Díaz de Gamero (1996), el río proto-Orinoco, drenaba la Cordillera central de Colombia y el Macizo Guayanés fluía hacia el noroeste de Falcón durante el Mioceno, y en el Mioceno medio tomó el curso actual hacia el este hasta su desembocadura actual en el Delta, la cual comenzó a depositarse en el Mioceno tardío (Díaz de Gamero 1996). Una representación gráfica tomada de Wesselingh (2008), nos permite visualizar la máxima y mínima influencia de las aguas en este periodo (Figura 3.4).

El río Orinoco en su migración hacia el este, parece haberse encauzado en una zona de debilidad dominada por un fallamiento escalonado que forma el borde norte del Escudo. Este fallamiento es el resultado de la compresión inducida hacia el sureste cuando la placa del Caribe chocó oblicuamente con la placa de Suramérica, ocasionando lo que posiblemente fue la última reactivación tectónica a principios del Cenozoico.

A lo largo del cauce principal del río Orinoco actual, en respuesta a las características de la red fluvial que recoge las aguas de la diversa superficie de su cuenca, se distinguen una alta diversidad de paisajes, geoformas y biotopos ribereños y de las tierras firmes circundantes (Vila 1950, Zinck 1977, Colonnello *et al.* 1986). En las tierras altas, los flujos de materiales son unidireccionales con poco tiempo de tránsito, mientras que en los ecosistemas de las tierras bajas, las características del área de drenaje en conjunción con la poca pendiente promedio de los paisajes fluviales, determinan un tiempo de tránsito de agua considerable y procesos de intercambio laterales, de alta importancia biológica.

## GEOMORFOLOGÍA

La cuenca del río Orinoco sintetiza las tres grandes estructuras geológicas que existen en la naturaleza: cordilleras de plegamiento, escudos o cratones y megacuencas de sedimentación. Cada una de estas ha formado el relieve actual, el cual posee características propias, que en conjunto le otorgan una singular importancia como generador o sustento de una variedad de hábitats a lo largo de la cuenca.

El borde meridional de la cuenca está formado por las vertientes andinas colombo-venezolanas; al norte las laderas

del sistema montañoso de la costa norte de Venezuela, mientras que el borde austral de la cuenca, en su mayor parte, está dado por la divisoria de aguas entre los ríos Orinoco y Amazonas (Figura 3.5).

Aunque para Colombia (Villota 1997) y Venezuela (Hubber y Alarcón 1988), existen aproximaciones desde la clasificación fisiográfica a nivel nacional, para Venezuela se incluyen elementos florísticos y ecológicos en la subdivisión de unidades, por lo cual no es equivalente a una clasificación fisiográfica del relieve de provincias y paisajes. Sin embargo, hay elementos comunes que nos permiten describir las grandes unidades para la cuenca del río Orinoco:

### Montañas

- Cordillera de los Andes
- Cordillera de la Costa
- Macizo Guayanés
- Serranía de la Macarena

### Piedemonte

- Piedemonte andino Cordillera Oriental y de Mérida
- Sistema de colinas Cordillera de la Costa

### Altiplanicies y superficies colinadas

- Sistema de colinas del Escudo Guayanés
- Penillanura del Casiquiare, Alto Orinoco, Vichada y Guainía

### Llanuras

- Llanura inundable del Arauca, Casanare y Apure
- Llanura alta (altillanura) no inundable Meta-Vichada
- Planicie deltaica
- Planicie estructural pericratónica

## SUELOS

Las características geoquímicas de los cauces orinoquenses se relacionan con la litología, tipo de suelo y vegetación dominante. Estas tres características altamente relacionadas junto con la ubicación en el paisaje y su geocronología forman finalmente la base edáfica a lo largo de la cuenca:

- Andes y piedemontes andinos.** Suelos bien drenados constituidos por sedimentos aluviales y coluviales del Terciario de los Andes, generalmente de textura gruesa a fina. En piedemontes inclinados por movimientos



C. Lasso.

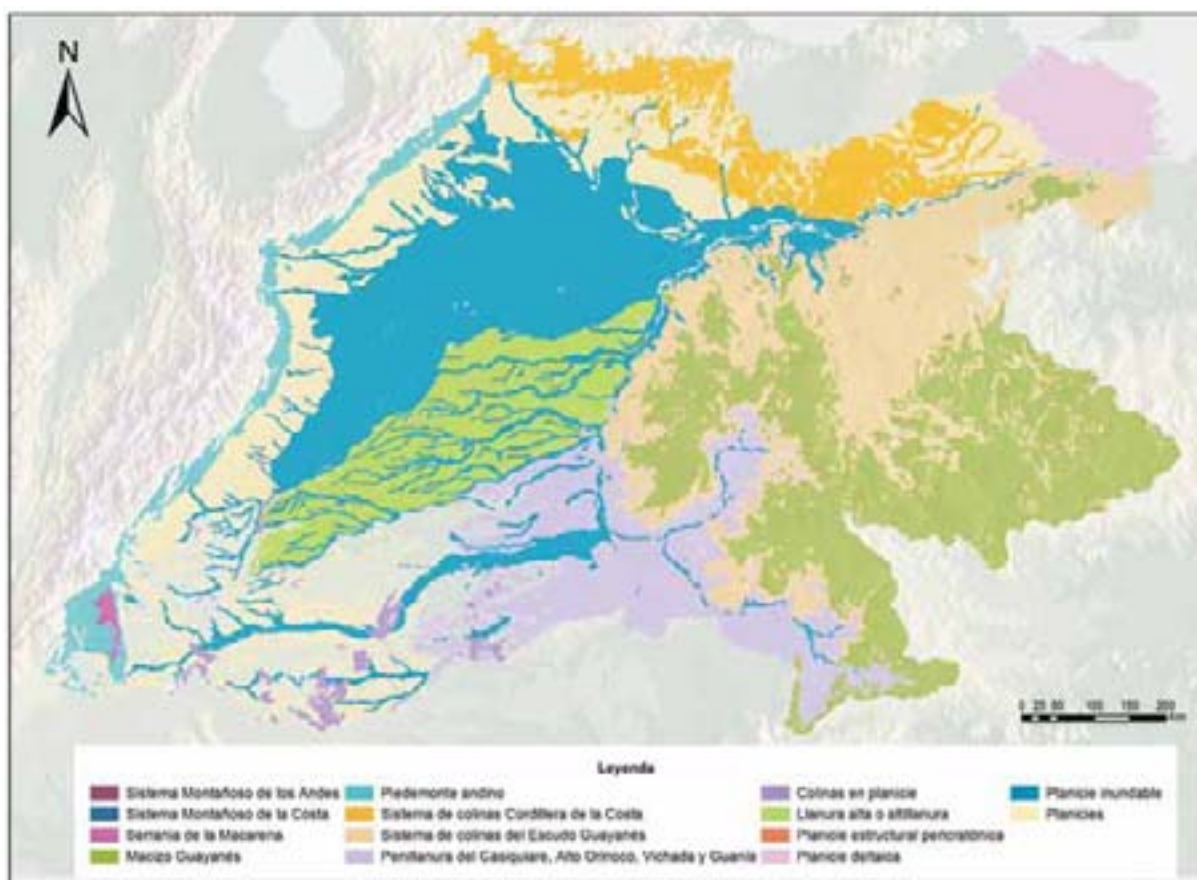


Figura 3.5 Mapa geomorfológico de la cuenca Orinoco.

tectónicos recientes (Casanare, Arauca y Apure) se caracterizan por ser conglomerados de gruesos a finos y niveles lodo-arenosos. Tiene como limitante el relieve, el cual, facilita el escurrimiento difuso y concentrado, provocando erosión laminar o por socavamiento (IGAC 1999).

En la Cordillera Oriental los suelos son cambisoles (Bh, Be, Bd) (Figura 3.6) de una textura arenosa franca o más gruesa a una profundidad de al menos 100 cm desde la superficie del suelo, o hasta un horizonte plíntico, petroplíntico o sálico entre 50 y 100 cm desde la superficie del suelo. En la Cordillera de Mérida se presentan los mismos tipos de suelos con transición a suelos luvisoles (Lf) y gleysoles (Gm) en el piedemonte, arcillosos los primeros y los segundos caracterizados por una hidromorfía intensa por agua freática no profunda.

