

PROYECTO PROSPECTIVA TECNOLÓGICA PARA AMÉRICA LATINA

RENATO BAGNINO. Núcleo de Políticas
Científicas e Tecnológicas, UNICAMP
GRANDES ECOSISTEMAS DE SUDAMERICA

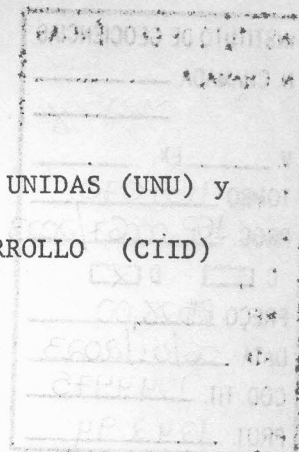
Jorge A. Morello

RENATO BAGNINO, PAULO FORTINHA, VÍCTOR
GALLUPIN; ANILCAR O. HERRERA; JOSÉ
ANTONIO S. DA SILVA
TEXTOS PARA DISCUSION

Fundación Bariloche/03

Mayo 1985

Proyecto patrocinado por la UNIVERSIDAD DE LAS NACIONES UNIDAS (UNU) y
el CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIONES PARA EL DESARROLLO (CIID)



GRANDES ECOSISTEMAS DE SUDAMERICA

Jorge A. Morello

TEXTOS PARA DISCUSION

Fundación Bariloche/03

Centro de Documentação em
Política Científica e Tecnológica
DPCT / IG, UNICAMP

Mayo 1985

Los puntos de vista expresados en este documento no representan
necesariamente la opinión de las instituciones patrocinantes.

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS	
N. CHAMADA	301 248
	M815g
V.	EX.
TOMBO	1137070
PROC.	16P-00067/2003
C	☐ D ☒
PREÇO	R\$ 28,00
DATA	06/01/2003
CÓD. TIT.	1244475
PROT.	124294

AREA: MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO

Coordinador: Gilberto C. Gallopín

Grandes ecosistemas de Sudamérica

Jorge A. Morello*

Mayo 1985

* Administración de Parques Nacionales

El Proyecto Prospectiva Tecnológica en América Latina parte del supuesto que una precondition necesaria para la construcción de una estrategia de desarrollo científico y tecnológico para la región es una visión prospectiva de los elementos del proceso de cambio social, económico y político que serán cruciales en las próximas décadas. Esta visión debe ser elaborada por los países de América Latina desde el punto de vista de sus propias características y aspiraciones, contrastando con los estudios que consideran a la situación de la región como una variable dependiente de lo que sucede en el Norte. El Proyecto se centra en las dimensiones tecnológica y científica del cambio. Procura identificar las principales tendencias del cambio tecnológico y su impacto social, económico, cultural y ambiental sobre los países latinoamericanos. El objetivo central es contribuir a la construcción de una estrategia de ciencia y tecnología para el desarrollo de una sociedad autónoma, igualitaria, participativa y compatible con el medio ambiente.

<u>Coordinador del Proyecto</u>	:	AMILCAR O. HERRERA. Núcleo de Política Científica e Tecnológica, UNICAMP, Campinas 13.100, Brasil
<u>Responsables de Areas</u>		
Tendencias de Desarrollo de Ciencia y Tecnología	:	RENATO DAGNINO. Núcleo de Política - Científica e Tecnológica, UNICAMP, Campinas 13.100, Brasil
Dinámica Socioeconómica	:	PAUL SINGER y ANDRE FURTADO. CEBRAP, Rua Morgado de Mateus 615, 04015 Sao Paulo, S.P., Brasil
Potencial de Investigación y Desarrollo en América Latina	:	HEBE VESSURI. CENDES, Apartado 6622, Caracas 1041-A, Venezuela
Economía Política de la Ciencia y la Tecnología	:	LEONEL CORONA. DEFFE, UNAM, Apartado Postal 22016, México, D.F., 14000, México; THEOTONIO DOS SANTOS. FESP, Avda. Carlos Peixoto 54, Botafogo, Río de Janeiro, Brasil
Medio Ambiente y Desarrollo	:	GILBERTO GALLOPIN. Fundación Bariloche, Casilla de Correo 138, S.C. Bariloche 8400, Río Negro, Argentina
Comité Consultivo	:	FERNANDO HENRIQUE CARDOSO; LEONEL CORONA; CELSO FURTADO; GILBERTO CARLOS GALLOPIN; AMILCAR O. HERRERA; JOSE AUGUSTIN SILVA MICHELENA

ABSTRACT

A basic prerequisite for the assessment of the scenarios selected by the Project is, obviously, the characterization and mapping of the major ecosystems of Latin America. This ecological basis represents the space where the traditional and new human activities and technologies will unfold in the next decades, with varied consequences upon the ecology of the region.

This study represents a first attempt to identify, describe, and interpret the great ecosystems of South America. There have been previous studies describing and documenting the soils, climate, vegetation and biogeography of South America, but none of these has taken an integrated ecological approach to the region. Thus, the present study contributes a new perspective to the biophysical characterization of South America.

The first section makes a thorough discussion of the existing information about ecological factors in South America. First, the author reviews a few existing ecological maps on a very small scale. These maps can be viewed as successive attempts to summarize the main ecological units and the biological relationships among these units. However useful, these maps correspond to biomes and derive from biogeographical studies.

More recently, a number of thematic maps have been published. Examples include the South American Map and Legends of the FAO World Soil Map (1971), the UNESCO Map of Vegetation for South America (1981), and the World Climatic Atlas (WMO, 1975 y 1979). These maps (scale 1:5,000,000) give sufficient details for each topic and provide the basis for the present synthesis of ecosystem.

Basically, this new synthesis uses bioclimatic (water balance and thermic regimes), edaphic (flooding) and vegetational characteristics (physionomies)

to define the 24 Great Ecosystems of South America. Each Great Ecosystem includes several transitional ecosystems that are spatially arranged in a generally continuous mapping unit (8 great ecosystems have disjunct distributions). The transitional ecosystems can be considered phases of the main type which characterizes the Great Ecosystem.

The description of each Great Ecosystem includes: a) a cartographic reference to the 1:5,000,000 enclosed map; b) a brief introduction which establishes limits, extent and main attributes (biological or anthropic; c) physical data (climodiagrams, geomorphology and soils); d) a description of the principal biological components and variants, and e) a discussion of current land use and resource management.

The selection of names for the 24 Great Ecosystems has been made on the basis of regionally well established terminology, although the correspondence with technical names is made in each case. These are: Amazonic-Pacific Darien*, Preamazonic and Alisio forests*, Great tropical estuaries and mangrove forests*, Great Pantanal and Mamoré Plains*, Atlantic hills and basal Andes*, Cerrado and Colombian-Venezuelan Plains*, Tepuis sabanas or Guayanan Plateaux, Caatinga and Caribe*, Great Chaco, Chilean-Peruvian Deserts and Predeserts*, Fresh Andes, Puna, Páramo, Austrobrasilian, Pampas, Central Chilean and Pampa hills, Valdivian rain forests, Mixed forests and Andean Patagonian grasslands, Subtropical estuaries and Coastal marshes, Extra-Andean Patagonia, Monte, Tropical rivers and lakes, and Temperate High Andes.

* disjunct ecosystems.

