

Zeitschrift:	Candollea : journal international de botanique systématique = international journal of systematic botany
Herausgeber:	Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève
Band:	44 (1989)
Heft:	2
Artikel:	Interpretación preliminar del medio físico y de la vegetación del Chaco Boreal : contribución al estudio de la flora y de la vegetación del Chaco I.
Autor:	Ramella, Lorenzo / Spichiger, Rodolphe
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-879631

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 11.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Interpretación preliminar del medio físico y de la vegetación del Chaco Boreal

Contribución al estudio de la flora y de la vegetación del Chaco. I.

LORENZO RAMELLA
&
RODOLPHE SPICHIGER

RÉSUMÉ

RAMELLA, L. & R. SPICHIGER (1989). Interprétation préliminaire du milieu physique et de la végétation du Chaco Boréal. I^e contribution à l'étude de la flore et de la végétation du Chaco. *Candollea* 44: 639-680. En espagnol, résumés français et anglais.

La pénéplaine qui constitue le Chaco est d'origine alluviale. Dans le Chaco sec, dominent des systèmes hydrologiques endoréiques souvent dégradés, alors que dans le Chaco humide ce sont des systèmes exoréiques (à activité continue), qui dominent. Sur cette base les auteurs distinguent une paléohydrographie (Chaco sec) et une néohydrographie (Chaco humide). Le relief est formé de dépressions éparpillées (principalement conséquence de l'hydrologie), ou de dunes (conséquence d'accumulations alluviales modelées par les vents), ou encore de collines (conséquence d'accidents tectoniques). Sur la base de l'analyse du milieu physique, les auteurs considèrent 2 grands types de végétation: la végétation des paysages alluviaux et la végétation des accidents tectoniques. Ces deux types de végétation dépendent des conditions écologiques propres à ces milieux, de même que de l'origine des éléments floristiques. La formation climax des paysages alluviaux du Chaco sec est une forêt extrêmement xéromorphe à *Aspidosperma quebracho-blanco* ("quebrachal"), alors que dans le Chaco très humide elle est constituée par une savanne-palmeraie à *Copernicia australis* ("palmares"). L'action de la géomorphologie sur la distribution de l'eau est à l'origine des formations édapho-climatiques, telles que les mosaïques du Chaco humide. Dans le cas des collines, une forêt haute à *Anadenanthera colubrina* est la formation typique. Celle-ci se trouve associée à d'autres formations déterminées par le relief et les volumes d'eau.

ABSTRACT

RAMELLA, L. & R. SPICHIGER (1989). Preliminary interpretation of the physical environment and of the vegetation of the northern Chaco. I. Contribution to the study of the flora and vegetation of the Chaco. *Candollea* 44: 639-680. In Spanish, French and English abstracts.

The Chaco is a vast alluvial plain the dry areas of which are dominated by ephemeral, local water courses which change from year to year, whereas the wet parts are drained by persistent rivers. On this hydrological basis the present authors recognize a palaeohydrography (the dry Chaco) and a neo-hydrography (the wet Chaco). The topography of the landscape is made up of sparse depressions (principally a consequence of the regional hydrology), of dunes (alluvial deposits remodelled by winds), and of hills (due to tectonic activity). An analysis of the physical environment leads the authors to distinguish two main types of vegetation, viz. alluvial and tectonic, the origins of which seem to be the different ecological conditions prevailing in the level and the elevated tracts respectively, and the different origins of the floral elements. The climax plant formation of the alluvial areas in the dry Chaco is the extremely xeromorphic quebracho (*Aspidosperma quebracho-blanco*) forest, whereas in the very wet Chaco it is made up of a palm (*Copernicia australis*) savana. The edaphic climax formations, such as the mosaic vegetation of the wet Chaco, are due to geomorphological consequences on the distribution of water. As to the hills a tall *Anadenanthera colubrina* forest is typical. It is found together with other formations depending on water supply and topography.

I. Introducción

En 1982, cuando el Conservatorio y Jardín Botánicos de la Ciudad de Ginebra y el Missouri Botanical Garden de St-Louis (USA) decidieron editar la obra, "Flora del Paraguay", estaba claro que dentro de los límites políticos del Paraguay existían, y existen hoy naturalmente, regiones donde la flora y la vegetación son todavía poco conocidas. Esto nos incitó a establecer, en 1987, un programa de investigaciones botánicas sobre la más grande de estas regiones, el Chaco. Hoy, al dar a conocer los primeros resultados de nuestros estudios, inauguramos una serie temática de contribuciones sobre su flora y su vegetación. En esta serie — publicación independiente de las "Notulae ad Floram paraquaiensem", puesto que éstas tratan exclusivamente de temas vinculados con la redacción de la "Flora" — nos proponemos reunir los estudios, ya sean fruto de nuestra propia investigación o no, que conciernan al Chaco, sensu lato: Chaco boliviano, argentino, brasileño o paraguayo. Por lo tanto, los límites geográficos de estos estudios son los del Gran Chaco sensu HUECK (1978): Paraguay occidental, sureste boliviano, norte argentino, y una pequeña parte del suroeste brasileño. Sin embargo, se aceptarán también artículos que traten de zonas allende a los estrictos límites fitogeográficos del Chaco (por ejemplo sobre el Gran Pantanal, el bosque tucumano-boliviano, el Mato Grosso o sobre el nordeste brasileño), es decir, los artículos que contribuyan a la comprensión del problema chaqueño.

Los objetivos de nuestras investigaciones son:

- describir la vegetación y la flora de los distintos ambientes chaqueños;
- evidenciar los parámetros que influyen en la composición florística y en la vegetación (suelo, clima, geomorfología, etc.);
- elaborar ciertas hipótesis que permitan explicar el origen, la evolución y la permanencia de las formaciones chaqueñas.

En la primera fase, durante tres expediciones, hemos recorrido una gran parte del Chaco paraguayo. Nuestras observaciones y colecciones nos han permitido elaborar las primeras hipótesis e imaginar los modelos de los sistemas chaqueños que presentamos aquí. En la próxima contribución, describiremos las principales formaciones vegetales.

En la segunda fase, usando como base la clasificación empírica de las formaciones chaqueñas establecida durante la primera fase, estudiaremos la importancia y la distribución de estas formaciones con la ayuda de datos satelitarios y métodos estadísticos asociados a la fotointerpretación clásica y a la fitosociología. Una reseña bibliográfica, que completará los estudios de campo, revelará los conocimientos que se tienen actualmente del Chaco (geología, climatología, edafología, geomorfología, vegetación, etc.). De esta manera, la bibliografía y los estudios de campo contribuirán a criticar y a verificar los primeros modelos elaborados sobre bases empíricas.

Para una introducción de carácter general al estudio del Chaco remitimos al lector a SPICHEGER & RAMELLA (1989) y a la bibliografía de ese artículo.

II. El medio físico chaqueño

Tratar de describir el Chaco no es tarea fácil, dada la superficie de esta vasta región (\pm un millón de km²). Una descripción basada solamente en observaciones, aunque esté enriquecida con algunos elementos bibliográficos, puede llevar a simplificaciones abusivas.

I. Clima

El clima chaqueño se caracteriza por dos cuadros meteorológicos alternantes:

- a) *Cuadro con vientos dominantes del sector nornoroeste.* Estos vientos, dominantes durante el verano y asociados a bajas presiones, traen masas de aire caliente, muy húmedas en el estío y más secas durante el invierno. En verano, con humedad relativa elevada y masas de aire inestables, se producen precipitaciones aisladas poco intensas (\pm 10 mm)

y cortas, son los “chaparrones” o “chubascos”. El invierno se caracteriza por tormentas muy fuertes de viento norte, sin lluvia (baja humedad relativa del aire). Un viento muy violento, procedente del norte, es siempre signo de un próximo cambio meteorológico.

- b) *Cuadro con vientos dominantes del sector sursureste.* Estos vientos traen masas de aire frías y secas. Están asociados a sistemas de alta presión y, por lo tanto, predomina la estabilidad de las masas de aire. En invierno, la temperatura puede bajar hasta 0°C en las noches de cielo despejado. Es el cuadro dominante durante el invierno.

La sucesión de los cuadros, de viento norte y de viento sur, se debe a la llegada de un frente frío acompañado, a menudo, de violentos huracanes. Durante el paso del frente frío, se dan precipitaciones generalmente importantes, tanto en intensidad (20-120 mm) como en duración (4-5 horas a 24-30 horas). Son lluvias típicas del verano.

La posición y la circulación estacional de las altas presiones de origen subtropical y de las bajas de origen ecuatorial explican la alternancia de estos cuadros peculiares del clima chaqueño, caracterizado por los veranos lluviosos y los inviernos secos. La sequía se extiende aproximadamente entre los meses de mayo a octubre; las lluvias se concentran de noviembre a abril, la pluviosidad máxima se da en los meses de diciembre y enero. El promedio de la precipitación anual se sitúa entre 400 mm y 1300 mm, según las zonas consideradas (Fig. 1).

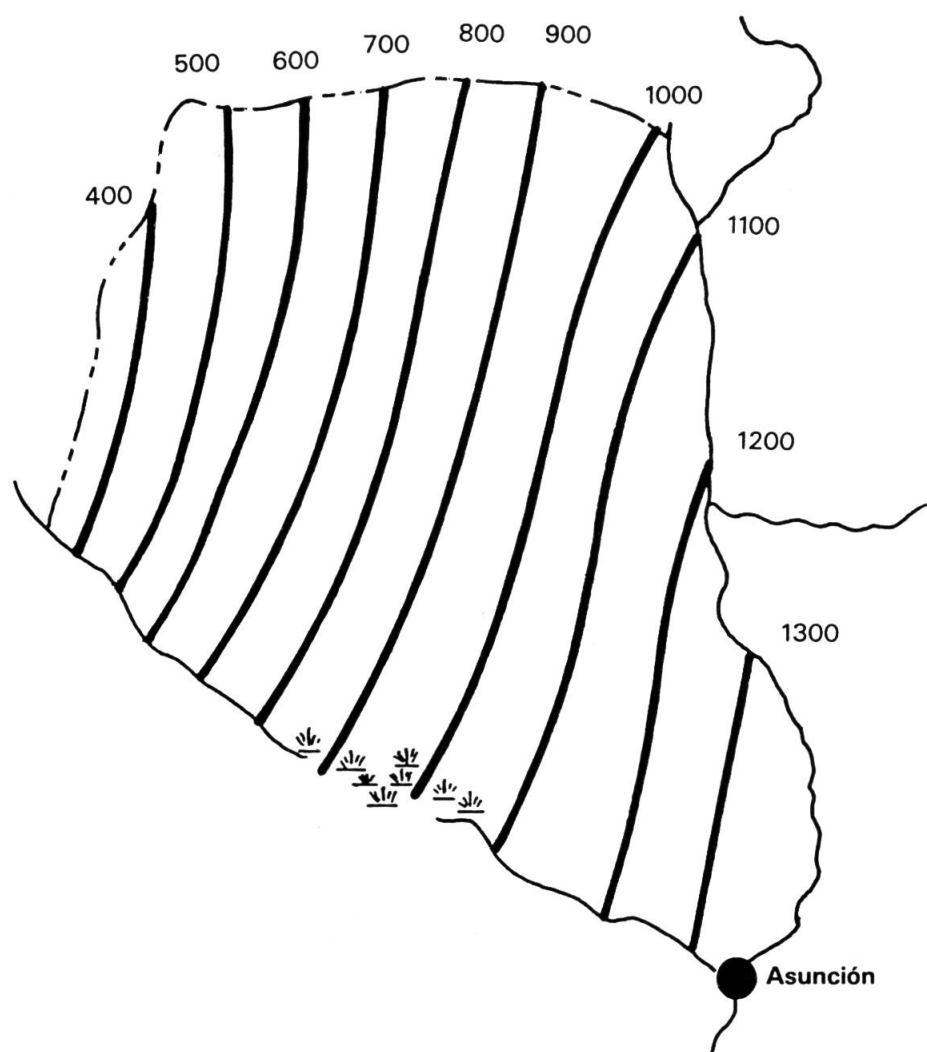


Fig. 1. — Chaco paraguayo, precipitación media anual en mm (período 1951-1980, datos del Serv. Nac. Meteo. Paraguay).

Las precipitaciones se caracterizan por su irregularidad:

- 1) *Irregularidad de carácter anual:* los meses de mayores precipitaciones no siempre corresponden al verano propiamente dicho (Fig. 2), en efecto, las épocas de relativa sequía o de lluvia pueden alargarse o acortarse.

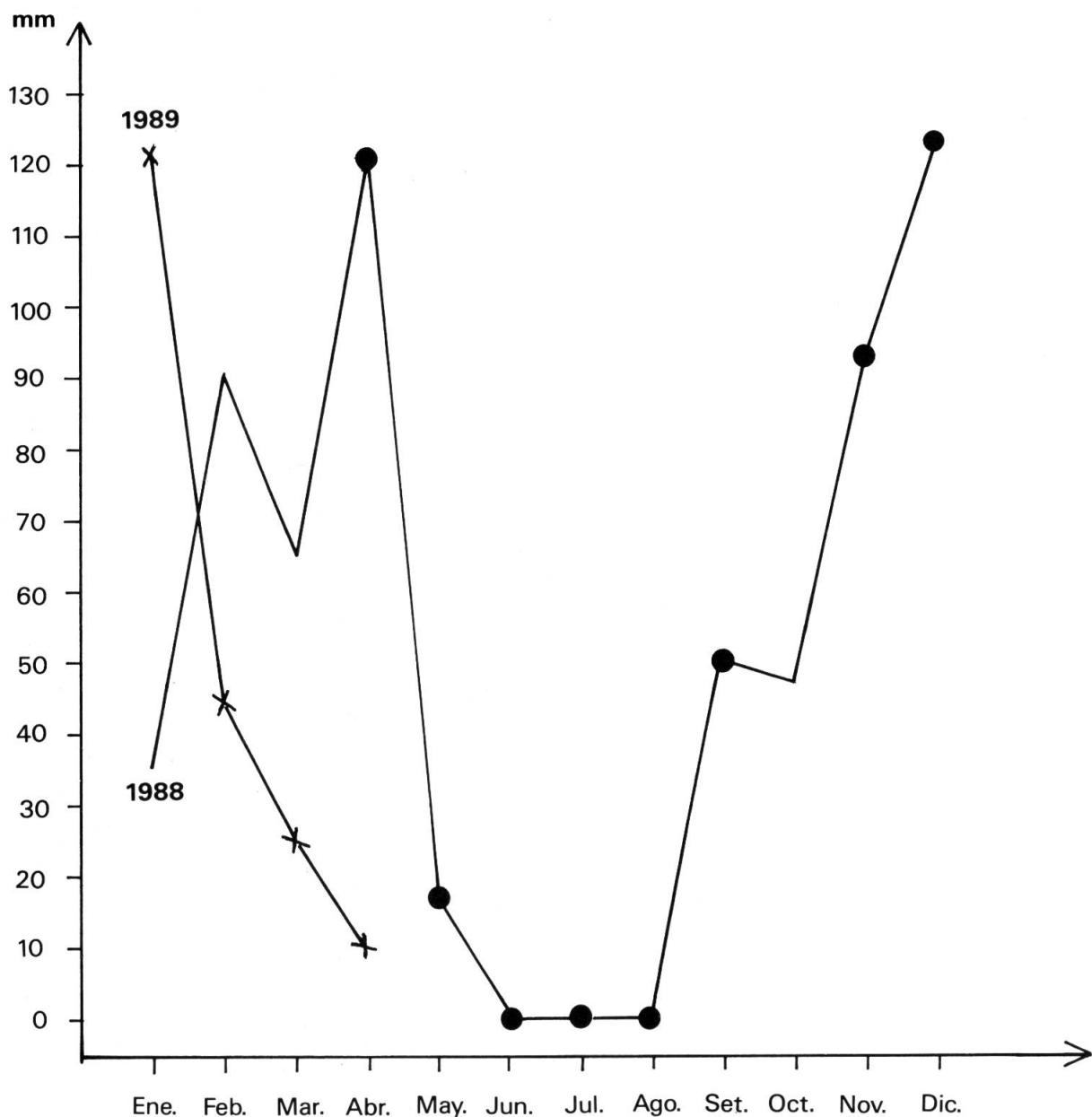


Fig. 2. — Totales mensuales de las precipitaciones en mm (destacamiento 4 de Mayo, Dep. Chaco) (período: enero 1988 — abril 1989).