- b. **Tierras bajas y llanuras (materia aluvional - erosional).** En llanuras aluviales los suelos son formados a partir de sedimentos diluviales y coluviales, drenaje moderadamente lento y texturas moderadamente gruesas a medias. Por ser suelos provenientes de materiales aluviales están compuestos por materiales resistentes a la fricción y/o arrastre como cuarzo, feldspatos y micas. Suelos clasificados como fluvisoles (Je, Jd) (Figura 3.6) provenientes de aportes fluviales recientes; suelos de baja evolución.

Las planicies bajas inundables están conformadas por una variedad de geofomas desde terrazas altas, medias y bajas, así como superficies ligeramente inclinadas, con cimas planas, plano convexas, plano cóncavas y ligeramente onduladas, con drenajes moderados, lentos o lento-encharcado, suelos de textura media a fina en



## DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL DE LA CUENCA DEL ORINOCO

J. S. Usma.



a



b



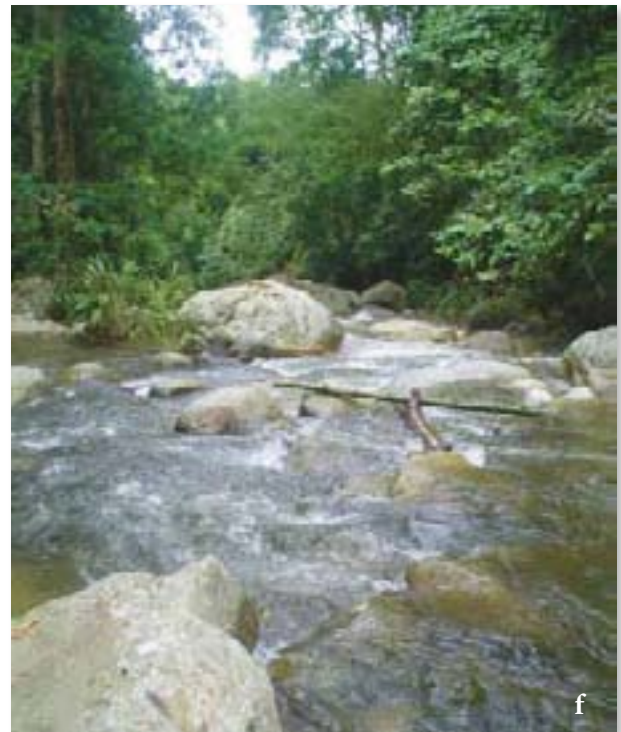
c



d



e



f

### Montañas

- a. P. N. Tapo Caparo. Cordillera andina, Venezuela. Foto: A. Rial.
- b. Auyántepeui. Escudo Guayanés, Venezuela. Foto: J. Señaris.
- c. Río Caura, Salto Para. Escudo Guayanés. Foto: A. Machado.
- d. Cerros de Mavicure. Escudo Guayanés, Colombia. Foto: C. Lasso.
- e. San Juan de Arama. Sierra de La Macarena. Foto: F. Castro.
- f. Cordillera de la Costa, Venezuela. Foto: O. Lasso-Alcalá.





C. Lasso.



a



b



c



d

## Piedemonte

- a. Piedemonte. Chameza, Colombia. Foto: A. Acosta.
- b. Piedemonte rio Santo Domingo, Venezuela. Foto: A. Rial.
- c. Piedemonte. P. N. Tapo Caparo, Venezuela. Foto: A. Rial.
- d. Piedemonte. Casanare, Colombia. Foto: A. Diaz-Pulido.
- e. Piedemonte. Paz de Ariporo, Colombia. Foto: A. Diaz-Pulido.



e



## DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL DE LA CUENCA DEL ORINOCO

J. S. Usma.



### Altiplanicies y superficies colinadas

- a. Río Orinoco, Amanaven. Foto: C. Lasso.
- b. Confluencia ríos Orinoco y Ventuari. Foto: C. Señaris.
- c. Alto Orinoco, Venezuela. Foto: G. Romero.
- d. Casuarito Vichada. Foto: F. Castro.
- e. Alto Paragua, Venezuela. Foto: A. Rial.
- f. Penillanura, Guainía. Foto: C. Suárez.



C. Lasso.



a



b



c



d



e



f

### Llanuras

- a. Altillanura. Puerto Gaitán, Meta. Foto: A. Diaz-Pulido.
- b. Altillanura. Puerto Gaitán, Meta. Foto: F. Castro.
- c. Esteros de Camaguán. Foto: A. Rial.
- d. Caño típico del delta del Orinoco. Foto: M. Lentino.
- e. Punta Bernal, delta del Orinoco. Foto: L. Alonso.
- f. Río Bitá. Puerto Carreño, Vichada. Foto: F. Castro.



## DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL DE LA CUENCA DEL ORINOCO

J. S. Usma.

gran parte arcillosos. Clasificados como acrisoles (Ap, Ao) en el Arauca, Cinaruco, Casanare y gleysoles (Gd) en la planicie inundable del Apure, con presencia de suelos orgánicos - tipo histosoles (O) hacia las zonas más pantanosas (Lipa y Morichales en Paz de Ariporo) (Figura 3.6).

Hacia las planicies de Casanare, Arauca y Apure, es frecuente encontrar acumulación eólica superficial formando mantos y dunas asociadas a sedimentos aluviales, que guardan la dirección del viento (NNE-SSO) cubiertas hoy en día por una fina capa de herbáceas. Suelos de tipo regosoles (Rd) sobre materiales blandos, baja evolución (Figura 3.6).

En Colombia es necesario diferenciar la altiplanicie o altillanuras presentes desde la margen derecha del río Meta hasta las llanuras aluviales del río Vichada, Bitá, Tomo y Tuparro. Son suelos formados por sedimentos

del Terciario Superior al Cuaternario, levantados antes del Pleistoceno Superior (IGAC 1999), de drenajes moderados a rápidos, con texturas franco finas y franco gruesas, limitadas por muy baja fertilidad natural, alta concentración de aluminio y bajo contenido de carbón orgánico. Son suelos clasificados como ferrasoles (Fx, Fo) comúnmente de color amarillo a pardo con horizonte ferrálico en el primer metro de profundidad (Figura 3.6).

- c. **El Escudo de Guayana (terrenos mayormente de cuarcita, gneis y granitos).** Presencia de suelos escasamente evolucionados, pobres en nutrientes y muy ácidos. Drenaje dentríticos a paralelos, sub paralelos y rectangulares (anulares localizados ocasionalmente), presencia de erosión laminar ligera y socavamiento lateral en taludes y saltos entre estratos, texturas medias a moderadamente gruesas limitados por rocas altamente meteorizadas y acidez extremadamente alta. Clasifica-