INDICE

	Página
I. INTRODUCCION	
I.1. <u>Documentación disponible</u>	1
I.1.1. Regionalización ecológica a escala muy pequeña	2
I.1.1. a. Mapas de vegetación y de biomas	3
I.1.1. b. Otras cartas temáticas a muy pequeña escala	16
I.1.2. Regionalización ecológica a escala pequeña	17
I.2. <u>El criterio utilizado para manipular la información disponible</u>	17
I.3. <u>Los grandes ecosistemas de distribución disyunta</u>	22
II. GRANDES ECOSISTEMAS	
1. Amazónico-Pacífico Darién	25
2. Preamazónico y Alisio	28
3. Grandes deltas tropicales y manglares	29
4. Gran Pantanal y Llanos de Mamoré	31
5. Atlántico serrano y Andino basal	33
6. Cerrado y llanos colombo-venezolanos	34
7. Sabanas de los "tepui" o planaltos de las Guayanas	37
8. Caatinga y Caribe	37
9. Gran Chaco	39
10. Desierto y predesierto costero chileno-peruano	43
11. Andino fresco	47
12. Puna	50
13. Páramo	54
14. Austrobrasilero	55
15. Pampas	60
16. Espinar de Chile central y sierras pampeanas argentinas	64
17. Selva valdiviana	67
18. Bosques mixtos y pastizales andino patagónicos	70
19. Deltas, estuarios y lagunas costeras subtropicales y templados	75
20. Patagonia extraandina	78

21. Altoandino patagónico	81
22. El Monte	83
23. Fluviolacustre tropical	85
24. Altoandino de latitudes templadas	87
NOTAS	90
BIBLIOGRAFIA	92
ANEXO I	96

I. INTRODUCCION

I.1 Documentación disponible

La información ecológica que cubre todo el continente y está representada en mapas temáticos, es de dos tipos y corresponde aproximadamente a dos etapas cronológicas del conocimiento de los ambientes naturales de Sudamérica.

Por un lado, se trata del tipo de mapa a escala muy pequeña (1:40.000.000 y menores) elaborado por un solo autor, y por otro lado, de los mapas a escala pequeña (1:8.000.000 y mayores), elaborados por equipos centrales, con la colaboración de equipos nacionales, en un lento y riguroso proceso de aproximaciones metodológicas sucesivas. El deslinde cronológico entre uno y otro tipo puede ubicarse en la década que va desde 1965 a 1975. Durante ese período van perdiendo vigencia las sobresimplificaciones de los mapas a escala muy pequeña y van produciéndose sucesivas aproximaciones de mapas temáticos a escala pequeña.

Entre 1960 y 1968 y con frecuencia decreciente hasta 1974, se delimitan y describen los biomas o ecosistemas mayores, formaciones o grandes regiones ecológicas y se los representa en mapas a escala muy pequeña. Tales mapas son de un alto grado de generalización y un muy bajo poder de definición. Basta pensar que en un mapa a 1:40.000.000, un centímetro del mismo equivale a 400 km en el terreno. Esa regionalización ecológica se suele llamar de "inset maps" o de mapas marginales, dado que en general acompañan mapas topográficos y políticos a escalas mayores, como parte de una pequeña colección de mapas temáticos. También se los llama mapas de atlas por su concepción sintética y expresión a escala pequeña.

A partir de 1965, distintos programas de Naciones Unidas toman a su cargo la elaboración de cartas temáticas del mundo a escala unificada (1:8.000.000, 1:5.000.000 y 1:2.500.000) sobre un fondo topográfico político también unificado. Se trata del período de generación de cartas temáticas mutuamente compara-

bles y mutuamente enriquecedoras, con participación sustantiva de especialistas sudamericanos en programas de largo aliento, con producción de aproximaciones sucesivas y documentos de soporte que se apoyan fuertemente en información rescatada de imágenes satelitarias. En esta generación de especializaciones temáticas rigurosas, lo fundamental es el uso de un fondo topográfico uniforme y, sobre todo, de metodología y leyendas temáticas uniformes o comparables para todo el mundo. Tales son los casos del mapa de suelos, del de vegetación y en menor medida del atlas climático, los tres ya publicados para Sudamérica. Todavía no ha aparecido la hoja Sudamérica del mapa geológico del mundo, mientras que el mapa hidrogeológico de Sudamérica ya tiene una propuesta de leyenda para ser elaborado a escala 1:2.500.000 (UNESCO, 1981) con pruebas de adaptación de la misma ya ejecutadas en Brasil y Ecuador. Todos estos mapas son el resultado de una serie de aproximaciones metodológicas y cartográficas con producción de mapas temáticos auxiliares a escala muy pequeña (1:40.000.000 para el caso del mapa de suelos) que en su mayoría son incorporados en el texto explicativo del mapa final. En cuanto al tema central, se hacen mapas a escalas mucho mayores que la escala elegida, digamos que para el mapa de suelo se hicieron aproximaciones a 1:20.000.000 y más grandes, probando leyendas adecuadas a cada nivel de expresión cartográfica. Las figuras 8, 10 y 11 de este Perfil son adecuaciones de tres cartas temáticas a escala muy pequeña incluidas en el texto de las hojas Sudamérica del mapa mundial de suelos.

I.1.1 Regionalización ecológica a escala muy pequeña

Podemos reconocer dos tipos de mapas: "aquellos preparados como un fin en sí mismo, es decir como generalizaciones definitivas, y aquellos que son una especie de cartografía experimental o de apoyo, o sea pruebas a muy pequeña escala de un proyecto cartográfico cuyo fin último es una cartografía más detallada. Tales son los casos de los mapas de vegetación de Hueck (ver adelante) a escalas 1:43 millones, que culminan años más tarde con el mapa de vegetación de Sudamérica a 1:8 millones, los que sirvieron de apoyo al mapa de suelos de Sudamérica.

Se hace necesario incorporar un breve comentario sobre algunos de ellos, ya que han sido ampliamente redproducidos en la literatura científica internacional y en muchos casos incorporados a los textos de enseñanza universitaria y preuniversitaria, en nuestro continente y en países desarrollados (1).

I.1.1.a. Mapas de vegetación y de biomas

En este punto voy a referirme a los mapas de biomas y de vegetación dado que ellos reflejan la respuesta biológica regional a la oferta climática, de suelos y de relieve. Interesan sólo los mapas publicados a partir de 1960, cuando ya hay información geocológica sobre la Amazonía, el Gran Pantanal, el Gran Chaco y los Llanos de Moxos.

Schmieder (1962) distingue 13 tipos, basándose en el aspecto de la vegetación dominante (la fisonomía) y en la duración de la estación seca. La figura 1 reproduce su mapa donde la simplicidad y coherencia de la leyenda, la ausencia de límites netos e incluso la elegante selección de los símbolos cartográficos, ha hecho que el mismo se reprodujera en trabajos regionales hasta hace relativamente poco tiempo. Entre sus virtudes técnicas deben destacarse el reconocimiento de los bosques esclerófilos de Chile Central, la sugerencia de similitudes ecológicas estrechas entre la costa Caribe colombiano - venezolana, la Caatinga y el Chaco, la ubicación casi exacta de la alta montaña húmeda y la inclusión de los bosques secos interandinos. Entre sus déficits deben destacarse la exagerada importancia atribuida a los bosques de Araucarias y sobre todo la sugerencia de que estos bosques de Araucaria brasiliensis (pino del Paraná) del sur de Brasil y norte de Argentina tienen isomorfías ecológicas con los de Araucaria araucana (pehuén) de la Patagonia argentino-chileno.