- 2) *Irregularidad de carácter local:* hemos comprobado muchas veces que se dan fuertes precipitaciones en algunos lugares mientras que en otros, distantes apenas de 2-3 km, no llueve nada. Esta distribución pluvial irregular en el espacio explica la existencia de pequeños períodos estivales de sequía (algunas semanas) geográficamente localizados.

Por otra parte, varios estancieros chaqueños nos han confirmado la existencia de ciclos, 10-20 años, de tendencia a mayores precipitaciones que alternan con ciclos más secos de igual duración.

En cuanto a la temperatura, la alternancia descrita más arriba es responsable de la diferencia de los niveles registrados. Durante el verano, el termómetro sube hasta 45-48°C en el oeste del Chaco paraguayo. En invierno, la temperatura nocturna desciende hasta 1-2°C e, inclusive, hasta 0°C (escarchas), debido a la intrusión de masas de aire frío procedente del sur; pero, durante el día el mercurio puede alcanzar, a pesar de todo, los 30-35°C.

2. Hidrología

A menudo, al hablar del Chaco se piensa en una inmensa llanura que se extiende monótona hasta el horizonte. Y, de hecho, a pesar de la existencia de algunos contados accidentes geológicos que emergen aquí y allá, el Chaco llama realmente la atención por la pobreza de su geomorfología. Sin embargo, el territorio no es tan fácil de analizar como podría sugerir la pobreza de sus formas. Al contrario, la ausencia de huellas geomorfológicas, profundas y bien marcadas, no nos permite reconstituir la evolución de los paisajes actuales y debemos buscar en otra parte los elementos necesarios que nos ayuden a lograr esa reconstitución.

Existe un solo elemento que constituye la llave maestra: el agua. Para conocer el Chaco, para discernir sus formas y su vegetación, hay que conocer la distribución de sus aguas.

En primer lugar está la distribución de origen climático que proporciona la precipitación anual, su repartición temporal explica la escasez y el exceso. En segundo lugar está la distribución condicionada por el relieve, que determina la estructuración de las aguas en sistemas hidrográficos. De esos sistemas derivan las trayectorias de las masas de agua y la evolución geomorfológica (formas modernas, degradadas, fósiles, etc.).

Los paisajes actuales son, entonces, expresiones del agua considerada como factor climático y morfológico al mismo tiempo.

2.1. Sistemas hidrográficos de origen andino

La llanura chaqueña situada al pie de la Cordillera de los Andes recibe gran parte de las aguas pluviales andinas por medio de tres ríos: el Bermejo (Argentina), el Pilcomayo (Bolivia, Argentina, Paraguay) y el Parapití (Bolivia) (Fig. 3). Solamente dos de ellos, el Bermejo y el Pilcomayo, cruzan completamente el Chaco de oeste a este.

Centraremos nuestra atención sobre los ríos andinos que influyen en los paisajes del Chaco Boreal: el Pilcomayo y el Parapití. Éstos se caracterizan principalmente:

- a) por tener régimen de aguas altas en verano y régimen de estiaje en invierno, debidos a la abundancia o escasez de lluvias en la cordillera andina;
- b) porque las cuencas principales que los alimentan se sitúan en los Andes, a varios cientos de kilómetros del Chaco. La magnitud de esas cuencas determina la potencia de los ríos, así como su capacidad para cruzar zonas áridas donde la alimentación en agua es escasa, en comparación con las cuencas de la cordillera.

Río Pilcomayo

El curso de este río puede dividirse en dos secciones:

- a) *Sección andina*: ocupa el fondo de valles profundos que el río contribuyó a excavar. Su cauce es ancho, característico de los ríos de estiaje muy bajo y de aguas altas veraniegas. Su dirección principal, perpendicular a los Andes, va de oeste a este. El río nace en la zona de Potosí a unos 300 km del Chaco.
- b) *Sección chaqueña*: puede subdividirse en tres partes: *curso superior*: desde su salida de la cordillera hasta el noroeste del Estero Patiño. Se caracteriza por un cauce ancho (varios cientos de metros), bien definido y con barrancos altos (3-5 m) en ambas riberas; *curso medio*: desde el noroeste hasta el sureste del Estero Patiño. Deja de ser el cauce bien definido y ancho del curso superior para dar lugar a una sucesión de brazos pasajeros que se obstruyen y se abren sucesivamente, para perderse más tarde en la zona pantanosa del Estero Patiño; *curso inferior*: desde el límite sudeste del Estero Patiño hasta su desembocadura.



Fig. 3. — El Chaco.

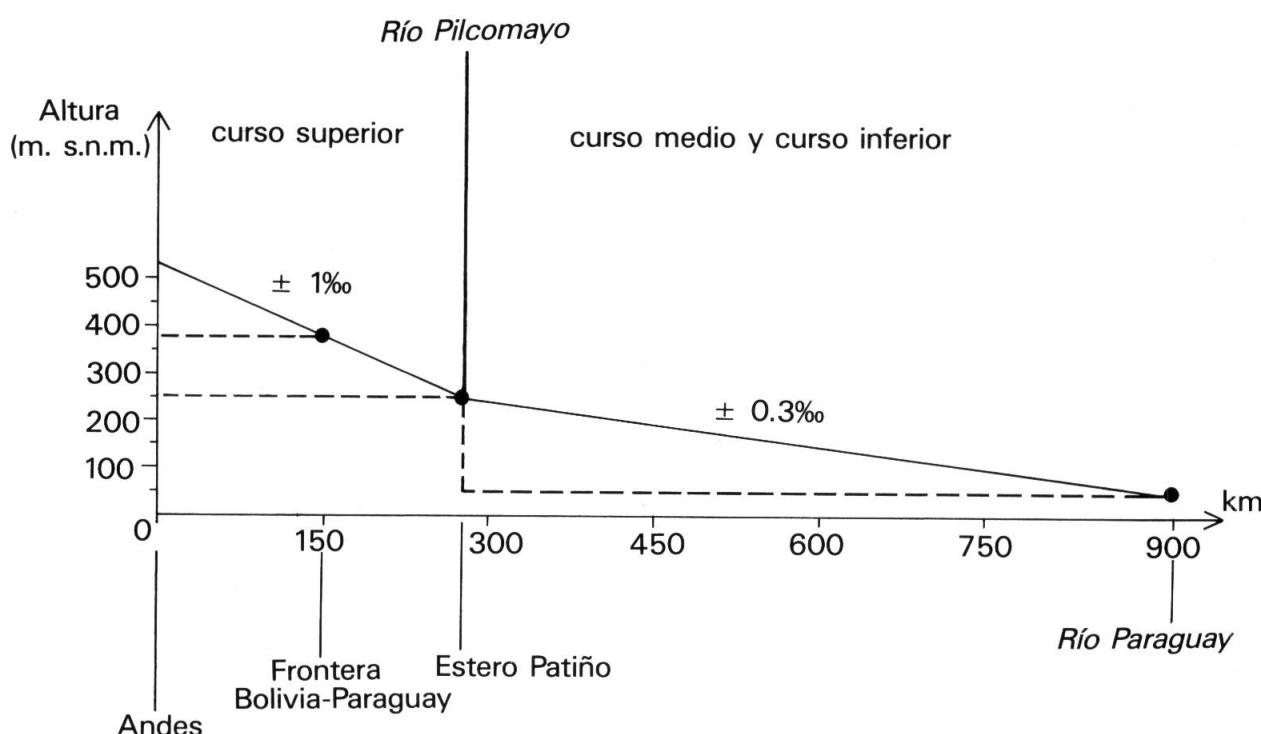


Fig. 4. — Estimación de las pendientes del Río Pilcomayo de los Andes al Río Paraguay.

dura en el Río Paraguay. Aquí tiene de nuevo un cauce bien definido y caracterizado por los meandros.

La división del curso chaqueño en tres partes se explica analizando la pendiente de las zonas que atraviesa (Fig. 4). Los valores elevados de la pendiente a la salida de los Andes justifica el curso bien definido y recto del río en su sección superior (mayor velocidad, caudal importante). Sobre la pendiente reducida de la sección media, la velocidad del agua disminuye y los aluviones en suspensión se sedimentan llegando a colmatar el cauce; entonces, las aguas buscan otros caminos y ocupan de nuevo antiguos cauces. El clima árido del Chaco y el estiaje muy bajo del invierno aumentan la pérdida de agua, por evaporación e infiltración, lo que explica la desaparición del río en esteros. Una alimentación insuficiente de agua (tanto en la sección andina como en la chaqueña) hace que el curso no sea continuo desde los Andes hasta el Río Paraguay. El cambio, un curso definido en la sección inferior, aunque sinuoso y divagante por falta de pendiente en este tramo, se puede explicar por el aumento de caudal, debido al gradiente más alto de precipitaciones en el sudeste del Chaco (Fig. 1).

Río Parapití

Su curso, al igual que el del Pilcomayo, se divide en *curso andino* y *chaqueño*.

El *curso andino* es más corto que el del Pilcomayo (± 150 km), y por lo tanto, el caudal reunido en las cuencas andinas es inferior. El *curso chaqueño* es como el del Pilcomayo y también desaparece en zonas de esteros, en los Bañados del Izozog en este caso. Igualmente aquí tienen lugar los procesos de sedimentación y atoramiento del cauce. Al parecer, el Izozog tiene un desagüe al norte, cuando las aguas de verano alcanzan una altura que lo permite. No hay que excluir ciertas conexiones laterales con el Río Grande, debido a su relativa proximidad.

A la salida de los Andes, el río se dirige hacia el este, luego se inclina hacia el noreste dentro de la llanura chaqueña y, finalmente, toma el rumbo del norte desde los $19^{\circ}30'S$.

2.2. Sistema hidrológico originado en el Gran Pantanal (Río Paraguay)

Si bien no se puede considerar el Río Paraguay como típicamente chaqueño, éste delimita la zona chaqueña por el este y constituye el nivel de base que pueden alcanzar los sistemas hidrográficos chaqueños.

Originario del Gran Pantanal, en Mato-Grosso (Brasil), el Río Paraguay de unos 2500 km de longitud se dirige de norte a sur hasta su desembocadura en el Río Paraná. Tiene una declividad media de 10 m/100 km y su curso forma amplios meandros (PUTZER, 1962).

Su régimen se caracteriza por aguas altas desde marzo a septiembre debido a las lluvias estivales, la altura máxima se da en mayo-junio. En el verano, el río puede alcanzar unos 8-10 metros sobre el nivel de estiaje, ocasionando inundaciones que se extienden en ambas riberas hasta 30-40 km tierra adentro.

2.3. Los sistemas hidrográficos de origen chaqueño

La clásica división del Chaco, "Chaco seco" al oeste y "Chaco húmedo" al este, es la expresión de un gradiente pluviométrico (Fig. 1), que a su vez condiciona los sistemas hidrográficos chaqueños. Éstos tienen en común la trayectoria de las aguas de oeste a este pues siguen la pendiente general de la llanura (Fig. 5). Además, son todos sistemas característicos de llanura, es decir, con cauces poco profundos pero muy anchos y con amplios meandros. Se exceptúan, naturalmente, los sistemas vinculados con cerros y serranías; en estos casos la trayectoria de las aguas y los cauces angostos y profundos están regidos por el relieve más accidentado.

Las lluvias preponderantes del verano, características del clima de esta región, determinan el régimen de los ríos que componen el sistema hidrográfico chaqueño. Este régimen puede calificarse de sencillo, puesto que únicamente obedece a la influencia de las lluvias veraniegas.

Muchos de estos ríos se caracterizan por ser *endorreicos*, aunque coexisten con ríos *exorreicos*.

2.3.1 Hidrografía del "Chaco seco"

En el "Chaco seco" predominan los ríos que no llegan al nivel de base, es decir al Río Paraguay; son ríos que empiezan y terminan en la llanura (*endorreicos*). La red fluvial es menos densa en esta región que en el "Chaco húmedo" (Fig. 5).

Estos sistemas hidrográficos del "Chaco seco" presentan diversas gradaciones evolutivas y prácticamente son los únicos elementos que ocasionan algunos declives, algunas depresiones, etc. en la llanura.

Sistemas activos: los ríos

Los ríos discontinuos del "Chaco seco" se caracterizan por sus regímenes irregulares debidos a bruscas crecidas más o menos duraderas, según la importancia de las precipitaciones veraniegas. En invierno o al cese de las precipitaciones el estiaje es nulo. En la llanura, estas bruscas y violentas crecidas tienden a aumentar el ancho del cauce por erosión lateral. Al final de la riada, cuando el caudal disminuye, el exceso del material aluvial se deposita y el cauce vuelve a llenarse. Así, al trasladar los aluviones de un lugar a otro, los ríos cierran unos cauces y abren otros nuevos. La crecida se agota poco a poco a lo largo del curso fluvial por infiltración, por exceso de carga aluvial y por la baja velocidad. La erosión lateral y la acumulación de aluviones, debidas a caudales potentes pero irregulares, impiden la formación de un río continuo hasta su nivel de base dando lugar a los sistemas dichos *endorreicos*.

Estos ríos *endorreicos* son característicos del "Chaco seco" (Fig. 5). El más conocido es el Río Timane (en el dpto. Chaco en Paraguay). Sus crecidas obedecen a las lluvias de la zona de Sierra León — Cerro Cabrera. [Al contrario de lo que afirma PUTZER (1962), el curso de este río corre de oeste a este]. Otro ejemplo, aunque un poco distinto, se da en la depresión de Palmar de las Islas, al norte del Paraguay en la frontera con Bolivia; en este caso se trata del escurrimiento de las aguas en depresiones, de unos 50-60 metros por debajo de la llanura chaqueña, alimentadas en verano desde la zona de San Miguel al norte (Fig. 5).

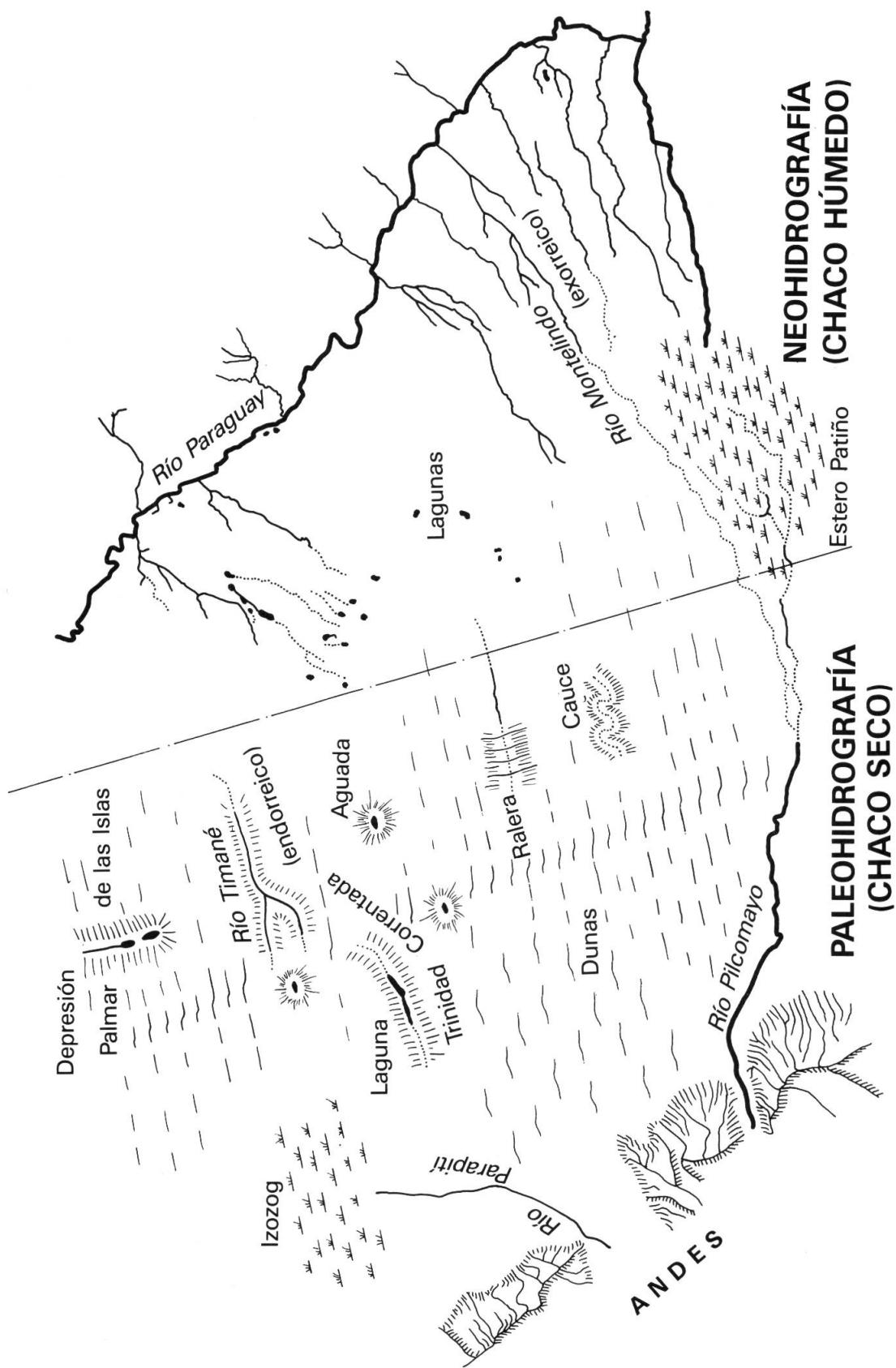


Fig. 5. — Hidrografía del Chaco.