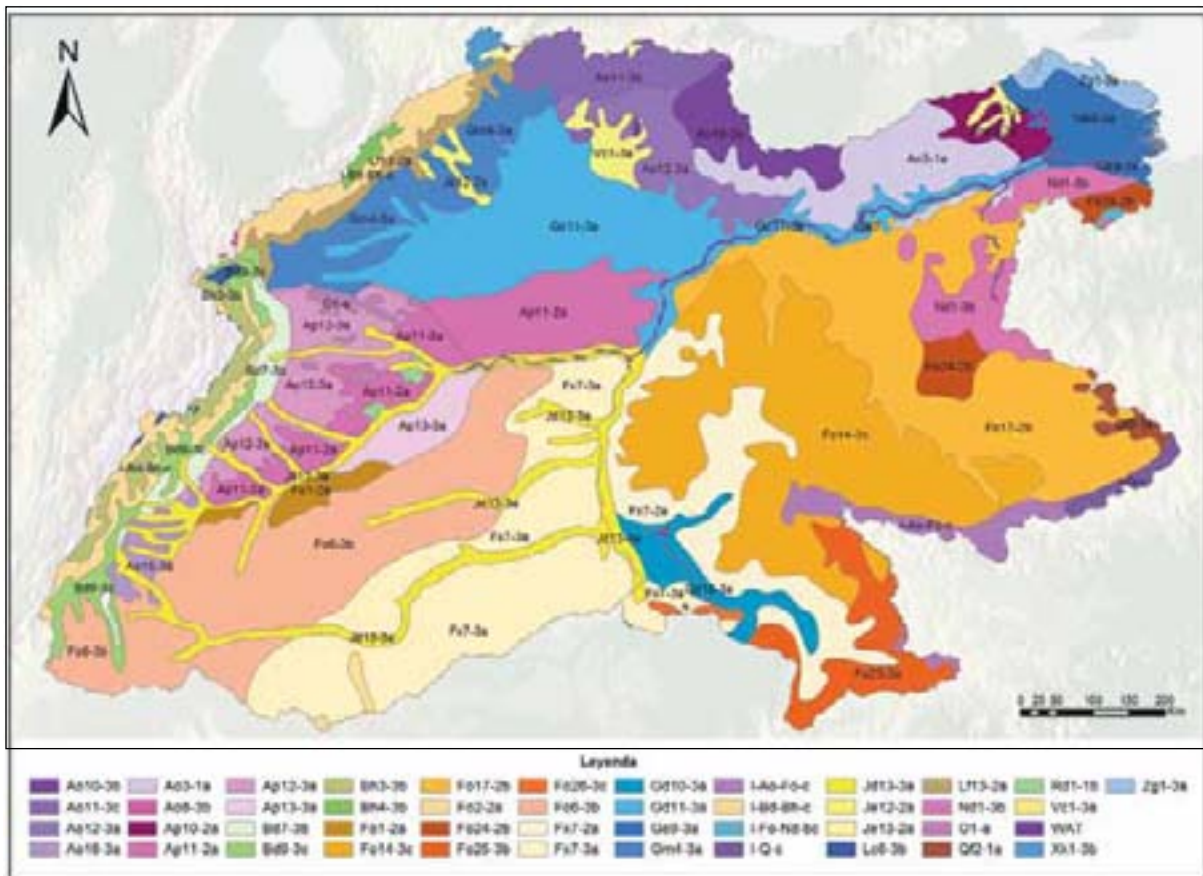


Figura 3.6 Mapa de suelos de la cuenca del Orinoco. Fuente: Fischer *et al.* (2008).



C. Lasso.

dos genéricamente como ferrasoles (Fx, Fo) y presentes en toda la Guayana a excepción de la cuenca del Caroní, en donde los suelos característicos son nitisoles (Nd) muy arcillosos, espesos, uniformes, rojos, bloquécitos brillantes con límites suaves (Figura 3.6).

- d. **Penillanuras bajas (erosional – deposicional) (Boadas 1983, Stallard 1985, Weibezahn 1990).** En Venezuela presentes principalmente al norte del Escudo Guayanés al noreste del Estado Bolívar y en el eje Casiquiare-Ventuari. En Colombia se extiende sobre el río Inírida en continuación a la cuenca amazónica por el río Vaupés (Figura 3.6).

Los sólidos suspendidos y las sales disueltas en los ríos provenientes de esas unidades reflejan en forma general, el grado de denudación-erosión y de solución del basamento litológico de las respectivas unidades.

Por otra parte, los suelos formados en el recorrido de los ríos procedentes de esas unidades, tienen características muy similares de acuerdo con los materiales parentales que les dieron origen. Por ser suelos evolucionados son moderadamente profundos a profundos, de texturas medias en profundidad presentan alto contenido de arcilla y en ciertas áreas localizadas, hay buena porosidad. Son suelos muy ácidos, con baja capacidad de intercambio catiónico y alto contenido de aluminio (Ferrasoles Fo-Fx). Se forman a partir de la sedimentación de materiales provenientes de relieves precámbricos sobre paleorelieves de baja pendiente generalmente ígneo/metamórficos.

## CLIMA

Tomando en cuenta la distribución de la precipitación, las zonas más lluviosas de la cuenca están presentes en el piedemonte andino Meta-Cundinamarca con un promedio anual de 4.300 mm. Le sigue el Escudo Guayanés con las cuencas altas del Caura y Caroní-Paragua, con promedios anuales cercanos a 3.800 mm. Por último, está el piedemonte andino los alrededores del río Arauca (3.300 mm).

De igual manera se observa claramente en la figura 3.3, la influencia caribeña con precipitaciones más bajas al norte de la cuenca y las transiciones australes más lluviosas con el Escudo Guayanés y la cuenca amazónica.

Con respecto a la temperatura la zona más cálida se encuentra hacia la parte media de la cuenca en el corredor Puerto Carreño – Tuparro, con temperaturas promedios anuales de 28 °C; mientras que las zonas más frías se encuentran en la Cordillera de Mérida en Venezuela y Oriental en Colombia (Figura 3.7).

## HIDROLOGÍA

### Clasificación y zonificación: tipos de aguas

Siguiendo la clasificación de Sioli (1965, 1975), en la cuenca del Orinoco existen básicamente tres tipos de aguas, diferenciadas básicamente en una primera aproximación por su color: blancas (turbias), claras más o menos transparentes y negras (color té).

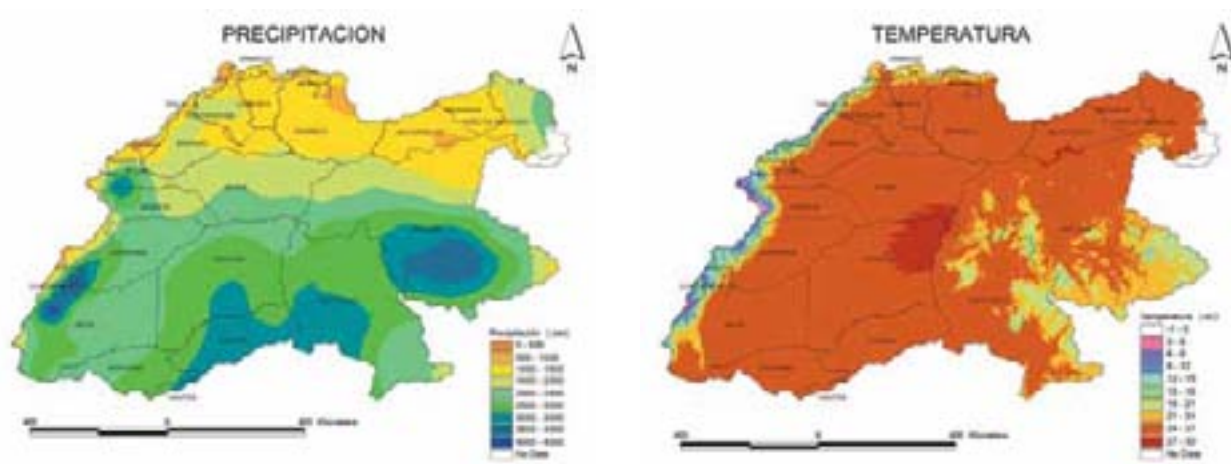


Figura 3.7 Variación espacial de temperatura y precipitación. Fuente: WWF.



## DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL DE LA CUENCA DEL ORINOCO

J. S. Usma.

Los ríos de aguas blancas son los más productivos y ricos en nutrientes y electrolitos; tienen alta conductividad, su pH es cercano al neutro (6,2-7,2) y deben su color o apariencia turbia a la gran cantidad de sedimentos inorgánicos, arcillas ilitas y montmorillonitas que son transportadas desde los Andes hasta las llanuras aluviales (Junk 1982, Lasso 2004).