Mann publica sus primeros mapas de regionalización ecológica en 1964; un año después aparece una regionalización de la zona andina; en 1966 describe los cuatro grupos de biomas que son las categorías jerárquicas que le sirven de base en su tratamiento posterior de los ecosistemas mayores del continente: montaña, desierto y estepa, sabana y selva; por último en 1968 aparece su obra más acabada cuyos mapas han sido reproducidos en distintos textos de enseñanza preuniversitaria y universitaria latinoamericanos (Mann 1964, 1965, 1966 y 1968). El procedimiento básico adoptado por este autor es el siguiente:

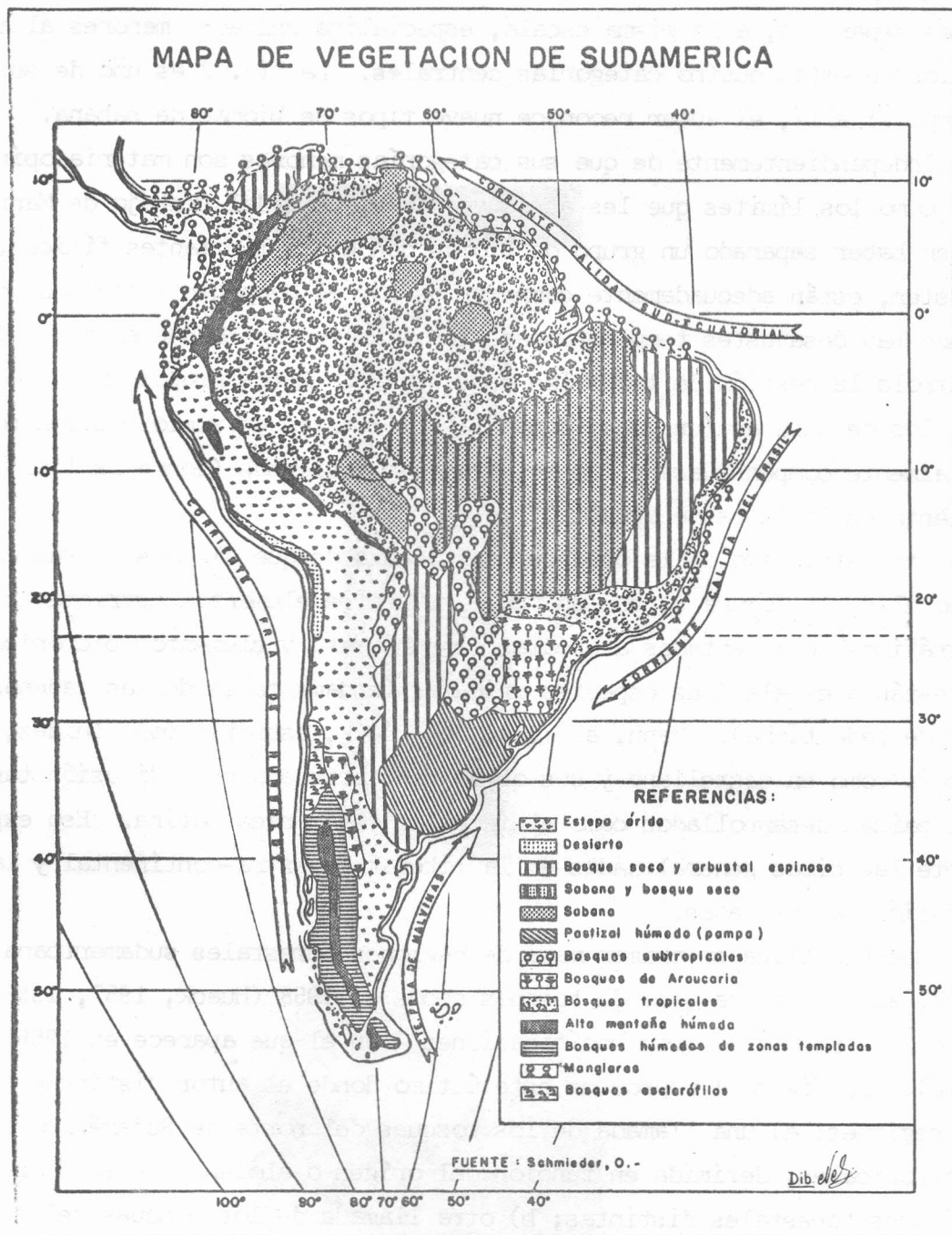


Fig. 1

en un mapa espacializa los cuatro biomas centrales (ya indicados) y en mapas separados, a la misma escala, espacializa unidades menores al interior de estas cuatro categorías centrales. La fig. 2 es uno de sus ejemplos: allí, el autor reconoce nueve tipos de biomas de sabana.

Independientemente de que sus categorías menores son materia opinable, así como los límites que les atribuye, la riqueza del trabajo de Mann radica en haber separado un grupo de biomas donde las limitantes físicas, si existen, están adecuadamente compensadas por el componente biótico, otro donde hay desajustes temporo-espaciales y un tercero donde el medio físico controla la gestión de todos los ecosistemas. Estos grupos son los de selva, los de sabanas (un grupo donde las limitantes de suelo y clima no están totalmente compensadas) y los de estepas y desiertos (donde la limitante prepotente es la falta de agua).

Otro atractivo de la obra de Mann deriva de que algunos de sus mapas, como el de la figura 3, son un "collage" entre elementos estrictamente cartográficos representados a escalas (los biomas) y elementos pictóricos que no están a escala (las especies animales fundamentales de las cadenas tróficas de cada bioma). Mann, al igual que Hueck, escribió con fluidez, tanto en alemán como en castellano y sus obras han alcanzado gran difusión tanto en los países desarrollados como al interior de América Latina. Eso explica en parte las citas generalizadas en la literatura extra-continental y la gran difusión de sus mapas.

Hueck publica su primer mapa de regiones forestales sudamericanas en 1957, al que agrega otro de bosques secos en 1958 (Hueck, 1957, 1958). Ambos mapas son reunidos - con modificaciones - en el que aparece en 1966 (Hueck, 1966). La figura 4 reproduce este último donde el autor distingue tres tipos de regiones: a) una llamada de los bosques del norte de Sudamérica o bosques neotropicales, definida en función del origen o abolengo de su flora, con 34 unidades forestales distintas; b) otra llamada de los bosques del sur, de linaje predominantemente antártico, con 6 regiones forestales distintas; y c) un tercer grupo de regiones que no tienen y/o son pobres en bosques, con 8 unidades.