Sistemas degradados

La evolución y la degradación de los sistemas hidrológicos chaqueños están vinculadas a las características del endorreísmo: erosión lateral y acumulación. De esta manera se crean cauces cerrados y se desarrollan nuevas secciones activas. Otro factor importante es la frecuencia de las crecidas: cuanto más raras más rápidamente se morcelan los sistemas jerarquizados y solamente subsisten algunas secciones activas al final del proceso.

- a) *Los “cauces”*: (Foto 1) son antiguos lechos fluviales de longitud variable y limitados por barrancas bien definidas. En época de lluvia existe todavía alguna actividad pero, al dejar de llover, el cauce va colmatándose y se transforma poco a poco en “aguada”. Al “cauce” pueden asociarse restos de sistemas más degradados (= de jerarquía inferior) tales como “correntadas”, “raleras”, etc. Los “cauces” conservan los meandros del antiguo río. Los antiguos “cauces”, sin actividad alguna, se traducen en el paisaje por depresiones profundas, siempre secas.
- b) *Las “raleras”*: (Foto 2) son depresiones a penas marcadas en el paisaje chaqueño. Como su nombre indica, son zonas de vegetación espesa pero baja (Foto 2). Estas superficies varían de algunos cientos de metros a varios kilómetros; las aguas, procedentes a veces de zonas muy lejanas, se acumulan aquí por escurreimiento superficial. En estas zonas predominan las condiciones consecuentes a las inundaciones temporales durante el verano y la aridez durante el invierno. Los suelos son arcillosos y grisáceo-blancuzcos por el transporte y sedimentación del cieno, sedimentación típica de las zonas de poca corriente.
- c) *Las “correntadas”*: son depresiones parecidas a las “raleras”, se diferencian por medir solamente algunas decenas de metros y porque la corriente temporal es más rápida; de ahí su nombre. Tanto las “raleras” como las “correntadas” podrían ser restos todavía activos de sistemas jerarquizados, pero que han quedado seccionados por falta de crecidas o por cambios en los cauces.
- d) *Las “aguadas”*: (Foto 3) son depresiones de dimensión y profundidad variable, según su origen. Son siempre lugares de acumulación de aguas lenticas. Aquí los suelos son muy arcillosos. Las “aguadas” pueden provenir de “cauces”, “raleras” o “correntadas” colmatados. Una “aguada” puede ser el extremo de un río endorreico, el lugar donde se pierde en la llanura (Foto 4). Las “aguadas” pueden ser también pequeñas depresiones, totalmente circulares (20-50 m) y en cuyo centro se acumula el agua; la zona más profunda alcanza 2-3 metros. Este tipo de aguada quizás proceda de pequeñas depresiones de origen eólico.

2.3.2 Hidrografía del “Chaco húmedo”

En esta región predominan los ríos que alcanzan su nivel de base, llamados exorreicos (Río Montelindo, Río Verde, Río Confuso, Río Negro, etc.); generalmente son ríos permanentes.

Sistemas activos: los ríos

Dos factores condicionan el régimen fluvial:

- 1) el gradiente de precipitaciones, superior al sudeste (900-1300 mm) (Fig. 1);
- 2) la proximidad del nivel de base y la trayectoria de las aguas de oeste a este.

Estos ríos tienen también un régimen de crecidas veraniegas y de estiaje inviernal, pero sin llegar al estiaje nulo. Se pueden encontrar secciones secas hacia el oeste. Las inundaciones del Río Paraguay se reparten en los ríos del “Chaco húmedo” muy lejos aguas arriba.

Los cauces están bien definidos por las barrancas laterales, pero son más estrechos que los de los ríos de caudal irregular del “Chaco seco”; son cauces más profundos, por lo que se puede pensar que la corriente es más regular a lo largo del año. Como tienen caudal más regular, la erosión

lateral no es tan intensa y la forma del cauce expresa el volumen de agua evacuado en promedio durante el año. Además, como tienen caudal suficiente para mantenerse prácticamente todo el año, son ríos que alcanzan su nivel de base sin cerrar su cauce (ríos exorreicos) aunque existan también fenómenos de transporte y colmatación. Su recorrido es característico de los cursos de llanura, forman numerosos meandros en búsqueda del Río Paraguay, su nivel de base.

Sistemas degradados

Los sistemas degradados del “Chaco húmedo” se deben principalmente a la falta de pendiente de esta región ($\pm 0.3^{\circ}/00$). Sin relieve importante, los ríos divagan sobre varios kilómetros erosionando los meandros hasta cortarlos para abrir otro cauce o usar antiguos lechos.

Estos meandros cortados forman “lagunas” de tamaño variable (algunos cientos de metros a varios kilómetros) que conservan las aguas estancadas durante la mayor parte del año. La sedimentación y colonización vegetal son los factores que determinan la evolución posterior de estas “lagunas” en sencillas depresiones aisladas. Aunque las “lagunas” son típicas del “Chaco húmedo”, las encontramos también al oeste, en el “Chaco seco”, siempre procedentes de un río. Quizás la Laguna Trinidad (Fig. 5) sea resto de antiguos cursos de agua alimentados por una pequeña cuenca.

2.3.3 Hidrografía de cerros o serranías

Los cursos de agua vinculados con cerros o serranías se pierden en la llanura. Su régimen depende exclusivamente de las condiciones climáticas: crecidas durante las lluvias veraniegas, estiaje nulo en el invierno. El período es variable según la intensidad y la frecuencia de las lluvias.

Cerro León

Esta serranía, de unos 700 km², tiene un sistema hidrográfico bien desarrollado. Los cauces han excavado profundos valles con una típica forma en V que indica el rebajamiento profundo del fondo con relación al desgaste lateral. Estos arroyos nacen generalmente al pie de la meseta central. Pueden formar cuencas cerradas en forma de una depresión grande dominada por la meseta y por los cerros vecinos. En esta cuenca se crean cauces colectores que convergen hacia la salida profundamente recortada entre las laderas de los cerros.

Los cursos de estos arroyos están alterados de vez en cuando por pequeños saltos (hasta 5-6 m) a causa de una capa rocosa dura.

Las aguas se pierden en la llanura chaqueña formando al dejar la serranía una cintura pantanosa a su alrededor. Los materiales se sedimentan y crean unos típicos depósitos aluviales de forma cónica.

Cerro San Miguel

Tiene una superficie de unos 10 km². El desagüe de la meseta tabular que forma su cumbre se realiza por un arroyo que nace en la sección nordeste del cerro. En efecto, las aguas de lluvia se escurren sobre la superficie tabular inclinada hacia el norte y se reunen en una depresión al pie de la cual se halla el arroyo (Foto 5). Éste se desliza por una quebrada de unos 200 m de desnivelación, tallada en los acantilados del cerro, este suelo tan accidentado da lugar a saltos sucesivos (Foto 6); más abajo forma un cauce delimitado que termina perdiéndose en una depresión al este del cerro. Quizás esta depresión alimente parte de las “lagunas” de Palmar de las Islas.

Cerro Coronel Félix Cabrera

La superficie de este cerro se estima en unos 7 km². Los sistemas hidrológicos de desagüe son prácticamente inexistentes pero al suroeste, al pie de los acantilados, existen algunos cauces, según parece, poco activos.

La ausencia aparente de todo tipo de actividad hidrológica organizada, puede resultar de la ausencia de una cuenca lo suficientemente importante como para permitir un escurrimiento concentrado. En efecto, el cerro tiene una forma alargada y angosta (± 4.8 km, por 1.5 km como mucho). La meseta mide unos 300 metros de ancho, accidentada por 3-4 valles. De esta manera, el volumen de agua de lluvia se encuentra disperso sobre un frente muy extenso, prácticamente sin

ningún factor topográfico de concentración. Podríamos decir que se trata de un escurrimiento difuso, sin ninguna organización jerarquizada, ni cauce definido.

A pesar de todo, en la parte noroeste existe una "aguada" (Foto 3) de buen tamaño ($5-6 \times 2$ m). Ocupa el fondo de una depresión en la meseta, depresión que permite la convergencia de las aguas pluviales hacia el centro, sin posibilidad de escurrimiento exterior.

Sierra León

Se trata de una serranía con lomadas de unos 50-60 m de altura. Entre las lomadas existen algunos arroyitos que recogen las aguas de escurrimiento superficial y las evacúan hacia el suroeste, alimentando así uno de los brazos del Río Timane.

2.4. Hipótesis sobre la génesis hidrográfica

Para poder entender los paisajes chaqueños actuales, a la luz de los procesos hidrográficos que hemos descrito, es necesario considerar algunos elementos de paleogeografía. PUTZER (1962) ha dado una interpretación de la evolución de la llanura chaqueña, que resumimos a grandes rasgos:

- a) el Chaco es un geosinclinal paleozoico de más de 3000 m de profundidad. Se trata de la fosa orogénica de los Andes;
- b) los procesos erosivos en las zonas altas — que limitan el geosinclinal, principalmente los Andes al oeste y, en menor grado, el anticlinal central-paraguayo al este — seguidos del transporte fluvial y de la sedimentación marina, han contribuido a llenar esa fosa;
- c) las capas superficiales de los sedimentos que componen la llanura actual datan del plioceno (final del terciario), cuando los procesos erosivos acompañaron la última fase orogénica de los Andes;
- d) estos procesos de erosión en los Andes y de sedimentación en el Chaco fueron aun más importantes en el pleistoceno (cuaternario) cuando, al final de las glaciaciones en la cordillera, las aguas de deshielo transportaron grandes cantidades de material.

El Chaco es un geosinclinal con sedimentación de edad variable según las capas (del paleozoico las más antiguas y del pleistoceno las más recientes), es decir, una llanura aluvial, cuya formación está estrechamente vinculada a la orogénesis de los Andes y a los procesos de erosión y de transporte fluviales subsecuentes. Según la literatura (PARDÉ, 1966), los ríos, bajo clima árido, por la importancia y la violencia de sus crecidas así como por el reducido tamaño de las partículas arrastradas, pueden transportar más de 10 kg/m^3 de aluviones (el Río Paraná solamente 150 g/m^3). Así mismo, el poder erosivo de los ríos y la consecuente capacidad de colmatación se estima en unas 500-800 t/km²/año en región árida. Por lo tanto, pensamos que la acumulación importante de material aluvial al pie de los Andes podría haber producido las actuales dunas y la elevación de la llanura hacia el oeste (Fig. 5). La desnivelación de oeste a este (desde unos 500 a 55 m sobre el nivel del mar) explica la trayectoria hacia el este de la mayor parte de los sistemas hidrográficos que cruzan la llanura chaqueña.

El Chaco está vinculado a la cuenca del Río de la Plata, debido precisamente a esta desnivelación. Sin embargo, pensamos que el norte del Chaco constituye el límite sur de la cuenca amazónica, alrededor de los $19^{\circ}00' / 19^{\circ}30'S$, pues al norte de la línea definida por Cerro Cabrera, Palmar de las Islas y Cerro San Miguel, los sistemas hidrográficos tienden a tomar un rumbo hacia el norte, como lo hace por ejemplo el Río Parapití.

Hemos visto que el "Chaco seco" se caracteriza por tener sistemas hidrográficos endorreicos, mientras que en el "Chaco húmedo" predominan los exorreicos, siendo el clima en gran parte responsable de estas características. La presencia de sistemas hidrográficos degradados, "fósiles", nos induce a analizar la evolución de la hidrografía chaqueña conforme a la paleogeografía esbozada anteriormente.

Las hipótesis siguientes pueden tomarse en consideración:

- a) FERREIRO (1989) considera que el *Río Pilcomayo* es responsable de la *hidrografía de la parte sur* del Chaco Boreal (grosso modo, los departamentos de Boquerón y Presidente Hayes). Que el *Río Parapití*, que anteriormente llegaría hasta el Río Paraguay, habría creado los *sistemas del norte* del Chaco (departamentos Chaco y Alto Paraguay). Según este autor, los sistemas hidrológicos del Chaco serían los lechos fósiles de estos dos ríos, con un régimen actual conforme al clima de hoy. Una prueba de ello sería, en el caso del Pilcomayo, la densidad de ríos alrededor de su trazado actual con la misma dirección (Fig. 5). Además, el Pilcomayo después de colmatar su propio cauce, usa sucesivamente los cauces de los ríos vecinos (Río Montelindo) para seguir rumbo al este. Tomando en cuenta esas hipótesis, creemos que el cauce actual del Río Timane podría haber formado parte del Río Parapití, de igual modo que el lecho actual de la Laguna Trinidad podría ser un antiguo cauce de este mismo río (la laguna y la salida del río hacia el Chaco tienen la misma latitud) (Fig. 5). Por otra parte, la presencia de dunas y la acumulación de sedimentos cerca de la base de los Andes, constituye un obstáculo que muy bien hubiera podido provocar la inclinación hacia el sur del Pilcomayo y hacia el norte del Parapití. Este último habría entrado en la zona de influencia de la cuenca amazónica y, por lo tanto, habría dejado de fluir hacia el Río Paraguay (Fig. 5).
- b) Otra hipótesis, como complemento a las anteriores, consiste en argumentar sobre la existencia de una *paleohidrografía* y de una *neohidrografía*. En efecto, la geomorfología del “Chaco seco” se caracteriza por la presencia frecuente de depresiones — “cauces”, “raleras”, “correntadas”, “aguadas”, etc. — que hemos interpretado como sistemas hidrológicos degradados. Pero, ante la densidad de estos sistemas, pensamos que quizás sean restos de una actividad hidrológica anterior mucho más importante, que llamaremos *paleohidrografía* (Fig. 5). En el “Chaco húmedo”, predominan los sistemas hidrológicos activos; la degradación es menor y solamente se debe a la actividad actual, constituye la *neohidrografía* (Fig. 5). La paleohidrografía es peculiar del “Chaco seco” y la neohidrografía es propia del “Chaco húmedo”.

Según nuestra manera de ver, se han producido dos fenómenos, por lo menos, que justifican las hipótesis anteriores y que no se excluyen necesariamente: un cambio climático y una evolución morfológica.

- a) *El cambio climático*: de húmedo hacia árido, el clima actual.

Según ese cambio, podemos suponer que:

- los ríos Pilcomayo y Parapití son alógenos y no tienen un caudal suficiente para vencer la aridez de la llanura chaqueña; las pérdidas de agua por infiltración y evaporación provocan su desaparición en zonas pantanosas (son ríos endorreicos);
- el carácter árido del clima chaqueño es responsable del endorreismo, que desorganiza los sistemas anteriormente jerarquizados del Pilcomayo y del Parapití por falta de caudales permanentes. Los sistemas degradados del oeste chaqueño son huellas de los cursos que tenían antes esos ríos (la *paleohidrografía* arriba descrita). En algunas partes de estos sistemas se concentran, todavía hoy, las aguas después de las precipitaciones (Río Timane);
- la parte todavía activa y exorreica del Pilcomayo en el “Chaco húmedo” (la *neohidrografía*) debe de ser una consecuencia de un clima más húmedo y la convergencia de las aguas de oeste a este;
- el endorreismo ha creado *cauces modernos* pero sin ninguna organización de sistemas interdependientes y jerarquizados por falta de caudal.