Los ríos de aguas claras provienen de zonas más bien planas, cubiertas de bosque que sirve para atenuar el efecto erosivo de la lluvia, que penetra entonces al suelo sin producir escurrimiento (Sioli 1965). Así, su color es transparente o verdoso y su hidroquímica depende de las características del suelo por el que discurre. Tienden a enturbiarse en la estación de lluvias y su pH (4,5-7,8) es mayor que el de aguas negras pero inferior al de las blancas (Lasso 2004). Estos últimos tienen su origen en la Orinoquia guayanésa. Transportan muy pocos detritos y sedimentos y por ello tienen aguas transparentes y de un tono amarillo-verdoso, su conductividad es baja y su pH es casi neutro. Son típicos del Escudo Guayanés y la altillanura.

Los ríos de aguas negras, los cuales tienen su origen en la Orinoquia guayanésa o también en las penillanuras de

origen Precámbrico, discurren sobre suelos arenosos sobre los que se desarrollan bosques inundables y obtienen ese nombre a causa de la gran cantidad de materia orgánica en descomposición que llevan sus aguas provenientes de suelos de tipos podsoles o histosoles; sus aguas son transparentes pero de un color oscuro parecido a la del té. Tienen una baja conductividad y un pH ácido debido al gran número de ácidos solubles procedentes de la materia orgánica, especialmente ácidos fúlvicos y húmicos (Sioli 1975, Lasso 2004). Aún cuando la tipología de las aguas de Sioli (1975) ha sido empleada frecuentemente en la Orinoquia, existe dificultad en su aplicación a ríos de otras regiones biogeográficas y geológicas diferentes a las amazónicas, especialmente en el caso de las aguas negras, pues este tipo no determina en sí mismo una composición química específica. Así Vegas-Villarrubia *et al.* (1988) indican diferencias en la composición inorgánica entre ríos considerados de aguas negras, y atribuyen esta variación al ambiente por el que discurren. Un fenómeno adicional de mezcla de aguas ocurre en las confluencias por balances de flujos o en las planicies por inundación.

La Tabla 3.2 muestra el listado de los principales tributarios del río Orinoco, así como también su origen y procedencia.

**Tabla 3.2** Principales tributarios del río Orinoco.

Origen	Procedencia	País	Nombre	Área (ha)
Andino	Cordillera de la Costa Central	Venezuela	Aguaro - Guariquito	1,145,727
	Cordillera de la Costa Central	Venezuela	Guarico	2,224,555
	Cordillera de la Costa Central	Venezuela	Manapire	1,072,668
	Cordillera de la Costa Oriental	Venezuela	Caris	263,114
	Cordillera de la Costa Oriental	Venezuela	Morichal Largo	670,800
	Cordillera de la Costa Oriental	Venezuela	Pao	366,148
	Cordillera de la Costa Oriental	Venezuela	Tigre	859,318
	Cordillera de la Costa Oriental	Venezuela	Uracoa	236,996
	Cordillera de la Costa Oriental	Venezuela	Zuata	779,320
	Cordillera de la Costa Oriental	Venezuela	Claro	238,223
	Cordillera de la Costa Oriental	Venezuela	Carapa	101,986
	Cordillera de la Costa Oriental	Venezuela	Mapire	215,737
	Cordillera de la Costa Oriental	Venezuela	Ature	61,222
	Cordillera de la Costa Oriental	Venezuela	Cabrutica	227,395
	Cordillera de la Costa Oriental	Venezuela	Cicapro	195,502
Cordillera de Mérida	Venezuela	Apure	5,666,237	



Origen	Procedencia	País	Nombre	Área (ha)
Andino	Cordillera de Mérida - Cordillera de la Costa Central	Venezuela	Portuguesa	5,899,324
	Cordillera Oriental	Colombia-Venezuela	Arauca	3,632,825
	Cordillera Oriental	Colombia	Guaviare	8,372,108
	Cordillera Oriental	Colombia	Meta	10,830,440
Escudo Guayanés	Escudo Guayanés	Venezuela	Alto Orinoco	6,343,596
	Escudo Guayanés	Venezuela	Aro	1,484,874
	Escudo Guayanés	Venezuela	Caroní	3,824,812
	Escudo Guayanés	Venezuela	Caroni-Paragua	5,456,264
	Escudo Guayanés	Venezuela	Cataniapo	191,289
	Escudo Guayanés	Venezuela	Caura	4,982,940
	Escudo Guayanés	Venezuela	Cuao	700,360
	Escudo Guayanés	Venezuela	Cuchivero-Guaniamo	1,762,285
	Escudo Guayanés	Venezuela	Macuro - Acure	1,115,036
	Escudo Guayanés	Venezuela	Parguaza	480,058
	Escudo Guayanés	Venezuela	Sipapo	920,855
	Escudo Guayanés	Venezuela	Suapure	1,234,043
	Escudo Guayanés	Venezuela	Topocho	201,527
	Escudo Guayanés	Venezuela	Ventuari	4,038,922
	Escudo Guayanés	Venezuela	Vertiente izquierda Orinoco Bajo	552,667
	Escudo Guayanés	Venezuela	Pagüey-Pao	306,156
	Escudo Guayanés	Venezuela	Villacoa	189,857
	Escudo Guayanés	Venezuela	Vertiente derecha Orinoco Bajo	552,667
	Escudo Guayanés	Colombia	Ajota	105,146
	Escudo Guayanés	Colombia-Venezuela	Atabapo	1,294,314
Escudo Guayanés	Colombia	Inírida	5,350,986	
Escudo Guayanés	Venezuela	Zama	75,489	
Estuarino	Sistema deltaico	Venezuela	Delta del Orinoco	1,885,757
Planicie	Altillanura orinoquense	Colombia	Bitá	862,742
	Altillanura orinoquense	Colombia	Dagua - Mesetas	358,910
	Altillanura orinoquense	Colombia	Mataven	906,104
	Altillanura orinoquense	Colombia	Tomo	2,025,724
	Altillanura orinoquense	Colombia	Tuparro	1,121,978
	Altillanura orinoquense	Colombia	Vichada	2,591,376
	Llanura inundable	Venezuela	Capanaparo	2,029,899
	Llanura inundable	Venezuela	Cinaruco	1,218,407
	Sistema deltaico	Venezuela	Viejo	146,845



## DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL DE LA CUENCA DEL ORINOCO

J. S. Usma.



### Ríos y tipos de aguas

- a. Confluencia de los ríos Caparo (aguas blancas) y Aricagua, Venezuela. Foto: A. Rial.
- b. Río Atabapo (aguas negras), frontera colombo-venezolana. Foto: C. Lasso.
- c. Afluente del río Ventuari (aguas claras), Venezuela. Foto: J. C. Señaris.
- d. Raudales alto Orinoco (aguas claras), Venezuela. Foto: J. C. Señaris.
- e. Río Apure (aguas blancas), Venezuela. Foto: A. Barbarino.
- f. Río Inírida (aguas negras), Colombia. Foto: C. Lasso.





C. Lasso.



Figura 3.8 Principales tributarios o subcuencas del río Orinoco.

## LAS GRANDES REGIONES DE LA ORINOQUIA Y SUS CORREDORES RIBEREÑOS

Con base a la información biofísica disponible hasta el momento y bajo un enfoque ecosistémico tanto de las ecorregiones terrestres como de los ambientes acuáticos, se reconocen diez grandes regiones incluyendo los corredores ribereños (Figura 3.9).