Fig. 2

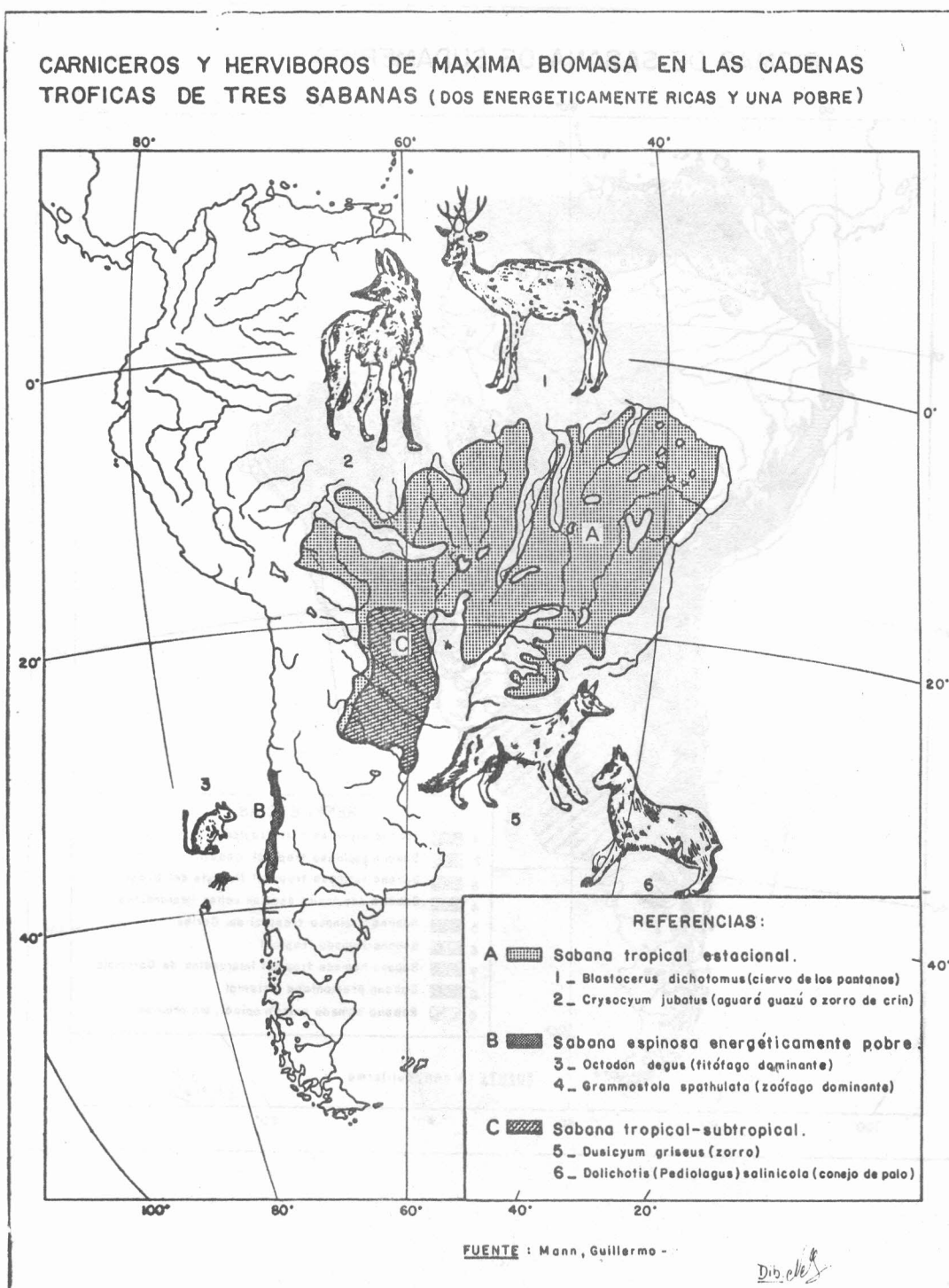


Fig. 3

Desde nuestro punto de vista ecológico regional, lo importante de este aporte es:

- a) La neta separación entre lo forestal tropical húmedo del Amazonas-Orinoco y lo Atlántico. Esa separación está dada por la interposición de una ancha faja de regiones de clima fuertemente estacional, el que incluye de noreste a suroeste, las regiones de la Caatinga del nordeste brasileño (29 y 30 en Fig. 4), de los Cerrados (27 y 28) y del Chaco (25). En la literatura geoecológica sudamericana se habla con frecuencia de la "diagonal árida" orientada de noroeste a sureste, que separa los bosques del norte o neotropicales de los australes; el mapa de Hueck destaca una segunda diagonal sudamericana (Caatinga-Cerrado-Chaco), caracterizada por un clima de precipitaciones fuertemente estacionales, la que separa las masas forestales tropicales en amazónicas y atlánticas.
- b) El autor destaca con precisión inédita, dos regiones pobres en bosques de más de 200.000 km² cada una, insertas al interior de la selva amazónica y/o contiguas a ella. Se trata de la sabana de altura de las Guayanas y de la sabana de los llanos del Orinoco y sus afluentes. Estas dos sabanas representan históricamente una especie de fuelle donde la sabana y el bosque avanzaron y retrocedieron en función de ciclos climáticos más húmedos y más secos en la era de las glaciaciones (el cuaternario).
- c) Hueck ubica más que adecuadamente un tercer espacio pobre en bosques de unos 100.000 km², el Gran Pantanal, como interfase anegadiza entre lo amazónico, lo austrobrasileño, los Campos Cerrados y el Chaco.
- d) La experiencia de Hueck como ecólogo forestal y los 10 años que trabajó en Sudamérica (Argentina, Brasil y Venezuela) le han permitido distinguir solamente dentro de la selva amazónica 14 regiones forestales distintas. Ese poder de discriminación es un salto cualitativo enorme en relación a los mapas precedentes y aún a algunos de edición reciente. Para el área amazónica fue necesario esperar hasta la implementación del proyecto RADAM (Radar Amazónico, es decir incorporación masiva de técnicas modernas de teledetección aérea y satelitaria) para

REGIONES FORESTALES DE SUDAMERICA



A. SELVAS DEL NORTE

- 1-14 Selva del Amazonas y del Orinoco
- 15-17 Bosques de los faldeos orientales de los Andes
- 18 Bosque húmedo del Pacífico y del Caribe
- 19 Bosque del "aliso" colombiano-venezolano
- 20 Bosque húmedo costero de Brasil
- 20a Región costera o litoral del Brasil
- 21 Bosque subtropical del este y sur del Brasil
- 22 Bosque de araucaria del sur de Brasil
- 23-24 Bosque del Chaco y áreas marginales
- 25 Sabanas de Santa Cruz y Trinidad
- 26 Bosque de la región montañosa de Velasco
- 27-28 "Campos cerrados" del Brasil central
- 29-30 "Coatingo" del nordeste brasileño
- 31 Palmares de Orignya martiana
- 32 Bosques secos del Caribe en Colombia y Ven.
- 33 Valles secos del interior de los Andes
- 34 Bajos del Paraná y del Delta

B. BOSQUES DEL SUR

- 35 Bosques secos subtropicales de hojas duras
- 36 Bosques húmedos valdivianos
- 37 Bosques de Nothofagus oblicua y Nothofagus pr.
- 38 Bosque de araucarias chileno-argentino
- 39 Bosques perenifolios patagónico y magallánico
- 40 Bosques caducifolios patagónico y magallánico

FUENTE: Huek, K. - "Las regiones forestales de Sudameri".
Bol. IFLA II, Mérida 1957.

Dib. del

Fig. 4

que las unidades forestales de Hueck pudieran ser evaluadas, modificadas y enriquecidas.