- b) *La evolución morfológica:* debida a la acumulación del material de arrastre, procedente de los Andes, primero en una fosa geosinclinal y más tarde sobre la llanura. En este contexto suponemos que:

- los Ríos Pilcomayo y Parapití depositaron los aluviones en la fosa geosinclinal, es decir que fueron los *agentes de transporte*. Una vez colmada la fosa, los aluviones se acumularon primero al pie de los Andes y más tarde, al ser empujados hacia el este, cubrieron incluso el anticlinal central-paraguayo (orilla este del geosinclinal);
- se puede considerar el Chaco como un inmenso “*delta*”, siendo las acumulaciones del oeste la parte alta y el este, hacia donde van actualmente los sedimentos, la extremidad. El delta se sitúa en la zona pantanosa del curso medio del Pilcomayo, donde el clima solamente influye en el caudal de la sección inferior de los ríos, provocando su desembocadura en el Río Paraguay;
- las huellas de procesos hidrológicos de transporte mucho más activos, cuando el oeste constituía el principio del delta, sería la *paleohidrografía*;
- los cauces de los Ríos Parapití y Pilcomayo se elevaron en la mitad oeste por procesos de colmatación creando los desniveles necesarios a la formación de un curso definido. El endorreismo de esta región es producto secundario del clima debido, además, a algún tipo de transporte de oeste a este;
- los sistemas actuales por los cuales se efectúan los procesos de transporte y sedimentación en la punta del “*delta chaqueño*” constituirían la *neohidrografía*.

3. Relieve

3.1. Relieve de la llanura chaqueña: paisajes aluviales

Hablar de relieve en el caso de una llanura puede parecer algo contradictorio. Sin embargo, como existen pequeñas alturas y depresiones, la llanura chaqueña puede representarse como una sucesión de “altos” y “bajos” (zonas planas y zonas bajas). A veces, estas diferencias de nivel (10-20 m) serían a penas perceptibles si no fuese por los cambios en la vegetación.

Las aguas, acumulándose temporalmente al pie de los “altos”, sedimentan en las depresiones los materiales finos que transportan. De ahí la presencia de suelos arcillosos en los “bajos”, y más bien limo-arcillosos hasta finamente arenosos en los “altos”.

Estos paisajes típicos chaqueños, debido a su origen, se denominan *paisajes aluviales*.

3.1.1 Chaco seco

Los “altos” del Chaco seco forman una inmensa “penillanura” (Fig. 6) entrecortada, de vez en cuando, por los “bajos” que hemos interpretado como sistemas hidrológicos degradados.

En el oeste de esta penillanura encontramos acumulaciones aluviales formando elevaciones dispersas. Suponemos que los vientos dominantes del norte modelaron estos depósitos aluviales en “dunas”, es decir, lomadas muy empinadas (Foto 7) o suaves ondulaciones de unos 50-100 m sobre la llanura chaqueña. En su composición granulométrica dominan arenas finas. La mayor parte son dunas consolidadas por la vegetación.

3.1.2 Chaco húmedo

La parte sudeste del Chaco Boreal se caracteriza por ser una verdadera llanura entrecortada solamente por los cauces y suaves valles fluviales, ligeras depresiones que alternan con las “alturas” (Fig. 6). Los desniveles de esos “accidentes” son de algunos metros y distan cientos de metros unos de otros. El declive de la llanura hacia el Río Paraguay es de algunos decímetros por mil.

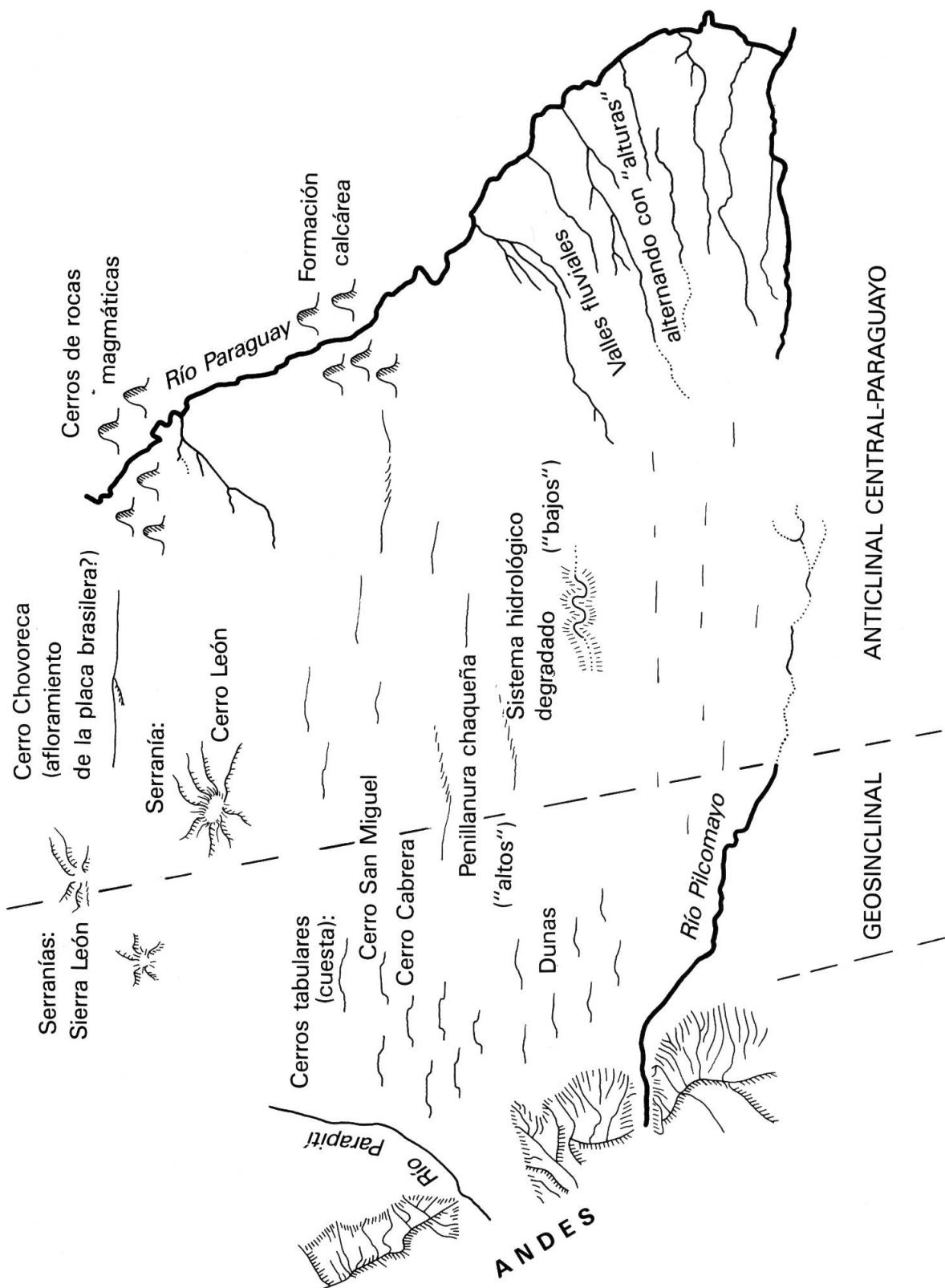


Fig. 6. — Relieve del Chaco.

3.2. Relieve de origen tectónico

Los accidentes tectónicos son raros en el Chaco. Se encuentran solamente en la margen derecha del Río Paraguay, así como en el norte y noroeste del Chaco Boreal, en una zona que, según parece, corresponde al geosinclinal chaqueño (PUTZER, 1962). Según este autor, las tensiones originadas por el movimiento continental hacia el oeste produjeron rupturas en forma de compartimientos en el "zócalo" del geosinclinal chaqueño, aunque sin ocasionar verdaderos plegamientos. Los cerros y serranías que se encuentran en el noroeste chaqueño serían, por lo tanto, la parte visible (en forma de compartimientos elevados) de movimientos complejos en el subsuelo de la zona del geosinclinal.

Los paisajes de zonas de serranías y cerros en la región chaqueña corresponden muy bien a la definición que se da de ellos para la zona árida (DRESCH, 1966): contraste entre relieve de formas empinadas ("cuestas", "inselbergs") e inmensas llanuras ("glacis", "penillanuras"). Parece ser que este contraste se deba al régimen climático de la zona donde, debido a las altas temperaturas, la humedad provocada por las lluvias se evapora enseguida y, así, se limita la erosión al secarse rápidamente la roca. A pesar de todo, se puede notar un trabajo de erosión regresiva importante.

Los accidentes tectónicos chaqueños han creado dos tipos de relieve: los cerros tabulares formados de un solo bloque y las serranías, compuestas de lomadas y valles tallados por erosión en una extensa superficie.

3.2.1 Cerros tabulares

En el noroeste del Chaco existe una importante serie de cerros tabulares totalmente aislados pero, al parecer, más numerosos cuanto más cerca de los Andes (Foto 8, Fig. 6). La cumbre de estos cerros es completamente plana y más o menos inclinada (Foto 9). Quizás se trate de una capa de rocas resistentes inclinada e interrumpida por la erosión: podría tratarse de "cuestas" (Fig. 6).

Pensamos, principalmente por razones que veremos al hablar de la vegetación, que podrían haber sido macizos mucho más extensos, seccionados por los procesos erosivos, pero que de alguna manera estuvieron relacionados entre sí. Sobre este particular, creemos que faltan datos exactos en la literatura.

Entre esos cerros están:

- *El Cerro San Miguel:* (Foto 9) se trata de un "horst" tectónico formado por cuarcitas rojizas del silúrico (según PUTZER, 1962). La parte más alta (839 m s.n.m.) de este cerro se encuentra en el suroeste y la meseta está limitada por acantilados de unos 200 m de altura; al pie del cerro se acumulan fragmentos de rocas, productos de la erosión.
- *El Cerro Coronel Félix Cabrera o Ustarez:* (Foto 10) la meseta de este cerro está ligeramente inclinada hacia el sureste. La parte más alta (720 m s.n.m., según nuestras mediciones) se encuentra en la parte noroeste, a unos 200 m de la frontera con Bolivia. La meseta está dividida en tres partes por valles estrechos y limitada al suroeste por una majestuosa barrera de acantilados verticales de 50-60 m de altura (Foto 10). La zona noroeste del cerro está constituida por valles y cuencas aparentemente tallados por erosión en lo que en su tiempo fue parte de la meseta (Foto 11). Finalmente, cabe mencionar que probablemente el Cerro Cabrera formaba un solo macizo con el Cerro Caimán (Bolivia), pues los dos cerros están separados por una llanura de apenas 7 km y seguramente quedaron aislados por un corte erosivo de dirección noroeste — sureste.

3.2.2 Serranías

- *Sierra León:* (Foto 12) domina la llanura chaqueña con una altura de unos 100-150 m (según nuestras mediciones, sobre el nivel del mar alcanza 380 m); está formada por una sucesión de lomadas de alrededor de 50-60 m de alto, las más altas hacia el centro. Los

valles, según parece, tienen dirección norte — sur. Las rocas aquí son areniscas muy parecidas a las de Misiones.

Quizás se trate de una antigua serranía erosionada o, sencillamente, originada por movimientos tectónicos de poca amplitud.

- *Cerro León*: (Foto 13, Fig. 7) se trata más bien de una serranía, según PUTZER (1962) de un “horst” tectónico formado por cuarcitas blanco-grises del silúrico al este y por areniscas duras de granulometría fina a mediana del devónico al oeste.

Según nuestras observaciones existen también conglomerados en forma de brechas y rocas cristalinas. Nos llamó también la atención el color oscuro (rojizo-negro) de las rocas que forman los acantilados o pequeñas mesetas, y que contrastan con el color claro de su interior. TRICART (1964) habría observado páginas de este tipo en el Sahara.

En el centro de la serranía cerro se ubica el punto más alto que hemos podido medir: 720 m s.n.m. (420 m sobre la llanura chaqueña). Esta parte de la serranía forma una meseta profundamente recortada, a veces la erosión ha sido tan intensa que queda solamente un “puente” angosto, entre dos lugares. Esta “meseta”, un poco más baja hacia su periferie, está accidentada de pequeñas elevaciones que alternan con las depresiones (Foto 14).

El resto de la serranía se compone de lomadas que van elevándose hacia la meseta central, formando valles por los cuales parece como si la llanura chaqueña penetrara en el cerro; en realidad esos valles se ensanchan hacia su salida al llenarse con los sedimentos, producto de los procesos erosivos.

3.2.3 Otros relieve tectónicos

Según PUTZER (1962), las rocas magmáticas alcalinas seguramente llegaron a romper las capas sedimentarias del sistema del Gondwana y aparecieron en la superficie de la llanura cuaternaria originando los cerros que se hallan sobre la *margen derecha del Río Paraguay* entre Fuerte Olimpo y Puerto Murtiño. Este mismo autor considera que los cerros de la región de *Puerto Casado* son la continuación de la formación calcárea situada al otro lado del Río Paraguay, separadas una de otra por una falla de dirección norte — sur.

Según PUTZER (1962), el *Cerro Cristián*, situado al noreste de Cerro León, pertenece a la misma formación geológica (silúrico) que el Cerro León y el Cerro San Miguel.

Finalmente FERREIRO (1989), considera que *Cerro Chovoreca* se ha originado por un afloramiento de la placa brasileña.

III. Vegetación

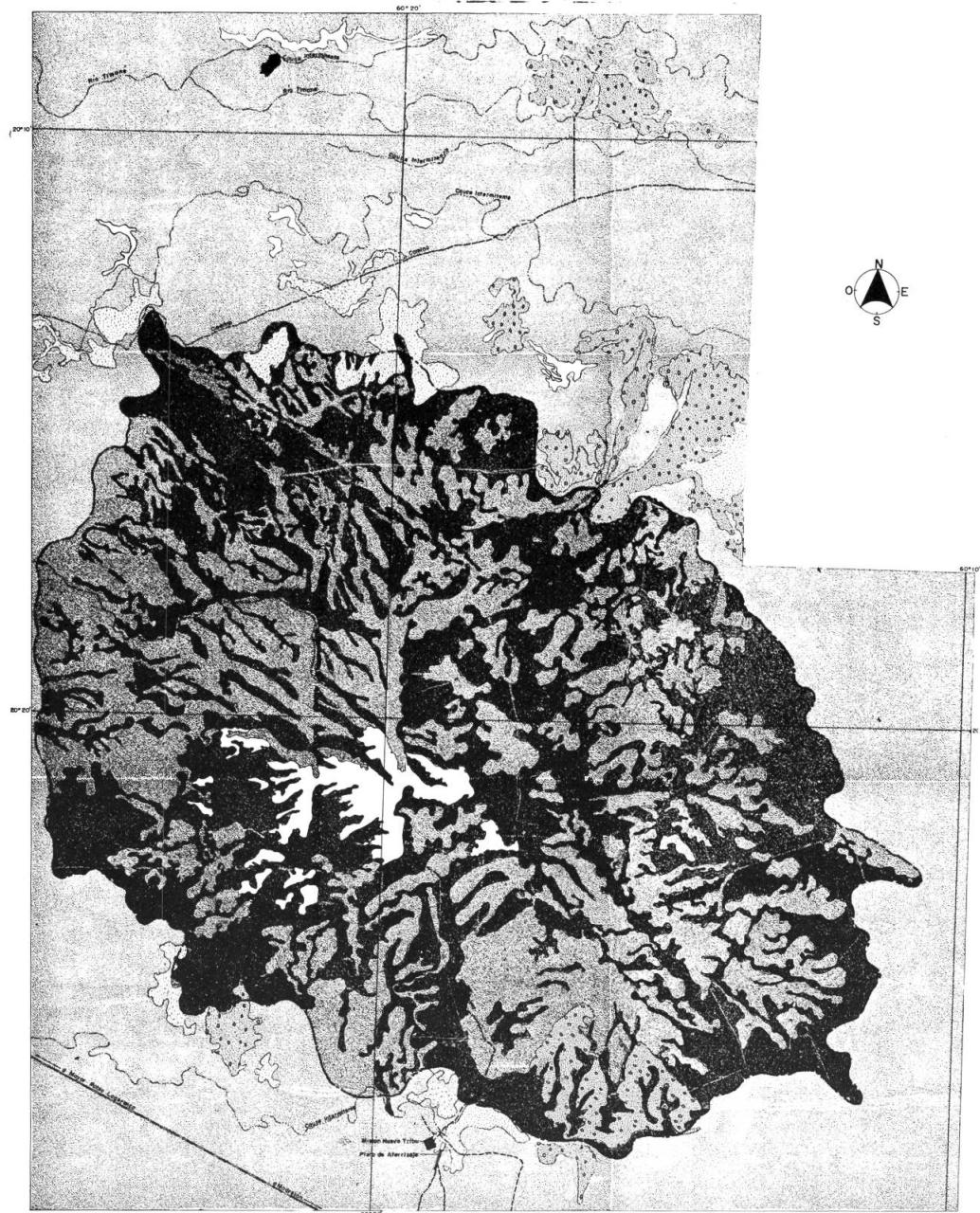
En los capítulos anteriores hemos esbozado el marco físico evolutivo en el que se sitúan las formaciones vegetales chaqueñas. En el Chaco el agua es el factor que limita biológicamente, de ahí que la vegetación se manifieste como la expresión de la distribución hídrica en la llanura chaqueña. En efecto, si los gradientes climáticos son responsables de la distribución general de los volúmenes hídricos, la geomorfología determina las condiciones locales de esta distribución.