### La Orinoquia guayanesa

La Orinoquia guayanesa reviste una gran importancia pues se encuentra en la Región Guayana, un basamento de rocas cristalinas precámbricas (granitos, gneisses) profundamente erodado, que formó parte de las tierras gondwánicas y

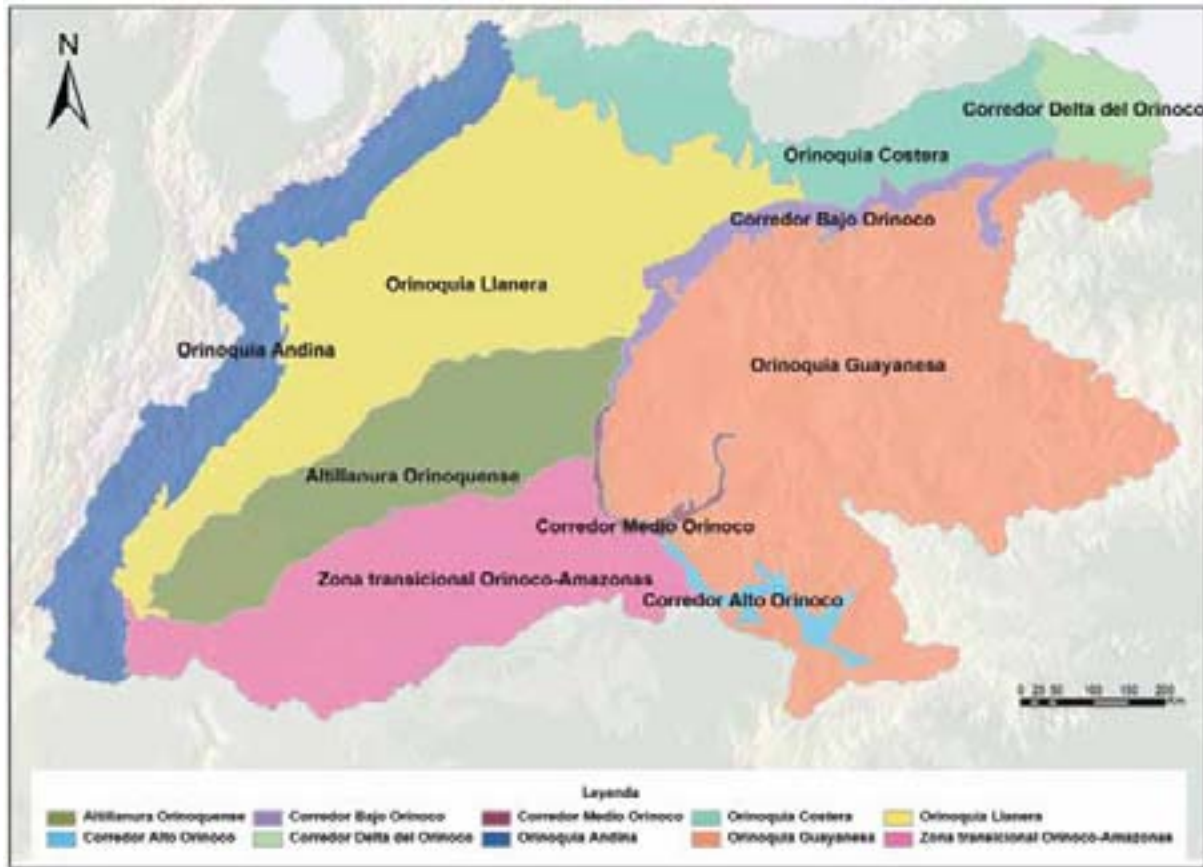
en términos de edad evolutiva es mucho más antigua que todas las otras regiones. El último proceso sedimentario de gran escala que experimentó la región fue la deposición y metamorfismo de areniscas del grupo Roraima de origen fluvio-deltaico, con influencia marina que suprayace de manera discordante sobre diversos basamentos ígneo-metamórficos. Se extiende desde el Cerro o tepui Roraima en Venezuela al este hasta la Sierra La Macarena en Colombia, al suroeste de la cuenca.

El clima de la región presenta en líneas generales un gradiente de aumento de precipitación hacia el sur y suroeste – suroeste (1.100 mm en Ciudad Bolívar 4.500 mm en Alto Erebató) y hacia las altiplanicies (tepuyes) o montañas graníticas donde ocurren fenómenos de formación de nieblas orográficas. Las temperaturas varían desde regíme-



## DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL DE LA CUENCA DEL ORINOCO

J. S. Usma.



**Figura 3.9** Mapa de las grandes regiones y corredores ribereños de la cuenca del río Orinoco.

nes macrotérmicos (28-36 °C) en las tierras más bajas de piedemonte que bordean las altiplanicies y montañas, hasta menores de 0 °C en las cumbres tepuyanas más altas como el Roraima, Chimantá, Auyantepui, Jaua-Sariasariñama y de los macizos graníticos como Sierra Maigualida, Parima y Pakaraima.

De esta región drenan ríos caracterizados básicamente por aguas oligotróficas con baja conductividad y baja cantidad de sedimentos, que van desde el este en el Tepui Roraima hasta el oeste, incluyendo sus estribaciones en las tierras de la margen izquierda del Orinoco Medio hasta la Serranía de La Macarena (Gansser 1974). Los ríos que conforman las cuencas de drenaje de la región son: Río Grande, Caroní, Aro, Caura, Cuchivero, Suapure, Cataniapo, Samariapo, Sipapo, Ventuari, Atabapo, Inírida y Guaviare en La Macarena.

Esta subregión cuenta con ríos como el Caroní y el Caura de alta descarga media anual (Zinck 1977). Estos cauces se inician en las mesetas y piedemontes de los tepuyes en altitudes de 2000-2800 m.s.n.m. y descienden normalmente encajados, siguiendo líneas de fallamientos hasta terrenos bajos de valles sedimentarios, donde pueden formar cauces meándricos y planicies de inundación intramontanas para luego entrar de nuevo en zonas de control estructural con valles encajados. La pendiente de estos cursos es así muy variable, experimentando desde caídas libres de hasta 2100 m en el Churummerú (Salto Ángel) del río Caroní e innumerables cascadas y cambios bruscos de nivel, donde ocurren los rápidos o raudales.

### La Orinoquia andina

Esta región comprende las estribaciones de los Andes tanto en la Cordillera Oriental de Colombia como en su conti-



C. Lasso.

nuación en la Cordillera de Mérida en Venezuela. Durante el período que va del Plioceno inferior al medio, ocurrió el levantamiento final de la Cordillera Oriental y quedó conformada la vertiente andina de la Orinoquia colombiana, que presenta un mosaico de ambientes, desde las cumbres nevadas y paramunas de las montañas, hasta el piedemonte llanero (van der Hammen 1974).

El eje montañoso de la cordillera comienza al norte con la Sierra Nevada del Cocuy, la parte más alta, con masas glaciares. Hacia el sur y con una altitud menor, se encuentran los macizos paramunos de Chingaza y Sumapaz, cuyas cimas de 4.000 a 4.500 m.s.n.m. no permiten la conservación de los nevados, aunque en sus escarpes se pueden observar formas del modelado glaciar. Se origina en el nudo de Almaguer situado al SO del país, como un ramal de la Cordillera Central y cuyo recorrido general se orienta hacia el NE hasta el macizo del Tamá o del Táchira en la frontera con Venezuela, donde después de la depresión de Burbúa o del Táchira se prolonga hacia el NE formando la Cordillera de Mérida.

Después de estos páramos la cordillera pierde altitud y forma una depresión en La Uribe, para luego levantarse en la Cuchilla de Los Picachos (3.800 m.s.n.m.), punto que marca el extremo sur de la vertiente andina de la Orinoquia. Este sector de elevada pluviosidad, con valores cercanos a 5.000 mm de precipitación, es muy diferente del resto de la vertiente, pues su formación geológica ocurrida en el Precámbrico, hace unos 1.200 millones de años, es tan antigua como la de la sierra de La Macarena.

La altitud es el principal factor regulador de los cambios de clima y de la organización espacial de las grandes formaciones vegetales de la vertiente andina, así como de la repartición de los tipos de suelos. De acuerdo con las observaciones de los investigadores Jean-Claude Thouret y Antoine M. Cleef, entre otros, en la vertiente andina de la Orinoquia se puede identificar la siguiente zonificación altitudinal:

- Piso glaciar y periglaciario, de 5.350 a 4.800 m.s.n.m.
- Alta montaña ecuatorial andina fría, de 4.800 a 3.200 m.s.n.m.
- Media montaña ecuatorial andina húmeda, de 3.200 a 2.000 m.s.n.m.
- Baja montaña ecuatorial andina cálida, de 2.000 a 500 m.s.n.m.