Hueck falleció en 1965. En 1969, el profesor Siebert trabajó sobre los manuscritos y aproximaciones cartográficas inconclusas de Hueck produciendo el mapa de vegetación de Sudamérica a escala 1:8.000.000 (Hueck y Siebert, 1972) con el que se hace el tránsito de la regionalización ecológica a escala muy pequeña a la regionalización a escala pequeña (es decir de 1:40 a 1:8 millones). Las virtudes del mapa de Hueck y Siebert aparecen comentadas en otra parte (Morello, 1984), pero aquí podemos decir que es la referencia espacial obligatoria utilizada durante la década que precede a la publicación del mapa de vegetación de Sudamérica elaborado a escala 1:5.000.000 (UNESCO, 1981b).

El último mapa de vegetación de Sudamérica que quiero comentar es el de Eiten (1974) en el que se distinguen seis grandes regiones ecológicas (fig. 5) y dentro de ellas un total de 30 grandes ecosistemas. Este autor presenta un mapa que refleja un esfuerzo para decodificar y reorganizar la información de Hueck que está fuertemente sesgada en el saber forestal, para que sirva a demandas más generalizadas de la ecogeografía. Además, el autor incorpora su valiosa experiencia personal sobre Brasil. Es el único esfuerzo que conozco para usar inteligentemente y ampliar los servicios de un mapa a escala muy pequeña, muy bien concebido pero limitado temáticamente a los ecosistemas forestales. Sobre este tema de decodificar visiones sectoriales volveré más adelante.

En todos los mapas que he seleccionado se reconocen ciertos elementos directrices comunes; en algunos casos aparecen explícitos y en otros se los insinúa. Ellos son:

- a) La existencia de una diagonal árida pacífico-atlántico, que es una barrera de primer orden, tan importante como la cordillera.
- b) La existencia de otra diagonal fuertemente estacional de sabanas, la que se extiende desde la punta noreste de Sudamérica hasta el pie de las montañas subandinas subtropicales (Caatinga - Cerrado - Chaco).
- c) La presentación de las selvas pluviales tropicales separadas en tres espacios: el pacífico, el amazónico y el atlántico,

REGIONES ECOLOGICAS Y GRANDES ECOSISTEMAS DE SUDAMERICA

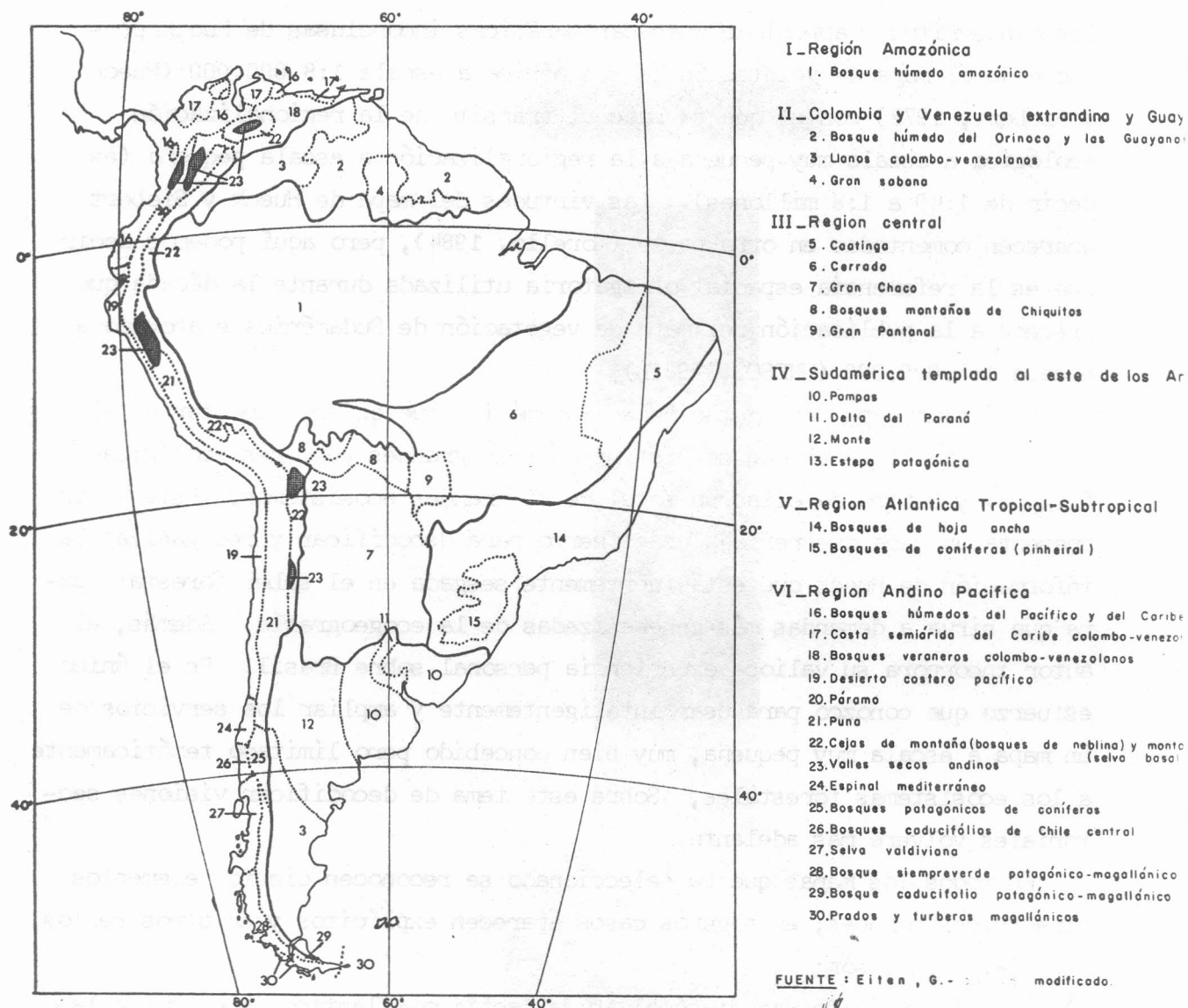


Fig. 5

- d) La existencia de una selva de clima templado frío, que no tiene similitudes con ningún otro gran ecosistema del mundo (selva valdiviana).
- e) La existencia de gradientes de estacionalidad y sequía crecientes en:
 - . desde el eje Paraná-Paraguay al borde de las sierras subandinas en el Chaco,
 - . La cordillera en sentido norte-sur, desde el Páramo a la Puna desértica,
 - . En el borde noreste del continente desde la Amazonía a la Caatinga, pasando por el Babaçual y el Cerrado (ver más adelante),
 - . Desde el Atlántico a la cordillera de los Andes, en latitudes templadas; desde la Pampa, al Caldenal y de este al Monte, aproximadamente a los 35° de latitud Sur,
 - . Desde la cordillera al Atlántico en la Patagonia, en una amplia faja que va desde los 40° de latitud Sur hasta el cabo de Hornos.
- f) La existencia de tres áreas netas de clima semiárido, muy distantes entre sí e isomorfas en cuanto a dotación de bienes y servicios de la naturaleza: La Caatinga, el Caribe y el Chaco.
- g) El reconocimiento y, en cierta medida, la sobrevaloración regional de los ecosistemas de clima mediterráneo subhúmedos y semiáridos de Chile Central.