A la relación triangular entre clima, agua y geomorfología, se suman los procesos aluviales y tectónicos que han creado las condiciones específicas al desarrollo de dos grandes tipos de vegetación: *vegetación de los paisajes aluviales* y *vegetación de los accidentes tectónicos*.

1. Vegetación de los paisajes aluviales

1.1. Vegetación del Chaco seco

Básicamente, los caracteres generales de la vegetación del Chaco seco corresponden a los balances hídricos deficitarios durante la mayor parte del año. La irregularidad de las lluvias, las precipitaciones de baja intensidad, las épocas de sequía invernal y de lluvia veraniega, son factores que han permitido el desarrollo de una vegetación xerófila. Son frecuentes las plantas microfilas o afilas



MAPA DE VEGETACION NATURAL Y TOPOGRAFIA

CERRO LEON (DPTO. CHACO)

ESCALA 1:60.000



REFERENCIA

- | | | | |
|----------------------|--------------------|----------------------------------|---|
| [Solid black square] | Bosque denso | [Solid grey square] | Ruta |
| [Hatched square] | Bosque semi denso | [Dashed line] | Camino principal |
| [White square] | Claro | [Dotted line] | Río y cauce intermitente |
| [Hatched square] | Claro con pastizal | [Black square with white center] | Población indígena -
pista de aterrizaje |

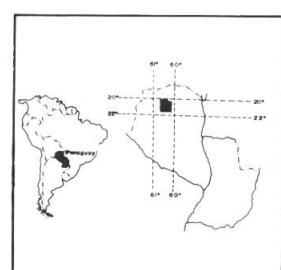


Fig. 7. — Topografía (los valles en oscuro y las lomadas en claro) y vegetación de Cerro León.

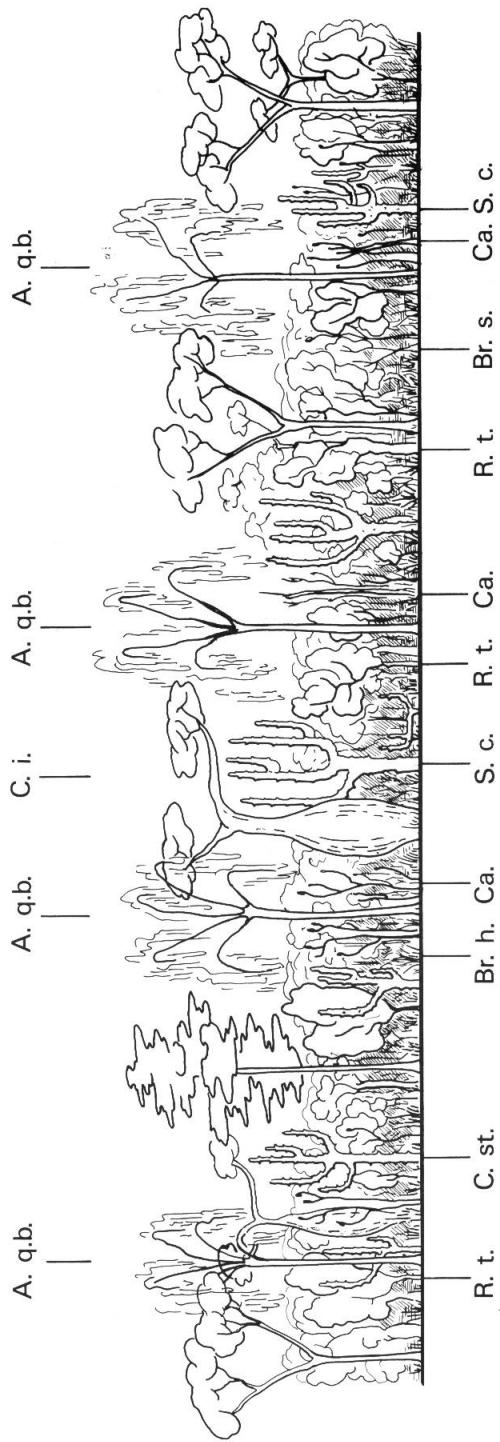


Fig. 8. — “Quebracho”: bosque extremadamente xeromórfico (A.q.b.= *Aspidosperma quebracho-blanco*, Br.h.= *Bromelia hieronymi*, Br.s.= *Bromelia serra*, C.i.= *Chorisia insignis*, Ca.= *Capparis* spp., R.t.= *Ruprechtia triflora*, S.c.= *Sietsonia coryne*, C.st.= *Cereus stenogonus*).

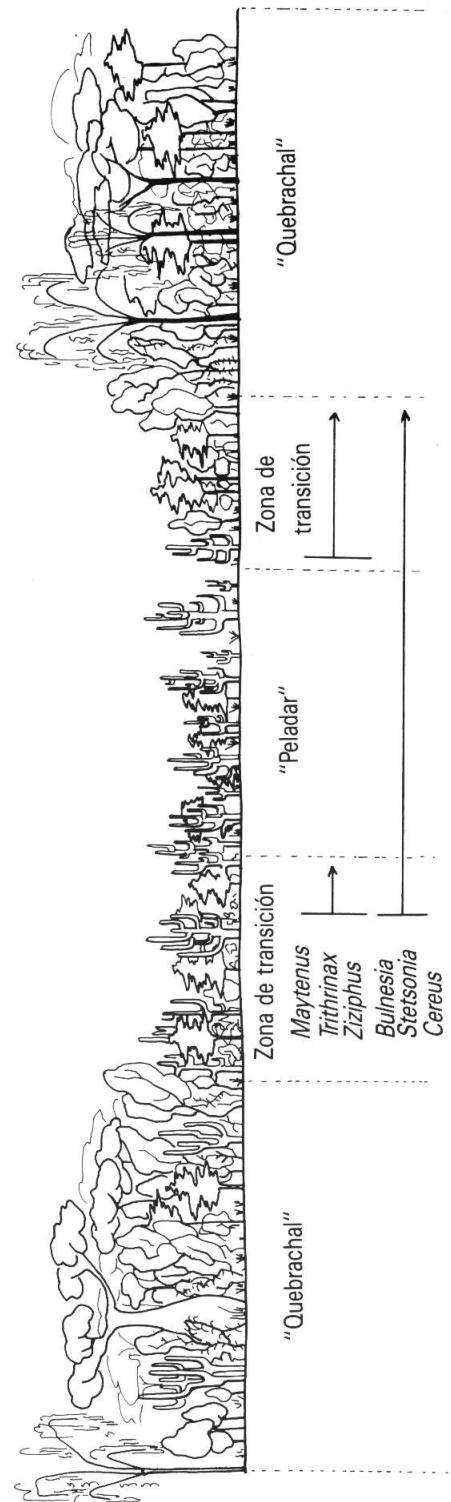


Fig. 9. — “Peladar”: forma empobrecida de la “quebrachal”.

(*Prosopis kuntzei*), así como el desarrollo espectacular de tubérculos (*Jacaratia corumbensis*) para la acumulación de agua.

Los bosques del “Chaco seco” son muy densos, espinosos, y difícilmente penetrables. La cobertura vegetal es densa prácticamente por doquier, exceptuando en las zonas húmedas o arenosas donde es más clara. La estructura general de los bosques consta del estrato arbóreo de 8-12 m de alto (hasta 15-17 m según las especies), del estrato arbustivo de 3-8 m y del sotobosque generalmente muy pobre.

Los árboles y arbustos florecen generalmente al principio de la época de lluvias (entre septiembre y noviembre) y terminan su ciclo reproductivo entre los meses de abril y junio (principio de la sequía invernal). Algunas especies son caducifolias durante el invierno (*Ruprechtia triflora*) mientras que otras son perennifolias (*Aspidosperma quebracho-blanco*). Las herbáceas se desarrollan durante las lluvias veraniegas y efectúan su ciclo reproductivo muy rápidamente, en el espacio de 6-9 semanas. La irregularidad de las precipitaciones estivales permite, al parecer, varios ciclos vegetativos y reproductores en un mismo verano. HERZOG (1923) menciona estadios fenológicos muy variables, en distancias de algunos kilómetros, y los atribuye a la distribución de las aguas subterráneas. Por nuestra parte, pensamos que la distribución irregular de las lluvias en el espacio chaqueño (ver p. 642) produce contrastes fenológicos en zonas muy cercanas.

El aspecto de la vegetación chaqueña es así muy variable: seco y de color apagado durante la estación seca, verde, lozano y con muchas flores durante las lluvias.

Como las formaciones vegetales chaqueñas están condicionadas por el régimen hídrico, la vegetación se distribuye principalmente en función de las zonas “altas” o “bajas”.

1.1.1 Vegetación de zonas “altas”

1) La “quebrachal”: (Fig. 8) es un bosque extremadamente xeromorfo (UNESCO, 1973), cubre la mayor parte del Chaco seco, es un bosque denso, con un estrato arbóreo de 8-12 m y un estrato arbustivo de 4-8 m; los árboles emergen dispersos por encima del estrato arbustivo. Los suelos ocupados por esta formación son limo-arcillosos, con fracciones variables de arena fina. Las especies características del estrato arbóreo son: *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Stetsonia coryne*, *Cereus stenogonus*, *Chorisia insignis*.

En el estrato arbustivo, las especies más frecuentes son: *Ruprechtia triflora*, *Capparis retusa*, *C. tweediana*, *C. salicifolia*, *C. speciosa*, *Bougainvillea praecox*, *Ziziphus mistol*.

Colonizan el sotobosque, principalmente: *Bromelia serra* y *B. hieronymi*.

Aspidosperma quebracho-blanco (“quebracho blanco”) es la especie típica de la “quebrachal” y no crece en zonas húmedas ni excesivamente arenosas. Se desarrolla particularmente bien en suelos limo-arenosos. *Chorisia insignis* es la segunda especie característica de esta formación. Sus poblaciones no son muy densas, crece bien en arenales pero no se encuentra nunca en zonas húmedas. Según ESSER (1982), el límite oriental de la distribución de esta especie se sitúa cerca de 59°00'W.

2) El “peladar”: (Fig. 9) representa una forma empobrecida de la “quebrachal”, por un mayor déficit hídrico. Se trata de un bosque claro, donde la cobertura vegetal es discontinua.

Dominan arbustos de 4-5 m de altura: *Trithrinax biflabbellata*, *Ziziphus mistol*, *Maytenus vitis-idaea*, *Bulnesia sarmientoi* (“palo santo”), *Stetsonia coryne*, *Cereus stenogonus*.

Sobre suelos arcillosos, muy secos y salados, se encuentran formas extremas de los “peladares”, compuestas exclusivamente de *Stetsonia coryne*, *Cereus stenogonus* y *Bulnesia sarmientoi* (Foto 15).

3) Vegetación psamófila: domina en las zonas de acumulación aluvial (principalmente dunas) al oeste y norte del Chaco.

En los “espartillares” (Fig. 10) dominan las plantas herbáceas, principalmente gramíneas (*Elionurus muticus*). Son formaciones abiertas, parecidas a sabanas, donde las especies arbóreas se encuentran dispersas. Los árboles típicos de esta formación son: *Schinopsis balansae*, *Astronium urundeuva*, *Jacaranda cuspidifolia*, *Schinopsis quebracho-colorado*, *Pterogyne nitens*. *Schinopsis quebracho-colorado* (“coronillo”) y *Schinopsis balansae* (“quebracho colorado”), son especies

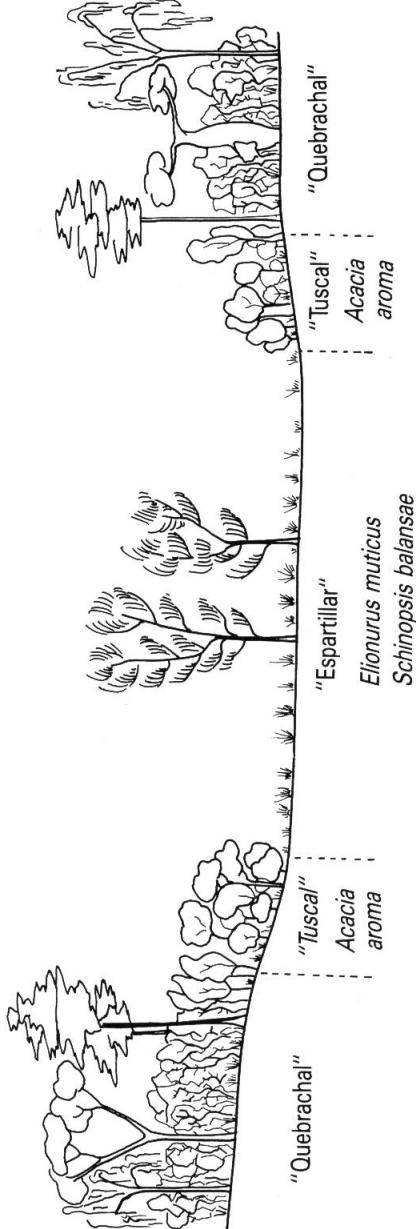


Fig. 10. — "Espirillar"; sabana herbácea.

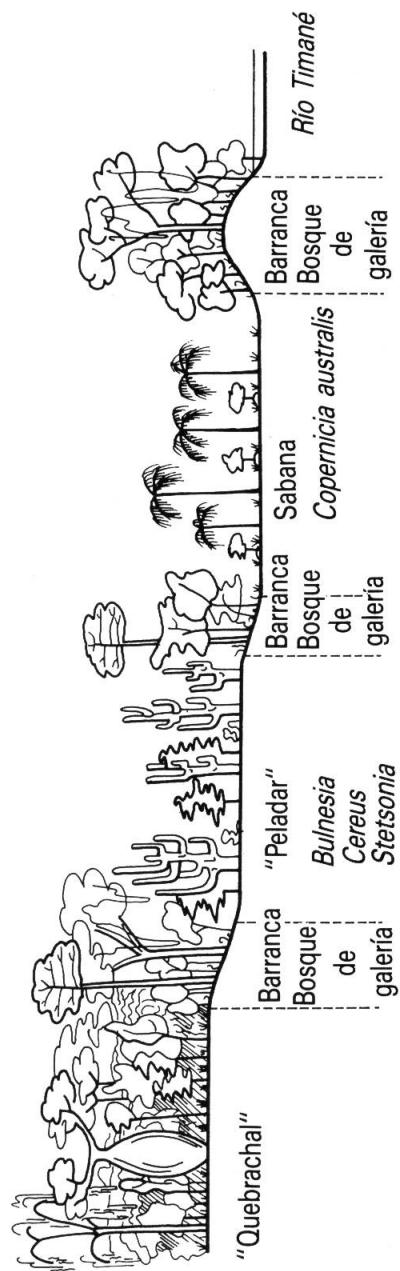


Fig. 11. — Secuencia de vegetación asociada a los ríos del Chaco seco (Río Timané).

características de suelos arenosos. Dentro de esta formación, en los sitios donde cambian las condiciones edáficas, se forman pequeñas islas de bosque. La formación de *Acacia aroma* cuando coloniza las depresiones del “espartillar” recibe el nombre de “tuscal”.