El rango altitudinal incluye desde los picos más altos (4000 m.s.n.m.) hasta aproximadamente los 200 m.s.n.m. Allí na-

cen los ríos Guaviare, Meta, Apure y Portuguesa. Algunos de los afluentes más importantes que drenan al Meta son los ríos Upía, Humea, Guayuriba y Casanare, y al Apure los ríos Uribante, Sarare, Santo Domingo y Masparro. En su recorrido por las montañas andinas, estos ríos presentan aguas transparentes, sus cauces acusan una pendiente pronunciada, lo que acelera la velocidad del escurrimiento y les confiere un aspecto de torrentes, corriendo sobre lechos pedregosos; las pendientes pueden llegar al 20%, en particular en las nacientes. Estos ríos tienen en consecuencia alta capacidad de transporte de sedimentos y materiales de considerable tamaño. Este acarreo es responsable, en último término, de los procesos erosivos y sedimentarios de la planicie de inundación del Orinoco, y puede significar entre 1000 y 1500 toneladas de partículas sólidas de variados tamaños, arenas y gravas hasta bloques, erosionadas por cada km<sup>2</sup> de cuenca (Zinck 1977). En este momento los ríos cambian su apariencia a ríos de aguas blancas. Los procesos erosivos y de transporte de sedimentos finos ocurren sin embargo en los piedemontes andinos.

### Orinoquia costera

Con activo metamorfismo cuyo ciclo orogénico comenzó en el Mioceno, el sistema montañoso de la Cordillera de la Costa se extiende en el norte de Venezuela en dirección oeste - este, alcanza aproximadamente 870 km de largo y una anchura variable entre 10 y 80 km (Huber 1984). Al oeste comienza en el Estado Yaracuy y culmina hacia el este bordeando la porción central de la costa venezolana con el Mar Caribe para luego reaparecer en la región septentrional de la Isla de Trinidad. En el norte, este sistema montañoso separa la región del Litoral Caribe, de las llanuras aluviales de la cuenca del Orinoco zona mejor conocida como llanos venezolanos cuya extensión es desplazada hacia el sur de la cordillera. La Cordillera de la Costa inicia su proceso de realzamiento durante el último período de la Era Mesozoica o Secundaria y es precisamente en el Cretáceo cuando se produce el levantamiento de, por lo menos, la serranía del Litoral de dicha Cordillera. Está constituida por rocas ígneas y metamórficas, sin embargo, en la parte sur del sistema, en la cadena del interior, afloran también rocas sedimentarias formadas entre el Cretáceo y el Paleoceno. El tramo central de la cadena del interior está formado por varios ejes montañosos, que configuran numerosas filas longitudinales, de orientaciones diversas. Se trata de un relieve muy disectado como consecuencia de la erosión. El pico más alto del ramal del interior de la cordillera de la Costa, cabeceras del río Guárico es el Pico Platillón (1930 m.s.n.m.). Al sur de estas formas montañosas principales, se encuentran unas formaciones calizas que originan montañas aisladas, conocidas



J. S. Usma.

## DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL DE LA CUENCA DEL ORINOCO

regionalmente como morros y entre los cuales destacan los de San Juan (Estado Guárico), San Sebastián (Estado Aragua) y Macaira (Estado Guárico).

Estos morros están formados por rocas calizas, que se depositaron bajo las aguas que cubrían esta zona en el Cretáceo y el Eoceno. Las fuerzas tectónicas plegaron el área, el calor y la presión metamorfizaron las calizas y las hicieron más resistentes que las rocas más próximas, las cuales fueron destruidas por la erosión.

Más hacia el sur, adosado a esta formación de morros, encontramos un paisaje caracterizado por pequeñas elevaciones que escasamente sobrepasan los 300 metros, constituidas por areniscas cubiertas por conglomerados, conocidos como galeras, entre ellas se distinguen las Galeras de El Pao y las de Ortiz.

Al oeste y al sur del macizo Oriental aparece una franja de estratos posteriores al Cretáceo que forman relieves de escasa elevación, compuestos por esquistos arcillosos y areniscas, con yacimientos ocasionales de carbón, como ocurre en Naricual, con estos relieves termina la cadena del interior y se inicia la depresión Central Llanera.

### La Orinoquia llanera

Su evolución comienza a finales del Mioceno y entrada del Pleistoceno, con los inmensos aportes de sedimentos fluvio-deltaicos provenientes de los ríos que drenaban las regiones montañosas andinas, costeras y guayanésas, y que finalmente es modelada durante los ciclos de transgresiones marinas y regresiones del Pleistoceno. Esta región está conformada por los ríos que discurren por las planicies altas y bajas desde el piedemonte andino (alrededor de 200 m.s.n.m.) hasta la confluencia con el Orinoco, a menos de 100 m.s.n.m.. Comprende cursos que nacen en las mismas planicies como el Capanaparo y el Cinaruco (planicies eólicas) (Iriondo 1997), pero en su mayor parte son ríos que se originan en los Andes y que discurren por los Llanos (por ejemplo los ríos Meta, Arauca, Apure y Portuguesa). Estos cursos, inicialmente de aguas transparentes, presentan cada vez más sedimentos finos que han ido recogiendo por la erosión lateral de los terrenos, tornándose turbios (aguas turbias o blancas). Cuando la pendiente disminuye, la velocidad se reduce, por lo que el curso comienza a trazar curvas y a formar meandros. Simultáneamente, y debido a las constantes salidas de madre con deposición de sedimentos, va realizando su lecho sobre la llanura circundante, lo que acentúa la inestabilidad del curso y facilita los cambios de cauce durante las crecidas anuales. La Formación Mesa del Pleistoceno Temprano y Medio, se extiende por

los llanos centro orientales (Estados Guárico, Anzoátegui y Monagas). También se encuentran algunos afloramientos en el sur del Estado Sucre y en el Estado Bolívar, inmediatamente al sur del río Orinoco. Está compuesta por gravas y arenas de grano grueso, y lentes discontinuos de limolita y arcilla. La Formación Mesa es producto de una sedimentación fluvio deltaica y paludal, resultado de un extenso delta que avanzaba hacia el este en la misma forma que avanza actualmente el río Orinoco (González de Juana *et al.* 1980). El mayor relieve de las cordilleras septentrionales aportaba a la sedimentación gravas y conglomerados en ambientes de abanicos aluviales cerca del piedemonte.

### Altilanura orinoquense

Es parte del plano no inundable por el cual fluyen los ríos que nacen en la planicie sedimentaria del Terciario-Cuaternario en Colombia. Los principales ríos son el Vichada, Mataven, Tuparro, Tomo y Bitá. Se ubican al oriente del bloque que demarca la falla tectónica del río Meta. Geológicamente está conformada por materiales sedimentarios acumulados en ambientes marinos y costeros, re-depositados al emerger la cordillera Oriental, donde ha sido sometida a procesos de intemperización y lavado profundo, lo cual ha disminuido su composición mineralógica y en consecuencia ha empobrecido sus suelos (Molano 1998). Posee drenajes con dirección este y sur y por lo tanto la Altilanura no pertenece únicamente a las sabanas del Meta-Orinoco, sino que también integra el área transicional de la Orinoquia y la Amazonia al sur y la transición con el Escudo Guayanés al oriente.

### Zona transicional Orinoco-Amazonas

De acuerdo con Molano (1998) esta región abarca una franja de extensos ecotonos entre sabanas y selvas al sur del río Vichada, que comprende las cuencas de los ríos Uva, Guayabero, Ariari, Guaviare, Inírida y Papunaua. Los paisajes integran geomorfológicamente un conjunto de altillanuras, proyección de la Altilanura llanera hacia el sur. Al sur del río Guaviare se encuentran todavía algunos segmentos de Altilanura con vegetación de sabana. Un poco más al sur, las superficies plioleistocénicas aparecen más onduladas y emergen dentro de ella formas colinares de edad paleozoica (Botero 1990). Las selvas alcanzan espacios significativos entre los interfluvios así como a lo largo de las vegas de los ríos. Son selvas de galería o de planicie aluvial muy semejantes a las selvas amazónicas propiamente dichas; se encuentran igualmente selvas ralas con pisos ocupados por herbáceas y subarbustivas y sobresuelos de arenas blancas, denominadas caatingas; finalmente se hallan selvas mucho más localizadas sobre afloramientos rocosos tipo serranías, colinas y montes islas, las cuales alcanzan una diferencia-



C. Lasso.

ción fisonómica en razón de la presencia de fragmentos del Escudo Guayanés, compuestas por rocas re-metamorfizadas con coberturas graníticas de escaso o nulo desarrollo edáfico y rigurosas condiciones ambientales.