Por otro lado, todos estos mapas tienen serias imperfecciones, que se derivan de lo siguiente:

- a) El reconocimiento de serias dificultades para caracterizar a escala muy pequeña ecosistemas mayores donde aparecen tipos de vegetación muy distintos, organizados en gradientes edáficos (Macizo de las Guayanas, Cerrado) o climáticos (Chaco), y
- b) La dificultad para crear a escala muy pequeña una estructura lógica de grandes ecosistemas al interior de la Cordillera de los Andes.

Estas dificultades se han tratado de resolver por medio de mapitas temáticas donde son tratados separadamente los bosques húmedos, los ambientes estacionales, los pastizales, etc. Este procedimiento fue introducido por Mann y ampliamente usado en obras generales sobre el continente. Para un

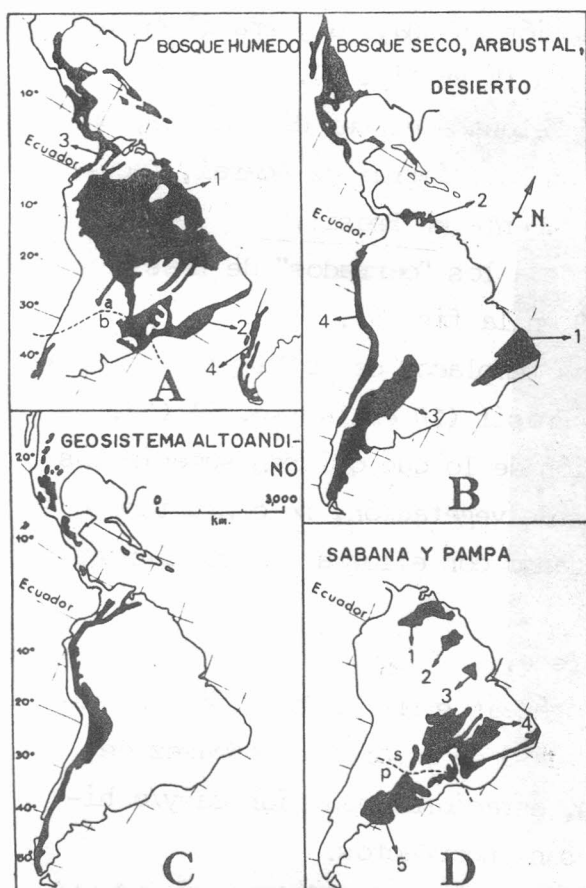
lector latinoamericano con cierta formación geoecológica, su valor es relativo. Sin embargo, debemos reconocer que han sido durante largo tiempo los insumos básicos sobre el medio físico sudamericano, recogidos en obras sectoriales de geografía económica, demografía y población, geografía sociológica y aún ecología biológica general.

Por lo anterior creo necesario describir con cierto detalle un ejemplo de tales mapas, para que el lector pueda evaluar por sí hasta donde producen información utilizable. He elegido como ejemplo de insumo básico en obras de geografía económica y social, las cuatro cartas temáticas de Eyre, reproducidas por Cole (1965). En su primer mapa (fig. 6-A) aparecen los bosques húmedos tropicales y templados, los que se concentran en cuatro áreas:

- a) Las cuencas del Amazonas, Orinoco, Esequibo, Marowijne y Oiapoque. El 90% de tales cuencas está cubierto por lo que se llama los "bosques húmedos del Amazonas, el Orinoco y las Guayanas". Este área es exclusivamente tropical (1 y 2 en la fig. 5).
- b) El área de bosque húmedo continuo del litoral atlántico corresponde a los bosques húmedos llamados Atlánticos por Eiten (14 en la fig. 5), la que incluye los bosques de la costa y del interior, es decir, los bosques húmedos orientales y austrobrasileros. Este bioma se extiende tanto en espacios tropicales como subtropicales (2).
- c) El tercer bioma corresponde a una de las regiones más lluviosas del mundo; son los bosques húmedos del Pacífico y del Caribe desde el Golfo de Darien hasta el norte de la república del Ecuador (16 en la fig. 5).
- c) El último bioma del bosque húmedo corresponde a un clima templado y es llamado andino-patagónico, correspondiendo a los números 25, 26, 27, 28 y 29 del mapa de Eiten (fig. 5).

En el mapa 6-B de bosques secos, arbustales y desiertos, aparecen cuatro biomas semiáridos, áridos y un desierto absoluto. El del nordeste sudamericano es la Caatinga (5 en la fig. 5), el del noroeste es la costa semiárida del Caribe colombo-venezolano (17 en la fig. 5). El área central incluye el Chaco semiárido y la estepa patagónica (7 y 13 en la fig. 5) y, además, la estepa pacífica que se corresponde con el desierto costero y sus bordes (19 en la fig. 5).

TIPOS DE BIOMAS SUDAMERICANOS

**A**Bosques húmedos

- 1-Amazonas, Orinoco y Guayanas
- 2-Atlántico tropicales-subtropicales
- 3-Pacífico-Caribe
- 4-Andino patagónico
 - a. tropicales
 - b. templados

BBosques secos

- 1-Caatinga
- 2-Costa semiárida del Pacífico colombiano-venezolano
- 3-Chaco semiárido y estepa patagónica
- 4-Desierto costero pacífico y sus bordes

CGeosistemas altoandinos**D**Sabanas y pampas

- 1-Lanos colombiano-venezolanos
- 2-Gran sabana de altitud
- 3-Sabanas guyaneseo-brasileras
- 4-Cerrado y Gran Pantanal
- 5-Pampas
 - s. sabanas
 - p. pampas

FUENTE: Eyre, reproducido por Cole, J.P., "AN ECONOMIC AND SOCIAL GEOGRAPHY OF LATIN AMERICA" - Londres, 1965 -

Dib. del

Fig. 6

Fig. 6

En el mapa 6-C de los biomas altoandinos se incluyen los llamados de "alta montaña" (pastizales, arbustales y desiertos), es decir de los afluentes de la margen derecha del Orinoco (3 en la fig. 5):

- a) Las sabanas de altitud (de 1500 a 3000) del macizo de Guayanas, llamada "Gran Sabana" en Venezuela y su continuación en Guayana y Brasil en la sierra de Pacaraima y el macizo de Roraima (4 en fig. 5).
- b) El área guayanesa de sabana incluye las sabanas del sur de Guayana, Surinam y la Guayana Francesa, centradas en las sierras de Acaraí, Tucucumaque y Agüimiare que penetran profundamente en Brasil.
- c) El gran área sabánica central corresponde a los "cerrados" de Brasil y el Gran Pantanal de Matto Grosso (6 y 9 en la fig. 5).
- d) Las Pampas corresponden a los pastizales templados de la Pampa Argentina y el Uruguay y los "campos" del sur de Brasil (10 en la fig. 5) (3).

Después de este intento de interpretación de lo que quieren sugerir los cuatro mapas temáticos sectoriales de tipos de vegetación, he consultado a colegas economistas, demógrafos, etc., llegando con ellos a las siguientes conclusiones:

- a) La información que les interesa no aparece.
- b) Los mapas como ubicadores de áreas homogéneas sobre la base de los criterios usados (relieve dominante en el caso de lo andino, escasez de agua en el de desiertos y zonas áridas, estacionalidad hídrica y/o hidrotérmica en el de sabanas y pampas), son incorrectos.
- c) Bajo una misma unidad se incluyen ecosistemas bioenergética y productivamente muy diferentes y situaciones físico-naturales totalmente distintas.