Según FERREIRO (1989), sobre suelos arenosos en el norte del Chaco paraguayo, no muy lejos del Brasil, se encuentran importantes formaciones típicas de los “cerrados” orientales (Brasil, Paraguay Oriental).

Además, en el norte del Chaco Boreal, en suelos de arenas rojizas, aparecen formaciones de estructura totalmente distinta. Uno de los elementos más llamativos es *Amburana cearensis*.

1.1.2 Vegetación de zonas “bajas”

1) En las depresiones de “raleras” y “correntadas” (véase p. 648) encontramos una vegetación donde *Ruprechtia triflora*, no solamente domina, sino que llega a formar poblaciones monoespecíficas (Foto 2). Son bosques bajos (3-4 m), densos, sobre suelos arcillosos, en estos lugares alternan las inundaciones de 3-4 meses con sequías de 6-7 meses.

La presencia de *Ruprechtia triflora* demuestra la amplitud ecológica de esta especie: se adapta a condiciones de sequía y de inundación, a lugares donde ninguna otra especie puede crecer.

Otra especie asociada en estas zonas es *Bulnesia sarmientoi*. Su presencia indica generalmente suelos arcillosos y, por lo tanto, la existencia de agua en la zona. *Tabebuia nodosa* es también típica de las zonas arcillosas, con aguas estancadas o corrientes. Su floración corresponde a la llegada de las precipitaciones a lo largo del año.

2) A los ríos (por ejemplo, Río Timane) (Fig. 11) van asociadas las siguientes formaciones vegetales:

- las orillas del río, así como sus antiguas barrancas, son colonizadas por un *bosque de galería* de unos 10-15 m de altura; aquí son características las especies higrófilas tales como *Cathormion polyanthum*, *Geoffraea striata*, *Coccoloba spinescens* (?), *Celtis spp.*, *Calycophyllum multiflorum*;
- al alejarse del lecho del río, en una zona de inundación encontramos una sabana de *Copernicia australis*, donde ligeros montículos de algunos metros están colonizados por *Cathormion polyanthum*;
- una *forma extrema del “peladar”* de *Stetsonia coryne*, *Cereus stenogonus* y *Bulnesia sarmientoi* (Foto 15) coloniza una terraza más alta de suelo muy arcilloso;
- el *bosque de galería* del último barranco se encuentra en contacto inmediato con la “quebrachal”.

3) En las orillas de “aguadas” y “cauces” (Fig. 12) y a lo largo de los ríos, encontramos *Calycophyllum multiflorum* en *bosque de galería*, en contacto directo con la “quebrachal” (Fig. 12). Las Ciperáceas, Gramíneas y otras herbáceas higrófilas (*Ludwigia spp.*) colonizan la zona más húmeda alrededor de la “aguada”. *Calycophyllum multiflorum* es una especie característica de los bordes de lugares húmedos, no se encuentra nunca en otras formaciones.

4) En algunas depresiones tales como en el Río Timane o en el Palmar de las Islas, se encuentran sabanas herbáceas de *Copernicia australis*, su presencia indica largas épocas regulares de inundación.

1.2. Vegetación del Chaco húmedo

La formación típica del Chaco húmedo es una sabana herbácea de *Copernicia australis* (“palmares”, Foto 16, Fig. 13) que se extiende sobre la mayor parte de esta región. Son zonas bajas con períodos de inundación de 2-3 meses seguidos de prolongadas sequías. Esta formación ocupa una posición intermedia entre una depresión húmeda donde dominan las herbáceas y la zona alta donde domina el bosque. La densidad de las poblaciones de *Copernicia australis* aumenta a medida que uno se aleja del agua, es decir conforme se eleva el terreno.

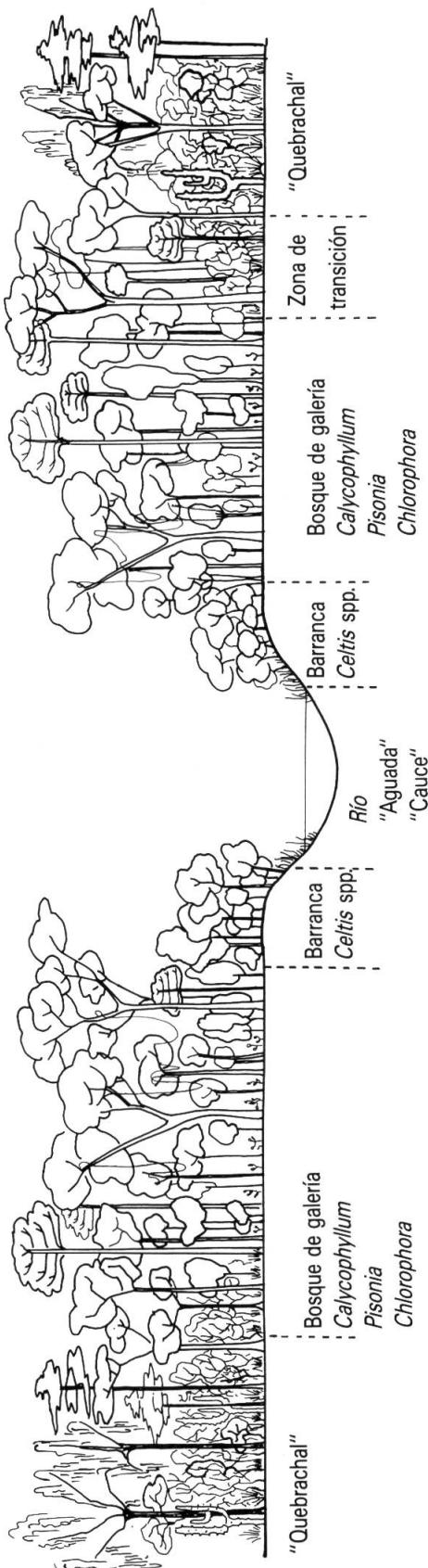


Fig. 12. — Bosque de galería en el Chaco seco.

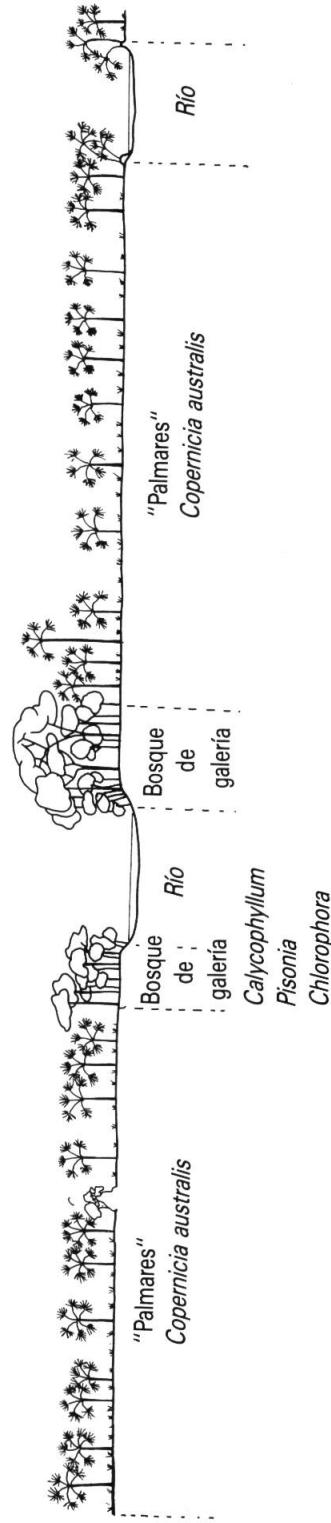


Fig. 13. — Bosque de galería en el Chaco húmedo.

A lo largo de los ríos se encuentran los bosques de galería, en contacto directo con los “palmares” (Fig. 13). Aquí dominan: *Calycophyllum multiflorum*, *Pisonia zapallo*, *Chlorophora tinctoria*. Estas especies son típicas de los bosques higrófilos del Chaco.

Siguiendo un gradiente de mayor a menor humedad, la sucesión de las formaciones vegetales en el Chaco húmedo es la siguiente (en Tinfunque, Pilcomayo medio), (Fig. 14):

- formación de herbáceas diseminadas, donde domina *Eleocharis elegans* (zona de inundación);
- sabana herbácea con algunos arbustos de *Sesbania virgata* (zona de inundación);
- franja densa de *Tessaria integrifolia* (“palobabal”), (límite de las inundaciones veraniegas);
- bosque deciduo de *Prosopis nigra* (“algarrobal”), a veces muy dañado en sus bordes por la evolución y colmatación de los cauces durante las inundaciones poco prolongadas;
- bosque xerófilo: “quebrachal” (nunca inundado).

Las formaciones vegetales del Chaco húmedo ocasionan *mosaicos* de sabanas higrófilas, “palmares”, bosques de galería y “quebrachales” (Fig. 15). El factor que determina la presencia de estas formaciones es su posición relativa con relación al agua (Fig. 15). En efecto, los suaves declives formados por los valles anchos que forman los ríos activos de esta zona, determinan gradientes de humedad en el suelo, mayores en los bajos y menores en las alturas. De hecho, la vegetación depende aquí de las condiciones hídricas del suelo y de las capas subterráneas. El clima juega un papel secundario e influye en la vegetación solamente en las partes más secas, es decir, en las alturas.

1.3. Hipótesis e interpretación de la vegetación de los paisajes aluviales

Para llevar a cabo un análisis general de la vegetación de los paisajes aluviales, partiremos de las sabanas de *Copernicia australis*, características del Chaco húmedo. La presencia excepcional de estas formaciones en el Chaco seco, en medio de la “quebrachal” y en ausencia de microclimas locales, se debe solamente a condiciones edáficas diferentes de las del bosque xerófilo, causadas por la geomorfología y la hidrología: estas formaciones se encuentran en depresiones inundadas durante las lluvias y secas durante el invierno. Esta observación se confirma al ver la delimitación precisa de esta formación en el Chaco húmedo, que no va más allá de un determinado gradiente hídrico.

Si comparamos el Chaco en su totalidad con un “delta”, obtendremos una explicación de la evolución de la vegetación chaqueña y la presencia excepcional de “palmares” en pleno Chaco seco:

- en la parte alta del “delta” (Chaco seco) donde ha desaparecido la actividad hidrológica por colmatación, la vegetación es el resultado de las condiciones climáticas y edáficas. Son formaciones *climáticas* (“quebrachal”);
- la parte baja o punta del delta (Chaco húmedo), es una zona donde la actividad hidrológica es alta por el gradiente climático y por la convergencia de las aguas del oeste chaqueño, además de la influencia ejercida por el Río Paraguay. La vegetación es un reflejo de las condiciones hídricas del suelo donde la geomorfología juega un papel importante. Visto y considerando el papel menor que juega el clima en comparación con el suelo (“palmares” en zonas secas), pensamos que la vegetación del Chaco húmedo es una *formación edafo-climática* (“palmares” y mosaicos);
- las formaciones vegetales han seguido el avance del “delta” hacia el este con el cambio de condiciones ecológicas que esto implica: los “palmares” y los mosaicos se han desplazado hacia el este; poco a poco esas formaciones han sido reemplazadas por formaciones climáticas (“quebrachal”). Los “palmares” y los mosaicos podrían considerarse entonces como las formaciones más antiguas del Chaco, y la “quebrachal” como relativamente más joven. Los “palmares” del oeste serían formaciones reliquias.

Las formaciones de “tipo chaqueño” que se encuentran en la región oriental del Paraguay, se dan en regiones bajas (departamentos de Ñeembucú, Concepción, etc.). Forman, como en el

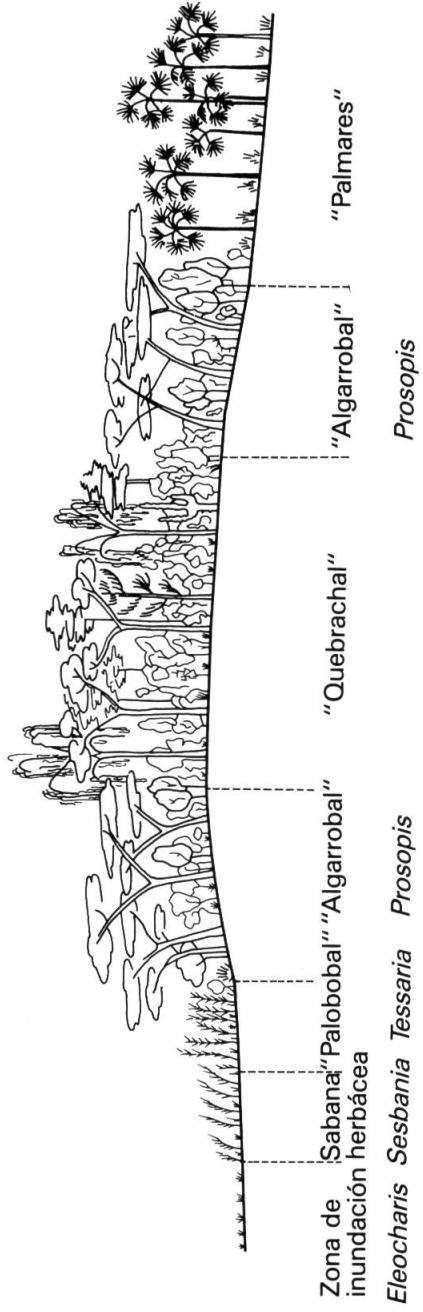


Fig. 14. — Secuencia de vegetación en el Chaco húmedo influenciada por inundaciones veraniegas y sequía invernal (zona del Pilcomayo medio).

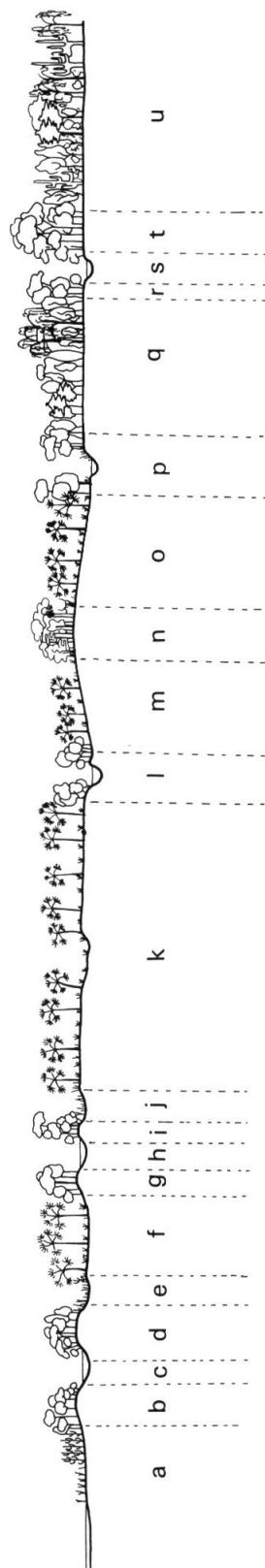


Fig. 15. — Mosaico de vegetación en el Chaco húmedo (a.: sabana higrófila, b. d. g. i. l. p. r. t.: bosques de galería, c. h. s.: ríos, e. j.: depresiones, f. k. m. o.: sabanas de *Copernicia australis*, n. q. u.: “quebrachal”).