### Los corredores ribereños inundables del cauce principal y sus afluentes

Los corredores ribereños pueden definirse como las áreas adyacentes a los cauces fluviales cuyas características medioambientales son influenciadas por la dinámica hidrológica anual de los cauces y sus características hidrogeoquímicas, presentándose como característica principal la presencia de paisajes de humedales.

Con una superficie total estimada en 97.000 km<sup>2</sup>, la planicie aluvial del río Orinoco representa uno de los humedales más importantes del Neotrópico (Amazonas 195.000 km<sup>2</sup>; Paraguay 142.000 km<sup>2</sup>) (Hamilton y Lewis 1990). Del total de tierras inundadas estacionalmente por el Orinoco y sus tributarios, unos 70.000 km<sup>2</sup> corresponden al delta interno del río Apure; 20.009 km<sup>2</sup> al delta costero (Delta Amacuro), 1.650 km<sup>2</sup> al delta interno del Ventuari y 7.000 km<sup>2</sup> a la planicie inundable asociada a su canal principal (Cressa *et al.* 1993).

A lo largo del curso principal del Orinoco siguiendo las clasificaciones hidrológicas, definimos los corredores ribereños de: a) Alto Orinoco, b) Orinoco Medio, c) Orinoco Bajo y d) delta del Orinoco. En sus tramos medio y bajo, el río Orinoco transcurre en un valle definido como un cajón encerrado por ambos lados (Zinck 1980), formando una planicie de inundación constituida por un ecosistema con componentes y una dinámica física y biótica muy complejos (Colonnello *et al.* 1986).

#### Corredor ribereño del Alto Orinoco

Termina aguas arriba del raudal Los Guaharibos, drenando exclusivamente tierras de la Orinoquia Guayanésa sur, como la cuenca del río Mavaca, el cual nace en la sierra de Urturán, en la parte más meridional de Venezuela. En cuanto a los afluentes y tributarios del Orinoco, los afluentes de la margen derecha, provenientes del Escudo, son los más importantes en el Alto Orinoco. Otro hecho sobresaliente de esta sección del Orinoco es, sin duda alguna, que a través del canal del Casiquiare se conectan las cuencas del Orinoco y el Amazonas (Río Negro).

#### Corredor ribereño del Medio Orinoco

Comprende las áreas ribereñas desde el raudal Los Guaharibos con los ríos Ocamo, Padamo, Cunucunuma, Yagua y Ventuari, drenando tierras de la Orinoquia guayanésa sur

que desembocan por la margen derecha. En este tramo, la zona de confluencia del Ventuari con el Orinoco conforma un humedal de gran importancia constituyendo el primer delta interno del Orinoco. Este corredor continua con las desembocaduras por su margen izquierda, del Atabapo-Inírida que drenan tierras bajas de planicies y ríos oligotróficos de la región Guayana Sur y el río Guaviare, afluente más caudaloso del Orinoco (8.000 m<sup>3</sup>/s), que nace en las cumbres nevadas del Páramo de Sumapaz. Al incluir sus innumerables meandros, es el tributario más largo (1.450 km) que drena una amplia superficie de la Orinoquia andina y sus piedemontes, la llanura amazónica al sur y los llanos húmedos al norte. En el tramo de confluencias del Orinoco, el Atabapo y Guaviare-Inírida se presentan lo que Alexander von Humboldt llamara la Estrella Fluvial del Sur, hoy conocida como Estrella Fluvial de Inírida. Siguen por la margen izquierda del Orinoco Medio, los ríos Vichada, Tuparro, Tomo y Bitá, que nacen en la llanura seca y eólica. Por la margen derecha están los ríos de la Orinoquia guayanésa, el Sipapo, Parguaza y Suapure.

#### Corredor ribereño del Bajo Orinoco

En los raudales de Atures comienza el Bajo Orinoco, donde confluye el segundo río más caudaloso y que aporta la mayor cantidad de sedimentos al Orinoco, el Meta. Este tiene sus cabeceras en la Orinoquia andina y sus piedemontes, llanos secos y llanos eólicos; luego están los ríos Cinaruco y Capanaparo que nacen en la llanura eólica y el Arauca (Orinoquia andina y sus piedemontes y los llanos inundables bajos). Posteriormente está el río Apure (Orinoquia andina y sus piedemontes, serranía del Interior, Cordillera de la Costa Central, llanos centrales altos y llanos inundables bajos) y Guárico (serranía del Interior, Cordillera de la Costa Central, llanos centrales altos y llanos inundables). Entre las confluencias de los ríos Arauca y Apure se forma el gran humedal conocido como el delta interno del Orinoco-Apure. Luego de este, los principales tributarios desde aguas arriba son los ríos Manapire, Cuchivero, Zuata, Caura, Aro y Caroní; de ellos, los ríos Manapire y Zuata se hallan en la margen izquierda del Orinoco. Luego están los afluentes del delta, entre ellos los que destacan el Tigre y su afluente el Morichal Largo y el Uracoa, que desembocan por la margen izquierda y occidental del delta, y los ríos Toro, Aquire y Amacuro que lo hacen por la margen derecha y meridional del mismo. El Bajo Orinoco, a diferencia de cómo lo hace en los tramos superiores, discurre por áreas de muy poca pendiente recibiendo grandes ríos de los Andes y llanos venezolanos por su margen izquierda como son el Meta, Capanaparo, Arauca y Apure y por su margen derecha, los ríos del Escudo (Cuchivero, Caura y Caroní).



## DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL DE LA CUENCA DEL ORINOCO

J. S. Usma.

### Corredor ribereño del delta del Orinoco

Tiene una superficie de 23.000 km<sup>2</sup> que se va incrementando en varios km<sup>2</sup> al año debido al aporte de sedimentos generados aguas arriba, estimados en 150 millones de toneladas por año, a los que se suma una cantidad importante de sedimentos provenientes de la cuenca amazónica y del Esequibo, que llegan al delta a través de la corriente marina de Guayana. Tiene más de 300 caños e innumerables islas fluviales. Entre los caños destacan Mánamo, Pedernales, Capure, Cocuina, Tucupita, Macareo, Mariusa, Araguao, Merejina y Río Grande, citados en el sentido de las agujas del reloj, siendo más importantes los de Mánamo, Macareo y Río Grande. Algunos caños no provienen del Orinoco sino que nacen como ríos en las tierras deltaicas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Albert J.S., N. Lovejoy, W. Crampton (2006) Miocene tectonism and the separation of cis- and trans-Andean river basins: Evidence from Neotropical fishes. *Journal of South American Earth Sciences* 21:14-27.
- Bernhard L., K. Verdin, A. Jarvis (2008) Hydrosheds. En línea: <<http://hydrosheds.cr.usgs.gov/>>.
- Berner E.K. & R.A. Berner (1987) *Global Water Cycle: Geochemistry and Environment*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs New Jersey. 398pp.
- Boadas R.A. (1983) *Geografía del Territorio Federal Amazonas. ARIEL-SEIX, Barral Venezolana*. Caracas, Venezuela. 239pp.
- Botero P. (1990) *Proyecto Orinoquia-Amazonia colombiana. Informe final*. IGAC. Bogotá, Colombia.
- Colonnello G., S. Castroviejo, G. López (1986) Comunidades vegetales asociadas al Río Orinoco en el sur de Monagas y Anzoátegui. *Mem. Soc. Ci. Nat. La Salle* 151:127-165.
- Cressa C., E. Vásquez, E. Zoppi, J. Rincón, C. López (1993) Estado actual de los estudios limnológicos en Venezuela. *Interciencia* 18:237-248.
- DANE (2005) Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Colombia. Datos estimados para el 2005.
- Díaz de Gamero M.L. (1996) The changing course of the Orinoco River during the Neogene: a review. *Palaeo* 123:385-402.
- Espriella R., C. Flórez, J. Galvis, C. González, J. Mariño, H. Pinto (1992) *Geología Regional del Norte de la Comisaría del Vichada. Geología Colombiana* (17).
- Fischer G., F. Nachtergaele, S. Prieler, H.T. van Velthuizen, L. Verelst, D. Wiberg (2008) *Global Agro-ecological Zones Assessment for Agriculture (GAEZ 2008)*. IIASA, Laxenburg, Austria and FAO, Rome, Italy.
- Galvis G., J.I. Mojica, P. Sanchez-Duarte, M. Arce, A. Gutiérrez, L.F. Jimenez, M. Santos, S. Vejarano, F. Arbeláez, E. Prieto, M. Leiva (2006) *Peces del medio Amazonas Región Leticia. Series de Guías Tropicales de Campo. Conservación Internacional*.
- Gansser A. (1974) The Roraima Problem (South America). *Verhandl. Naturf. Ges. Basel* 84:80-100.
- Gasson R. (2002) Orinoquia: the archeology of the Orinoco River Basin. *Journal of World Prehistory* 16:237-311.
- González de Juana C., J. Iturralde de Arozena, X. Picard (1980) *Geología de Venezuela y de sus Cuencas Petrolíferas. II tomo*. Ed. Foninves. Caracas. 1021pp.
- Global Runoff Data Centre - GRDC (1996) *Second Interim Report in the Arctic River Database for the Arctic Climate System Study (ACSYS)*. Report 12. Federal Institute of Hydrology Koblenz, Germany.
- Hamilton S. & W. Lewis (1990) Physical characteristics of the fringing floodplain of the Orinoco river, Venezuela. *Interciencia* 15:491-500.
- Helferich G. (2004) *Humboldt's Cosmos. Alexander von Humboldt and the Latin American Journey That Changed the Way We See the World*. Gotman books. United States of America. 342pp.
- Hoorn C. (1993) Marine Incursions and the influence of Andean Tectonics on the Miocene depositional history of northwestern Amazonia: results of a palynostratigraphic study. *Paleogeog. Pleoclim. Palaecoecol.* 105:267-309.
- Huber O. & C. Alarcón (1988) *Mapa de Vegetación de Venezuela. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables y The Nature Conservancy*. Caracas.



C. Lasso.

- Huber O. (1984). Mapa de Vegetación de Venezuela. Oscar Todtmann editores. Caracas.
- INE (2005) Instituto Nacional de Estadística. Venezuela. Datos estimados para el año 2005. En línea: <http://www.ine.gov.ve>.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC (1999) Paisajes Fisiográficos de Orinoquía – Amazonía (ORAM) Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. *Análisis Geográficos* No. 27 – 28.
- Iriondo M.H. (1997) Models of Deposition of Loess and Loessoids in the Upper Quaternary of South America. *Journal of South American Earth Sciences* 10(1):71-79.
- Junk W. (1982) Amazonian floodplains: their ecology, present and potential use. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 15(4):285-321.
- Lasso C. (2004) Los Peces de la Estación Biológica El Frío y Caño Guaritico, Estado Apure, Llanos del Orinoco, Venezuela. Publicaciones del Comité Español del Programa MaB y de la Red IberoMaB de la UNESCO, N° 5.
- Lundberg J.G., L.G. Marshall, B.H. Guerrero, M.C. Malabarba, F. Wesselingh (1998) The stage for neotropical fish diversification: A history of tropical South American rivers. Pp. 13-48. En: L.R. Malabarba, R.E. Reis, R.P. Vari, Z.M. Lucena, C.A.S. Lucena (eds.) Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes: EDI-PUCRS (Editora Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul), Porto Alegre, Brazil.
- Mayorga M. & M. Vargas (1995) Caracterización Geoquímica y facial de las rocas potencialmente generadoras de hidrocarburos en las formaciones del Cretáceo y Terciario inferior en la Cordillera Oriental. Trabajo de grado, departamento de Geociencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Marshall L.G. & J.G. Lundberg (1996) Technical Comment: Miocene deposits in the Amazonian foreland basin. *Science* 237:123-124.
- Molano J. (1998) Biogeografía de la Orinoquia Colombiana. Pp. 96-101. En: C. Domínguez (ed.) Colombia Orinoco FEN., Bogotá, FEN Colombia.
- Navarrete R.E. (1995) Geología de las áreas muestras Puerto Lopez-Puerto Gaitán, Poryecto ORAM, informe interno IGAC, Subdirección de Geografía.
- Priem H., S. Kroonenberg, N. Boelrijk, E. Hedeba (1989) Rb-sr and K-Ar evidence for the presence of a 1.6 Ga basement underlying the 1.2 Ga Garzón-Santa Marta granulite belt in the Colombian Andes. *Precambrian Research* 42:315-324.
- Rod E. (1981) Notes on the shifting course of the ancient Río Orinoco from late Cretaceous to Oligocene time. *Geos* 26:54-56.
- Sioli H. 1965. Bemerkung zur typologie amazonischer flusse. *Amazoniana* 1:74-83.
- Sioli H. 1975. Tropical rivers as expressions of their terrestrial environments. Pp. 275-288. En: F. Goley & E. Medina (eds.) Tropical Ecological System. Trend in terrestrial and aquatic research. Springer-Verlag, New York Inc.
- Stallard R.F. (1985) River Chemistry, Geology, Geomorphology, and Soil in the Amazon and Orinoco Basins. Pp. 293-316. En: Drever J.L. (ed.) "The Chemistry of Weathering". Reidel, Dordrecht, The Netherlands.
- Tassinari C.C.G. (1996) O Mapa Geocronológico do Craton Amazônico no Brasil: Revisão dos Dados Isotópicos. São Paulo, (Tese de Livre Docência) Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Tassinari C.G. & J.B. Macambira (1999) Geochronological provinces of the Amazonian Craton. *Episodes* 22(3):174-182.
- Teixeira W., C.C.G Tassinari, U.G. Cordani & K. Kawashita (1989) A review of the geochronology of the Amazonian Craton: Tectonic Implications. *Precambrian Research* 42:213-27.
- Van der Hammen T. (1974) The Pleistocene changes of vegetation and climate in tropical South America. *Journal of Biogeography* 1:3-26.
- Vegas-Villarrubia T, J. Paolini, R. Herrera (1988) A physico-chemical survey of blackwater rivers from the Orinoco and the Amazon basins in Venezuela. *Arch. Hydrobiol* 111:491-506.
- Vila M.A. (1950) Las Regiones Naturales de Venezuela. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Filosofía y Letras. Vargas. Caracas. 202pp.
- Villota H. (1997) Una Nueva Aproximación a la Clasificación Fisiográfica del Terreno. *Revista CIAF* 15:83-115.
- Weibezahn F. (1990) Hidroquímica y sólidos suspendidos en el alto y medio Orinoco. Pp. 81-119 En: F. Weibezahn, H. Alvarez & W. Lewis Jr. (eds.) El río Orinoco como ecosistema. Impresos Rubel, Caracas, Venezuela.
- Wesselingh F. (2008) Molluscan Radiations and Landscape Evolution in Miocene Amazonia. *Annales Universitates Turkuensis. Sarja-Ser. AII OSA - Tom. 232. Biologica - Geographica - Geologica.* 41pp.
- Zinck A. (1977) Ríos de Venezuela. Lagoven. Ed. Cromotip. Caracas. 63pp.
- Zinck A. (1980) Valles de Venezuela. Cuadernos Lagoven. Cromotip. Caracas. 150pp.



Atardecer en Casanare. Foto: A. Navas.