Otro camino seguido para articular información confiable y expresión cartográfica a escala pequeña fue cambiar el soporte conceptual del mapa, es decir, las bases utilizadas para delimitar unidades. Tal ha sido el caso del mapa de grandes regiones de vegetación elaborado por Scholten para el texto del mapa de suelos de América del Sur (FAO-UNESCO, 1971). Ese autor distinguió las unidades ecológicas principales y 42 regiones de vegetación, sobre la base del medio físico (clima y suelos) y el aspecto de la vegetación (fisonomía y estructura). Lamentablemente el mapa de Scholten tiene

una leyenda críptica desde el punto de vista ecológico-ambiental; con nombres florísticos (bosque de Nothofagus, bosque de roble-raulí), de significado ecológico impreciso (espinar peripampeano, espinar patagónico) o decididamente de linaje europeo trasladados acríticamente a Sudamérica (tundra subantártica, formaciones alpinas y subalpinas).

Las conclusiones más importantes que pueden extraerse de este rastreo selectivo de mapas de vegetación y de grandes ecosistemas a escala muy pequeña, son las siguientes:

El perfeccionamiento de este tipo de mapas llega a un límite entre 1957 y 1966 con Hueck; elaboraciones posteriores, como la de Eiten - según él mismo lo indica - son reordenamientos, reinterpretaciones y reiteraciones de un mapa forestal a uno ecogeográfico, en función de un espectro de usuarios mucho más amplio.

El mapa de Hueck (fig. 4) es el mayor esfuerzo de cartografía vegetal a muy pequeña escala ejecutado en Sudamérica. Tanto su trabajo como el de Scholten deberían haber sido la base de reinterpretaciones y adecuaciones que sirvieran de insuno básico en obras geográficas de economía, antropología, sociología, demografía y ecología regional. Tal cosa, hasta donde sé, no ha ocurrido ni en las obras sectoriales ni en las más abarcativas. En su lugar se presentan los conocidos mapitas donde se trata en uno lo andino, en otro los pastizales, en otro las selvas y en otro lo árido y semiárido, sectorializando aún más el tratamiento de los grandes ecosistemas del continente y dando una falsa idea de simplicidad y discontinuidad a la muy compleja y gradual articulación de los grandes ambientes sudamericanos.

I.1.1.2 Otras cartas temáticas a muy pequeña escala

Todo el ejercicio de cartografía experimental a muy pequeña escala que sirvió de apoyo al mapa de suelos de Sudamérica, fue publicado en dos obras (FAO-UNESCO, 1971; Fittkau, 1968). En la Biogeografía y Ecología de Sudamérica aparecieron, a escala 1:20 millones, el Mapa de Suelos de Sudamérica y el de Grandes Regiones de Suelos de América del Sur. Este último reducido

a 1:40 millones fue incorporado al texto de la hoja Sudamérica del Mapa Mundial de Suelos, el que incluye además cartas temáticas a muy pequeña escala sobre los siguientes aspectos: Climas (elaborado por J. Papadakis), Regiones de vegetación (por J.J. Scholten), Geomorfología (por J.J. Scholten), Regiones geotectónicas (de elaboración colectiva), Litológico (de elaboración colectiva).

Todas estas cartas requieren, por su carácter de saber sectorial, un trabajo de decodificación y adecuación para ser utilizadas por cultores de disciplinas no ligadas a las ciencias de la tierra. Ello explica, en parte su bajo nivel de utilización fuera de las disciplinas de la naturaleza. Es innegable que los mapas de vegetación aparecen como más interpretables y manejables para otras ramas del saber ambiental, particularmente para la economía, la sociología y la antropología, y sobre todo para los investigadores dedicados a estudios regionales. En ello me he basado cuando utilizo el tipo de vegetación dominante para separar, más adelante, los grandes ecosistemas.

I.1.2 Regionalización ecológica a escala pequeña

Ya se indicó que existen producidos por agencias de Naciones Unidas: el atlas climático (a 1:10.000.000 y 1:5.000.000), el de suelos y el de vegetación (ambos a 1:5.000.000). De los tres he usado para mi mapa casi exclusivamente el de vegetación; el proceso de adecuación seguido se describe en el acápite que sigue.

I.2 El criterio utilizado para manipular la información disponible

Las tierras de Sudamérica que conforman el soporte de la producción silvoagropecuaria, pueden dividirse en ecosistemas mayores o grandes ecosistemas. La presencia de estas grandes unidades puede ponerse en evidencia en relación a fisonomías dominantes, que se extienden sobre enormes

superficies. He distinguido esos grandes ecosistemas o grandes sistemas de tierra sobre la base de los criterios bioclimáticos de la leyenda del mapa de la vegetación de Sudamérica de UNESCO (1981b), del carácter anegadizo o no de las tierras y del aspecto o fisonomía de la vegetación dominante.

La distinción de grandes ecosistemas en base a datos del ambiente físico (climáticos y/o edáficos) y al aspecto o fisonomía de la vegetación son tradicionales, se usan desde hace más de un siglo y uno de los últimos productos cartográficos elaborado en base a tales criterios es el mapa de grandes regiones de vegetación de América del Sur de Scholten (Fittkau, 1968). Lo novedoso del presente caso radica en el gran peso atribuido al carácter anegadizo o no de la tierra como criterio de discriminación. Para un lector europeo sin experiencia sudamericana, esta incorporación puede resultar incomprensible, pero si estamos clasificando grandes tipos de tierras, lo anegadizo y no anegadizo es tan fundamental como lo árido y lo no árido. Citaré algunos ejemplos: los cuerpos de agua representan el 3% de la superficie del gran ecosistema Amazónico-Pacífico Darién, y si a ellos se le suman los espacios anegadizos, llegamos al 40% de la superficie de esta gran unidad ambiental, la más extensa de Sudamérica. Ecosistemas con más del 90% de superficie anegadiza son: Fluvio-lacustre tropical, Pantanal y Llanos de Mamoré, Deltas tropicales y manglares y Deltas y lagunas costeras subtropicales y templados. Por último, los que poseen superficies anegadizas de más de 50.000 km² son: Preamazónico, Cerrados y Llanos Colombovenezolanos, Chaco y Pampa. En el fondo, el anegamiento es un factor edáfico, que a veces funciona como limitante y otras como compensador (Adámoli, 1983).

La base conceptual de la identificación y clasificación de ecosistemas se puede resumir en dos puntos, a saber:

- a) La unidad menor a considerar es el ecosistema, o unidad ambiental, el que se caracteriza por una respuesta vegetal relativamente uniforme en cuanto a aspecto o fisonomía (es un bosque o pastizal) a un soporte edáfico uniforme en cuanto a anegabilidad y a un clima uniforme en cuanto

a cantidad y periodicidad de lluvias y temperaturas. Los ecosistemas aparecen listados y someramente descriptos bajo el título "el biosistema", dentro del tratamiento de cada gran ecosistema.