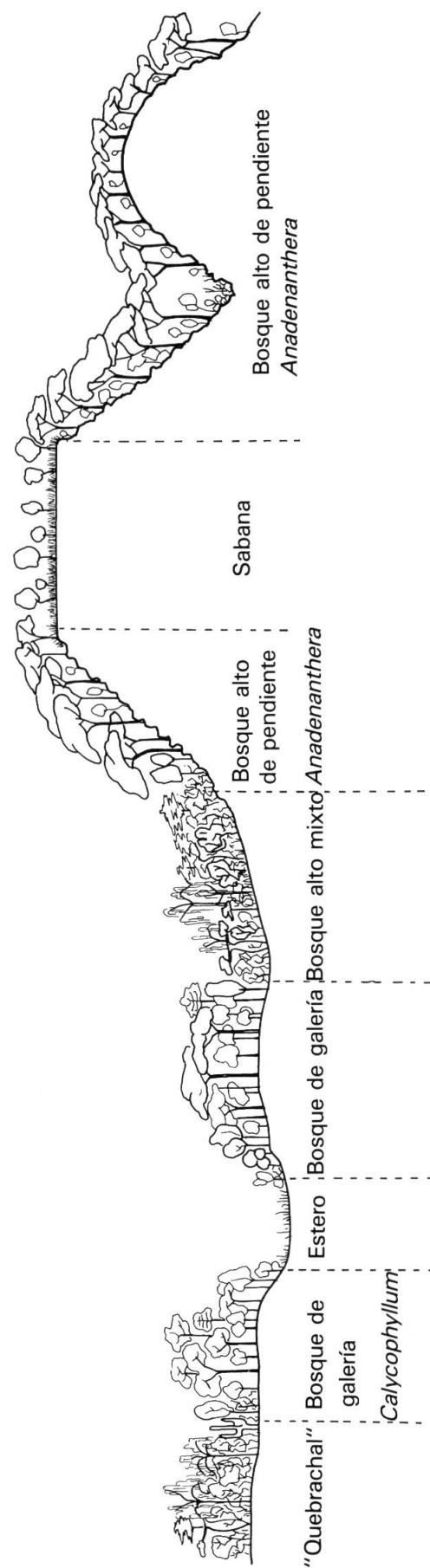


Fig. 16. — Secuencia de vegetación en los cerros y serranías.

Chaco húmedo, mosaicos de sabanas higrófilas, “palmares”, bosques de galería, etc. Aquí son las inundaciones del Río Paraguay que determinan las condiciones hídricas de los suelos: por lo tanto, son también formaciones edafoclimáticas. No creemos que se trate necesariamente de una extensión del Chaco al otro lado del Río Paraguay, ni tampoco de formaciones reliquias, testigos de una antigua extensión del Chaco más al este.

2. Vegetación de los accidentes tectónicos

Nos limitaremos aquí a una somera descripción de la vegetación de los cerros, dejando para siguientes contribuciones un estudio más detallado.

2.1. Características de la vegetación de los cerros en general

En las serranías chaqueñas se encuentran las siguientes formaciones (Fig. 16):

- a) *Bosque de galería*: en orilla de arroyos y esteros. La especie típica, *Calycophyllum multiflorum*, está mezclada con otras especies arbóreas higrófilas.
- b) *Bosque alto mixto*: en el pie de las serranías; las especies típicas varían según el cerro. Elementos de la “quebrachal” se mezclan con elementos higrófilos u orófilos. Estos bosques se ubican generalmente en suelos de restos acumulados por la erosión.
- c) *Bosque alto de pendiente*: la especie típica, *Anadenanthera colubrina*, indica que son suelos pedregosos y de poca profundidad.
- d) *Formación sobre las cimas de los cerros*, según las condiciones edáficas e hídricas puede ser:
 - un *bosque de Anadenanthera colubrina* de altura variable;
 - una *sabana* de tipo variable donde las condiciones ecológicas son extremas.
- e) La “quebrachal”, que penetra en los cerros por medio de valles anchos, cuando las condiciones edáficas e hídricas corresponden a las de la llanura.

2.2. Particularidades de la vegetación de los cerros chaqueños

Cerro León: (Fig. 7) al pie de esta serranía existe una cintura de pantanos. En las barrancas se encuentra un *bosque de galería* con *Pisonia zapallo*, *Chlorophora tinctoria*, *Calycophyllum multiflorum*, etc.

Por encima de la zona pantanosa se ha establecido un *bosque alto mixto*, donde se mezclan ciertas especies de la “quebrachal” (*Schinopsis balansae*, *Astronium urundeuva*, etc.) con especies higrófilas (*Bumelia obtusifolia*, *Aporosella chacoensis* y *Cathormion polyanthum*).

Las pendientes están colonizadas por un *bosque alto* deciduo donde dominan *Anadenanthera colubrina*, *Pterogyne nitens*, *Aspidosperma pyriformis*, *Astronium urundeuva*, *Amburana cearensis*, *Erythroxylum* sp. y varias especies de *Croton* y *Julocroton*. Al mismo tiempo, sobre las diferentes lomadas que forman el cerro encontramos el mismo tipo de bosque que el de *Anadenanthera*, pero mucho más bajo y ralo.

La meseta central de Cerro León es un sabana herbácea de *Tabebuia aurea* (Foto 17). Son típicas también de esta formación *Jacaranda cuspidifolia*, *Pseudobombax campestre* y *Meliaceae*. Existen otras muchas herbáceas que se desarrollan en verano, pero que no hemos determinado todavía.

Cerro Coronel Félix Cabrera: en sus acantilados (Foto 18) se encuentran numerosos ejemplares de *Tillandsia* mezclados, en las paredes o al pie de los mismos, con *Cnicothamnus lorentzii*. Esta *Compositae*, que según CABRERA (1978) tiene origen andino, no se encuentra en otros cerros.

El cerro está coronado por un bosque de *Anadenanthera colubrina*, especie particularmente numerosa en la orilla de la meseta. En la cumbre se encuentran también varios elementos típicos de la “quebrachal” (*Chorisia insignis*, *Ruprechtia triflora*, etc.)

Calycophyllum multiflorum forma un bosque peculiar (Foto 19) en la zona de “aguada” al noroeste del cerro. Es el único lugar de la meseta donde hemos encontrado esta especie.

Cerro San Miguel: la vegetación de la meseta es una *sabana herbácea* (*Poaceae*) (Foto 5) con algunas especies típicas del “cerrado”: *Cochlospermum regium* (sufrútice) y *Mandevilla velutina*. Hay que notar aquí que en esta parte del cerro son frecuentes los incendios.

Según FERREIRO (1989), en esta meseta no se dió nunca una formación boscosa ni semejante a la de Cerro León.

Sierra León: la “quebrachal” es omnipresente sobre esta serranía (Foto 12). Existen *bosques de galería* en los bajos donde se forman arroyos temporales.

Cerros de la orilla del Río Paraguay: en ellos continúa la vegetación del Paraguay Oriental. (Se deben proseguir las investigaciones sobre este contexto, particularmente al ver las colecciones BERNARDI y SPICHIGER realizadas en 1980).

Cerro Chovoreca: según FERREIRO (1989), la vegetación se asemeja a la formación de “cerrado”.

2.3. Hipótesis e interpretación de la vegetación de los accidentes tectónicos

La vegetación de los cerros y serranías del noroeste chaqueño llama la atención por su diferencia con las formaciones de llanura, a pesar de que se desarrolla en las mismas condiciones climáticas; únicamente, cuando las nubes tocan las cumbres, la humedad relativa es superior.

Planteamos dos hipótesis que podrían explicar esa diferencia:

1. *Origen de floras orófilas más occidentales (preandinas?).* La densidad superior de cerros hacia el oeste (Andes) nos induce a suponer la antigua existencia de un relieve continuo en forma de cadena o macizos cercanos unos de otros. Gracias a esa continuidad del relieve, algunas especies típicas de las cadenas preandinas se habrían propagado desde los Andes hasta los cerros chaqueños, tales como *Cnicothamnus lorentzii* que se encuentra en Cerro Cabrera y *Trachypteris pinnata*, pteridofita común a los tres cerros. Naturalmente, cada vez que las condiciones edáficas lo permiten, se da la flora típicamente chaqueña, únicamente en ciertos nichos ecológicos, allí donde no pueden prosperar los elementos de la “quebrachal”, se encuentran los elementos andinos que vienen a ser reliquias de antiguas formaciones. Hay que hacer notar que la “quebrachal” avanza poco a poco en los cerros, ya ha colonizado los más bajos.
2. *Agua disponible y suelos.* En los cerros existe una relación inversa entre el agua disponible y la altura en función del tiempo, en efecto, cuanto más cerca se encuentra un lugar del fondo del valle, más agua disponible tiene por un tiempo más largo. Así se comprende la existencia de los bosques altos de pendiente de *Anadenanthera colubrina*; al contrario, en los lugares donde el escurrimiento es rápido solamente prosperan los bosques achaparrados y ralos. En el fondo de los valles, donde se conjugan el escurrimiento de las aguas y el transporte del suelo, encontramos *bosques de galería* o *bosques altos mixtos* mezcla de elementos típicos de la “quebrachal” y especies higrófilas. En el caso de las *sabanas* de *Tabebuia aurea* de Cerro León y las *sabanas herbáceas* de la meseta de San Miguel reinan condiciones edáficas extremas que permiten solamente el desarrollo de especies herbáceas. En pequeños nichos ecológicos menos desfavorables se encuentran algunas especies arbustivas o especies adaptadas a estas condiciones extremas, como *Tabebuia aurea*.

IV. Síntesis y conclusiones provisionales

1. El medio físico como marco

Como conclusión, deseamos presentar un modelo hipotético que explique la génesis de la llanura chaqueña, donde la vegetación es una mera consecuencia del medio físico (Fig. 17).

1.1. Factores vinculados a la génesis de la llanura chaqueña

1. Los *procesos orogénicos andinos* dieron lugar a un geosinclinal, al oeste de la plataforma brasileña y que en el paleozoico empezó a rellenarse con sedimentos de origen andino. La formación del geosinclinal fue acompañada de accidentes tectónicos, principalmente en forma de compartimientos elevados (los actuales cerros del noroeste chaqueño). Por otra parte, los movimientos tectónicos que afectaron el *anticlinal central-paraguayo* dieron lugar al relieve de la margen derecha del río Paraguay.
2. Los *procesos de relleno del geosinclinal* (del paleozoico al cuaternario) provocaron los *paisajes aluviales* que caracterizan la actual llanura chaqueña.
3. Los procesos aluviales de colmatación de la depresión chaqueña así como los Ríos Parapití y Pilcomayo dieron lugar a la *formación de un “delta”*, donde se han depositado enormes cantidades de sedimentos de origen andino. Opinamos que los procesos de colmatación avanzan hacia el este pues creemos que la acumulación de sedimentos provocó una elevación del terreno y, así, un declive con orientación O — E, que permite el transporte de materiales hacia zonas bajas y su consiguiente sedimentación.
4. En la llanura chaqueña actual podemos distinguir una zona “elevada” (al oeste) donde se concentraron los procesos de colmatación; en esta zona dominan los *sistemas hidrográficos* degradados y *endorreicos*, que llamamos *paleohidrografía*. Los procesos actuales de colmatación tienen lugar en la zona baja del este chaqueño; en esta zona dominan los sistemas activos y *exorreicos*, que llamamos *neohidrografía*.
Según esa hipótesis, los ríos Pilcomayo y Parapití habrían sido los principales agentes de transporte y, consecuentemente, habrían provocado casi todos los sistemas hidrológicos del sur y del norte en el Chaco, tanto los antiguos como los modernos.
5. En la *geomorfología* chaqueña distinguimos:
 - las *formas aluviales*: son formas derivadas de los procesos de colmatación. Se caracterizan por una sucesión de “altos” debidos a la acumulación de sedimentos y “bajos” excavados por los sistemas hidrológicos. Las características de las formas de los “bajos” es otorgada por la neo- y paleohidrografía. En el oeste los depósitos aluviales fueron modelados por los vientos dominantes en forma de dunas;
 - las *formas orogénicas*: son consecuencia de los procesos erosivos. Aquí dominan los cerros tabulares aislados en la llanura, y las serranías extendidas, compuestas de lomas separadas por valles.
6. Los *suelos* son el resultado de los procesos aluviales arriba descritos.
En los “bajos” son *impermeables* de textura *arcillosa* por sedimentación de material fino; en los “altos” son *limo-arcillosos* y más permeables. Los *suelos arenosos* son característicos de las zonas de acumulación en el oeste chaqueño (dunas, esparrillares).
Según LÜDERS (1961), un clima anterior más húmedo contribuyó a la *acumulación de sales* y bases en las capas superiores haciendo los suelos más impermeables por el aumento de volumen al absorber agua.
En los *cerros*, como el suelo es quasi ausente (suelos esqueléticos), el escurrimiento superficial de las aguas provoca un empobrecimiento de elementos nutritivos y fracciones finas en las zonas superiores, al mismo tiempo ocasiona una acumulación a lo largo de los declives, principalmente en el fondo de los valles.

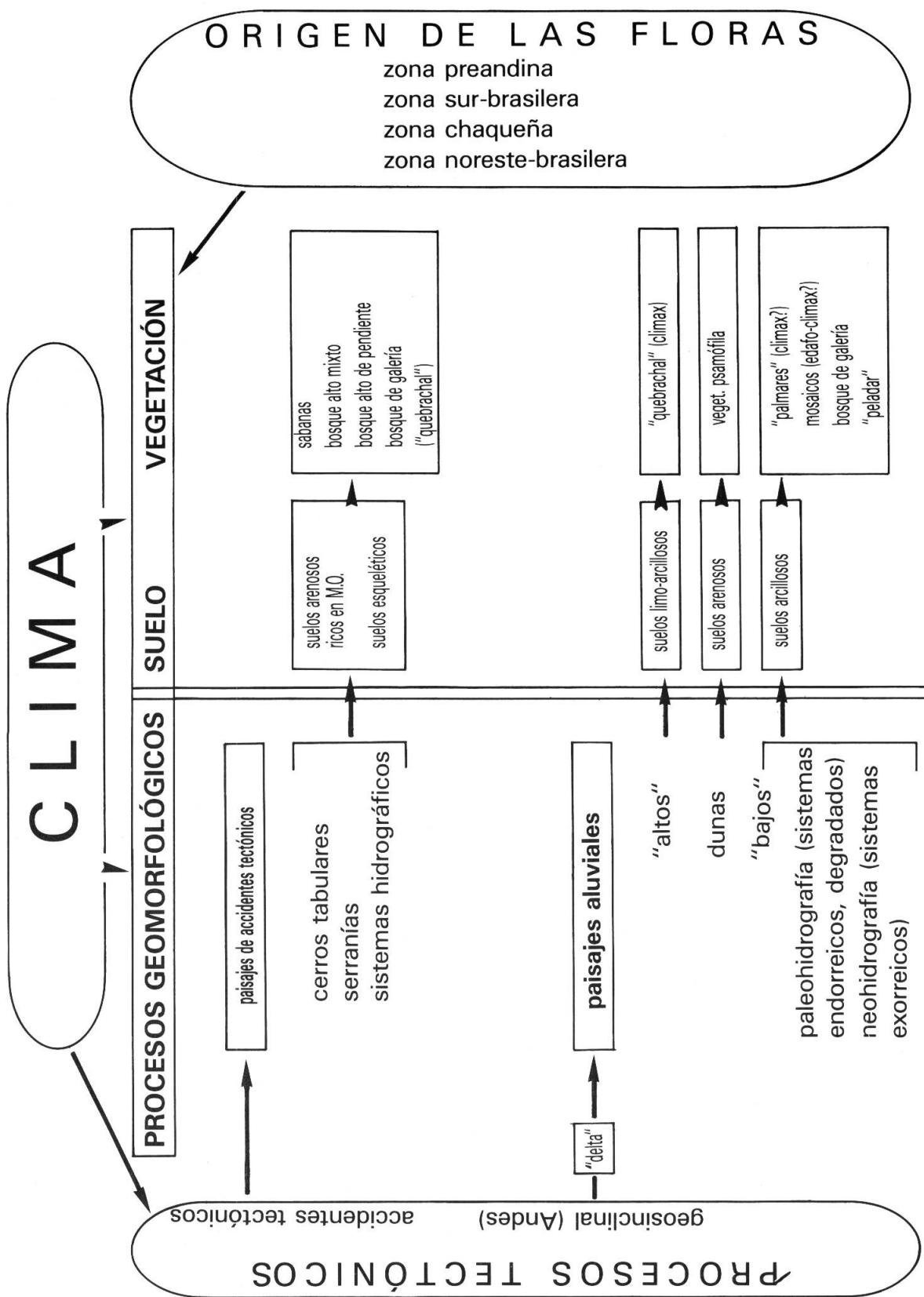


Fig. 17. — Modelo teórico de la génesis de la llanura chaqueña y de los factores físicos de los cuales resultan las actuales formaciones vegetales.

1.2. Factores relacionados con las condiciones climáticas actuales

1. Actualmente el clima se caracteriza por la alternancia de dos períodos: *lluvias veraniegas y sequía invernal*, como consecuencia de la posición y circulación anual de las altas presiones de origen subtropical y las bajas de origen ecuatorial.
2. Existe un *gradiente de precipitaciones* que disminuye del sureste al noroeste. Un desequilibrio entre el volumen de agua disponible y la evapotranspiración potencial provocan déficits importantes.
3. Las precipitaciones son responsables de los *régimenes* actuales de los sistemas hidrológicos chaqueños. La irregularidad y concentración de éstas en verano explican las crecidas estivales de los *ríos del oeste* y su estiaje nulo en el invierno. El régimen pluvial es responsable del *endorreismo actual* de estos ríos y de una posible *destrucción* de sistemas antiguos anteriormente jerarquizados. El volumen superior de precipitaciones determina la *actividad* y el *exorreismo* de los ríos del Chaco húmedo.

2. La vegetación como consecuencia del medio físico

Según nuestras hipótesis la vegetación actual sería el resultado de la interacción de los factores arriba mencionados (Fig. 17):

1. Hablamos de *formaciones climáticas* cuando la vegetación está en armonía con el clima y el suelo. Esto sucede en la zona del “delta” chaqueño (al oeste) donde las aguas de origen andino no se estancan. Es el caso de la “quebrachal” que resulta de una serie evolutiva de tipos de vegetación (en nuestros próximos artículos nos proponemos estudiar estos tipos de vegetación). Respecto al este chaqueño, por analogía con lo que se puede observar en el Gran Pantanal, podríamos suponer que los “palmares” son la formación climática del Chaco muy húmedo.
2. Donde la geomorfología modifica la distribución de los volúmenes hídricos se encuentra una vegetación que refleja la mayor o menor cantidad de agua disponible. Se trata de *formaciones edafoclimáticas*. Éstas predominan en la parte este del “delta” chaqueño donde se estancan las aguas de origen andino. Son los “mosaicos” del Chaco húmedo, donde cohabitan “palmares”, sabanas herbáceas, “algarrobales”, bosques de galería y “quebrachal”. Cuando estas formaciones se encuentran en el Chaco seco se tratan de formaciones reliquias.
El estudio de la evolución, del dinamismo y de la competición de las formaciones que constituyen estos mosaicos, será también objeto de estudios posteriores.
En los cerros chaqueños encontramos una distribución de los volúmenes hídricos particularmente extrema; visto y considerado la geomorfología bien marcada que caracteriza estos relieves. De ahí las formaciones bajas achaparradas situadas en las lomadas, los bosques altos de pendiente y los bosques de galería en los valles.
3. Se supone que los *elementos florísticos* que componen las formaciones chaqueñas son originarios de, por lo menos, tres zonas florísticas: la zona preandina, la zona sur brasileña (Mato-Grosso, Paraguay Oriental) y la autoctona del Chaco.
Basándonos en todo lo que antecede, podemos admitir que los *elementos orófilos* de los cerros del oeste y del este son frecuentemente de origen preandino y sur-brasileño (*sensu lato*). Que, en cambio, la “quebrachal” del oeste está constituida de manera preponderante por elementos autóctonos chaqueños. Que, respecto a los “palmares” del Chaco húmedo, son una prolongación de las formaciones del Gran Pantanal (Mato Grosso). De igual manera pensamos que los eventuales *endemismos* chaqueños se encuentran en los cerros del oeste, como consecuencia de fenómenos de insularización o en determinadas formaciones especializadas de la “quebrachal” (dunas, zonas húmedas, etc.).
4. El estudio de las *relaciones florísticas con el noreste brasileño* nos ayudará a entender mejor la génesis de las floras xerófilas del subcontinente americano.



Foto 1. — “Cauce” del oeste chaqueño.

Foto 2. — “Ralera” con poblaciones monoespecíficas de *Ruprechtia triflora*.



Foto 3. — “Aguada“ en la parte noroeste del Cerro Coronel Félix Cabrera (Paraguay).



Foto 4. — “Aguada” en época de sequía, aquí, en un lugar donde un río endorreico se pierde en la llanura.
Foto 5. — Cerro San Miguel (Bolivia): sabana herbácea de la meseta y zona húmeda donde nace un arroyo.



Foto 7. — Dunas arenosas del oeste chaqueño.



Foto 6. — Cerro San Miguel (Bolivia): quebrada y saltos de un arroyo.

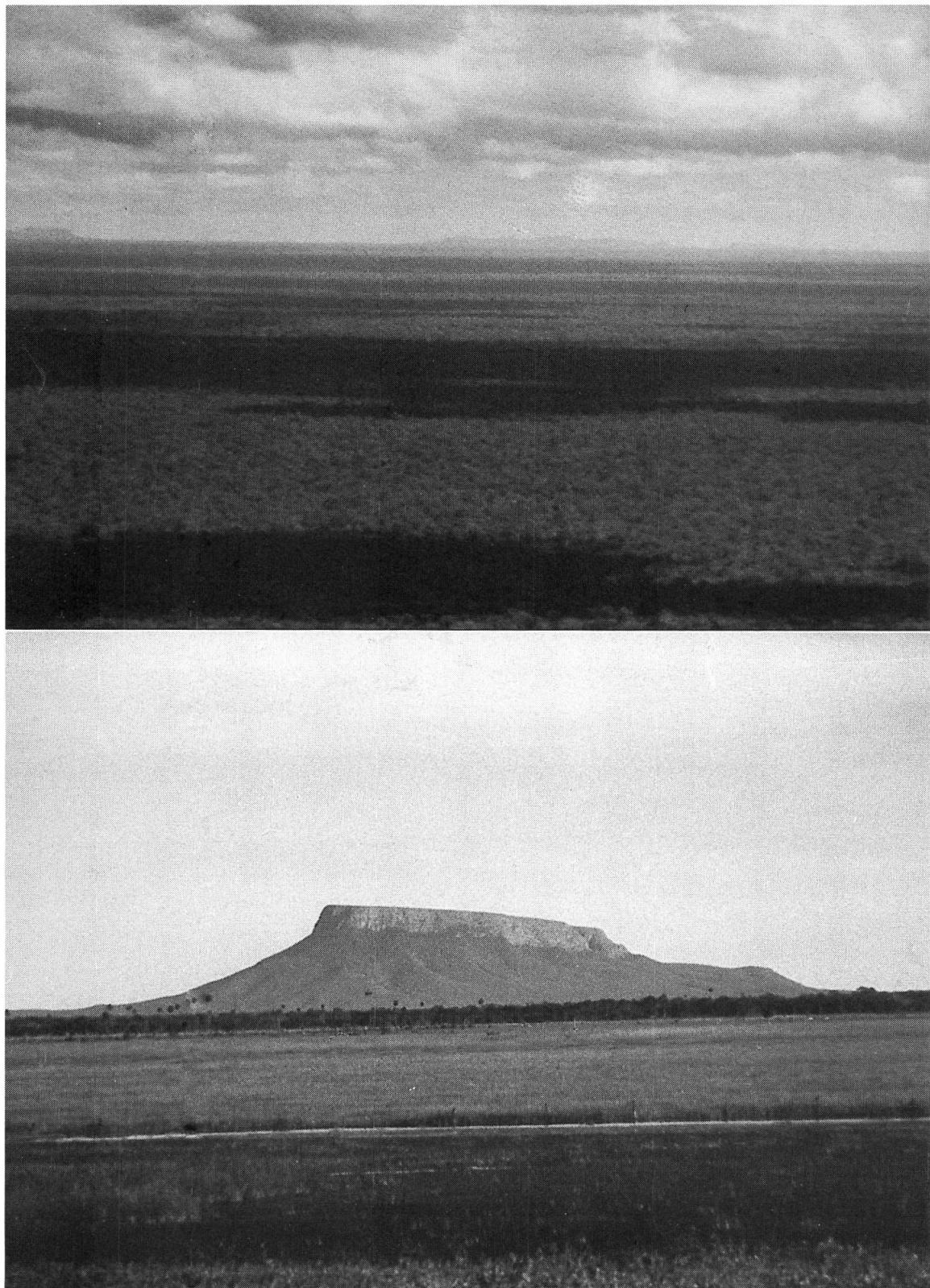


Foto 8. — Llanura Chaqueña con cerros tabulares más numerosos hacia los Andes.

Foto 9. — Cerro San Miguel (Bolivia), visto desde Palmar de las Islas.



Foto 10. — Cerro Coronel F. Cabrera (Paraguay).

Foto 11. — Cerro Coronel F. Cabrera (Paraguay): zona noroeste.



Foto 12. — Sierra León (Paraguay): “quebrachal” y lomadas.

Foto 13. — Cerro León (Paraguay): vista aérea de la serranía.



Foto 14. — Cerro León (Paraguay): vista de la meseta central con pequeñas alturas.

Foto 15. — Forma extrema de un “peladar” con *Stetsonia coryne*, *Cereus stenogonus* y *Bulnesia sarmientoi*.

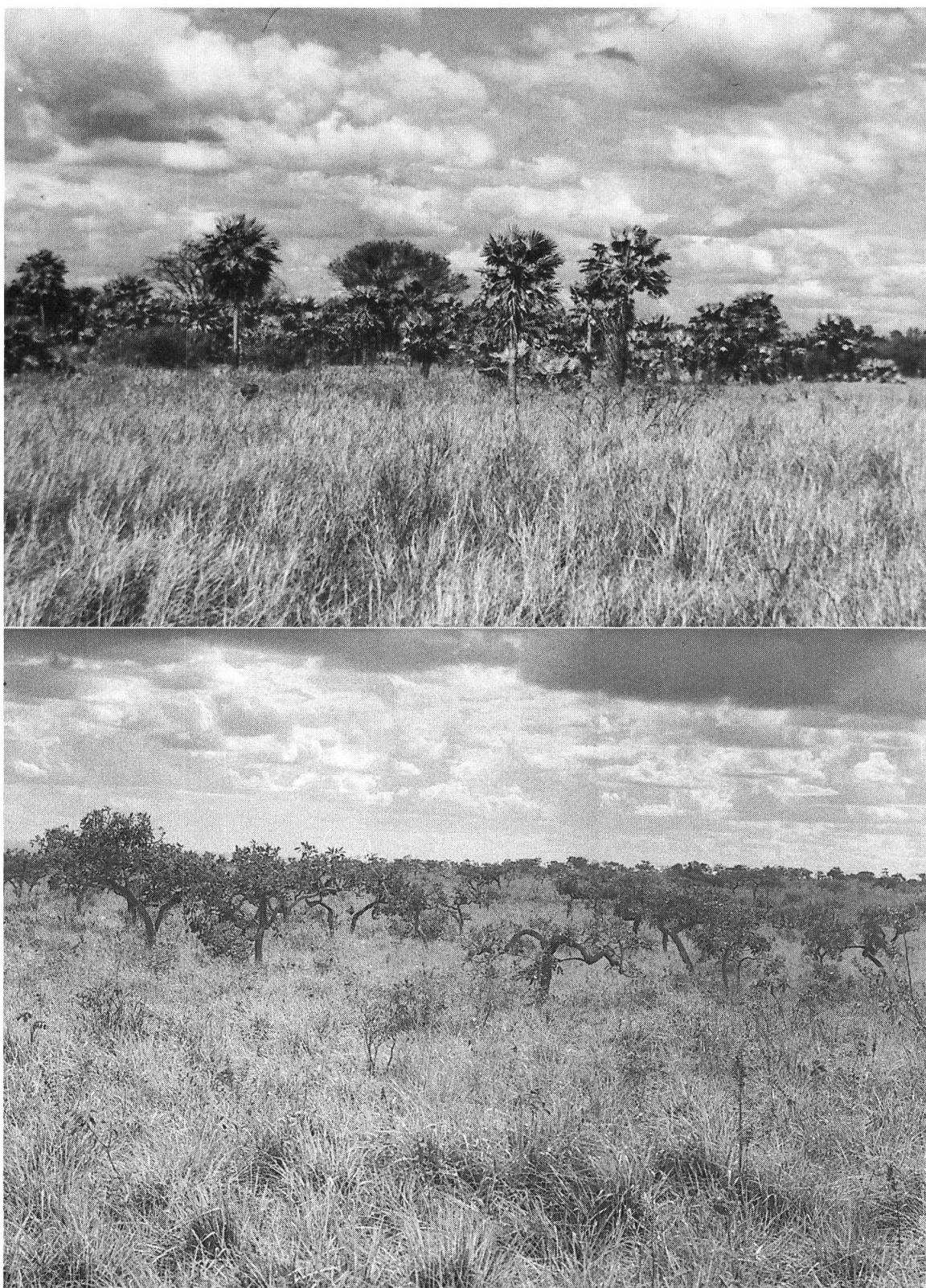


Foto 16. — Sabana herbácea de *Copernicia australis* ("palmar").

Foto 17. — Cerro León (Paraguay): sabana herbácea de *Tabebuia aurea* de la meseta central.



Foto 19. — Cerro Coronel F. Cabrera (Paraguay): bosque de *Calycophyllum multiflorum* (el árbol del primer plano) en la zona de "aguada".



Foto 18. — Cerro Coronel F. Cabrera (Paraguay): acantilados con numerosas *Thiandra*. Al pie de los mismos se encuentra el hábitat de *Cnicothamnus lorentzii*.

AGRADECIMIENTOS

Las expediciones entre 1987 y 1989 fueron realizadas gracias al apoyo financiero de las siguientes instituciones: "National Geographic Society", "Fondation Aubert", "Société Helvétique des Sciences Naturelles", "Société Académique (Université de Genève)".

Agradecemos al Gral. I. Otazú, Gral. I. S. Gamarra, Cnel. V. Amarilla, Sgto. F. Ríos, Sgto. Moreno, Sgto. Jara, Dr. L. Berganza y su esposa, Don Teodoro Brusquetti y su familia, Dra. I. Basualdo, Lic. F. Mereles, Lic. N. Soria, Lic. P. Arenas e Ing. L. Spinzi su participación y colaboración.

Tina Moruzzi-Bayo se ha encargado de la corrección y lectura del manuscrito; los dibujos han sido realizados gracias a la colaboración de Maya Mossaz, Maryse Kolakowski, Suzanne Zurek-Vanhove y Patricio Florentin, a quienes van nuestros sinceros agradecimientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CABRERA, A. L. (1978). Compositae. In: CABRERA, A. L. (ed.), *Flora de la Provincia de Jujuy*. INTA, Buenos Aires. 726 pp.
- DRESCH, J. (1966). La zone aride. In: JOURNAUX, A., P. DEFFONTAINES & M. J. BRUNHES DELAMARRE (eds.), *Géographie générale (Encyclopédie de la Pléiade)*: 712-780. Gallimard, Paris.
- ESSER, G. (1982). Vegetationsgliederung und Kakteenvegetation von Paraguay. *Trop. Subtrop. Pflanzenwelt* 38: 5-113.
- FERREIRO, O. (1989). Comunicación personal.
- HERZOG, T. (1923). Die Pflanzenwelt der bolivischen Anden und ihres östlichen Vorlandes. In: ENGLER, A. & O. DRUDE (eds.), *Die Vegetation der Erde* 15: 84-105. Engelmann, Leipzig.
- HUECK, K. (1978). *Los bosques de Sudamérica*. Soc. Alem. Coop. Tec. (GTZ), Eschborn. 476 pp.
- LÜDERS, R. (1961). Bodenbildungen im Chaco boreal von Paraguay als Zeugen des spät- und postglazialen Klimaablaufs. *Geol. Jahrb.* 78: 603-608.
- PARDÉ, M. (1966). Les eaux courantes, l'hydrologie fluviale. In: JOURNAUX, A., P. DEFFONTAINES & M. J. BRUNHES DELAMARRE (eds.), *Géographie générale (Encyclopédie de la Pléiade)*: 86-158. Gallimard, Paris.
- PUTZER, H. (1962). *Geologie von Paraguay*. Gebrüder Borntraeger, Berlin-Nikolassee. 182 pp.
- SPICHIGER, R. & L. RAMELLA (1989). The forests of the Paraguayan Chaco. In: HOLM-NIELSEN, L. B. & al. (eds.), *Tropical forests, botanical dynamics, speciation and diversity*: 259-270. Academic Press, London.
- TRICART, J. & A. CAILLEUX (1964). *Le modelé des régions sèches*. 1. Centre de Documentation Universitaire, Paris. 129 pp.
- UNESCO (1973). *Clasificación internacional y cartografía de la vegetación*. Unesco, Genève. 93 pp.