- b) La unidad mayor es el gran ecosistema o gran unidad ambiental. Incluye varios ecosistemas organizados en gradientes, es decir, derivados unos de otros por efectos limitantes y/o compensadores que se superponen al clima y los suelos de la región, mejorando o reduciendo el tipo de vegetación que aparecería sin esos limitantes o compensadores; es decir lo que se sigue llamando la climax o más adecuadamente: tipo de vegetación potencial. Esos ecosistemas aparecen en un patrón repetitivo y con las mismas características de aspecto y estructura, al interior del gran ecosistema.

Dicho de otra forma, un gran ecosistema, en función de la oferta climática y edáfica, podría tener en toda su área un tipo de vegetación uniforme que exprese esa potencialidad regional, pero al aparecer limitantes o compensadores se mejora en el sentido de hacerse más complejo, diverso y energéticamente más rico o se empeora haciéndose más simple, con menos diversidad, con menos pisos. Tomaré un ejemplo de Adámoli (4): el Cerrado y Llanos colombo-venezolanos, en función de la oferta generalizada de un clima de alta pluviosidad pero muy estacional y de suelos pobres en ciertas nutrientes, se expresa en un tipo de vegetación de sabana, que es un pastizal alto con árboles. Pero dentro de esa fisonomía dominante o fisonomía tipo - como la llama ese autor - hay lugares donde la estacionalidad de las lluvias es compensada por inundaciones o una napa freática cercana y allí aparece el ecosistema "selva", o a la inversa si la estacionalidad pluvial o las deficiencias de nutrientes se acentúan (limitante) la "sabana" se transforma en "campo", es decir en pastizal puro.

Resumiendo, reconozco que cada gran ecosistema posee gradientes ambientales propios (de relieve, de anegamiento, de suelos) que se reflejan en la aparición de distintas secuencias de tipos de vegetación (pastizal, sabana, parque, bosque), pero que hay uno, que presenta los más altos valores porcentuales de ocurrencia y puede considerarse el aspecto o fisonomía tipo de ese gran ecosistema. Por ejemplo el gran ecosistema amazónico tiene uno o más

gradientes ambientales que se expresan en distintas fisonomías; en tierra firme hay pastizales, sabanas, selva abierta y selva alta perennifolia; en tierra anegadiza hay una secuencia parecida. En ambos casos la fisonomía tipo es la selva alta perennifolia, porque aparece cubriendo las superficies mayores y sintetiza una cierta homogeneidad interna en cuanto a respuesta biológica frente a un clima regional específico (en este caso tropical húmedo sin estación seca neta) y a cierta combinación de formas de relieve (las que corresponden a una llanura sedimentaria reciente).

Los gradientes y las fisonomías tipo son una adecuada síntesis de potencialidades y restricciones para distintas actividades rurales. Tanto la fisonomía tipo como los gradientes ambientales que le corresponden se organizan en un espacio concreto, generalmente continuo, y llevan nombres de significado preciso, tanto en el lenguaje técnico como en el coloquial. Todo el mundo sabe en Sudamérica a qué gran ecosistema me estoy refiriendo cuando hablo de Puna, Páramo, Chaco, Monte, Pantanal o Loma. Por lo tanto, en la asignación de nombres a cada gran ecosistema y en la que se refiere a ecosistemas particulares al interior de los mismos, he respetado los de uso más generalizado en el continente.

Para ordenar los ecosistemas o unidades ambientales he seguido libremente los criterios bioclimáticos de la leyenda del mapa de vegetación de Sudamérica de UNESCO. Los factores esenciales de clima que usé, ordenados jerárquicamente, son:

a) Presencia/ausencia de estación fresca o fría. En función de ellos reconocí seis regiones:

1. Tierras calientes: temperatura media anual superior a los 20°C. Se corresponde adecuadamente con el concepto de tierra caliente de los países andinos.
2. Tierras tropicales frescas: temperatura media anual entre 10 y 20°C; las estaciones térmicas se repiten en ciclos de 24 hs, y no hay heladas. Se corresponde con el concepto de tierra templada de los países andinos.
3. Tierras tropicales frías: temperatura media anual de 0 a 8°C; hiela prácticamente todos los días. Se corresponde con el concepto de

tierra fría de los países andinos.

4. Tierras subtropicales: Tienen temperaturas medias anuales dentro del mismo rango de variación que las tierras tropicales frescas, pero las estaciones térmicas se organizan en ciclos de 365 días. La amplitud media anual de las temperaturas oscila entre 5 y 12°C.
5. Tierras templadas: Hay un ciclo neto de heladas nocturnas que se expresa en 165 días: las nevadas no existen o son poco importantes.
6. Tierras frías: Tienen temperaturas medias anuales dentro del mismo rango de variación que las tierras tropicales frías, pero las estaciones térmicas se organizan en ciclos de 365 días.

Las tierras tropicales frescas exigen una subdivisión altitérica: hay un piso submontano o premontano donde no prosperan los cultivos de tierras calientes llamados megatérmicos, tales como Hevea spp. (seringueira, hule) cacao y chicle, pero que es el óptimo ecológico para el café (Morello 1984)*, y otro piso donde no prosperan ni el café ni la caña de azúcar y donde comienzan los cultivos de clima templado, particularmente trigo. A este último piso le llamo montano.

b) Monto anual de lluvias y duración de la estación seca. Al interior de cada región térmica, distinguí (cuando era relevante) los siguientes tipos de estacionalidad pluviométrica.

- 1) Tierras húmedas: de ninguno hasta 5 meses secos (20) y monto anual de las precipitaciones variable según las regiones térmicas, por ejemplo en tierras caliente más de 1000 mm, en tierras tropicales frías más de 300 mm.
- 2) Tierras secas: de 4 a 7 meses secos y monto de precipitaciones según la región térmica.
- 3) Tierras muy secas: 8 a 9 meses secos.
- 4) Tierras áridas y desiertos: 10 a 12 meses secos.

Habiendo ya caracterizado al interior de cada región espacios ombrotérmicos o higrotérmicos, distinguí (cuando era relevante) los siguientes aspectos o fisonomías dominantes de la vegetación:

- a) Selvas y bosques: domina la forma biológica árbol.
- b) Sabanas, campos y arbustales: dominan estructuras biológicas sin tronco único.

* Véase especialmente fig. 38.

- c) Bosques y arbustales: dominan las leñosas con y sin tronco único.

Finalmente, al interior de cada unidad definida por temperatura, clima pluviométrico y tipo de vegetación, dividí (cuando era relevante) dos tipos de espacios en cuanto a inundación:

- a) Tierras firmes: que no se cubren periódicamente con un manto de agua.
b) Tierras anegadizas: que se inundan periódicamente.

I.3 Los grandes ecosistemas de distribución disyunta

Los objetivos de este proyecto hacen necesario un gran esfuerzo de síntesis de base funcional. Ello requiere que los grandes ecosistemas sean definidos y caracterizados por su estructura y sus procesos relevantes y no por su historia biogeográfica. Esta síntesis, que excluye abo- lengo o linaje histórico evolutivo del stock de seres vivos de cada gran unidad, no es fácil ya que el peso biogeográfico ha sido muy fuerte en la elaboración de casi todos los mapas de grandes unidades ambientales de Sudamérica.

Si los requerimientos se focalizan en distinguir grandes ecosistemas con un patrón estructural-funcional semejante deben integrarse en una misma unidad ecosistemas disyuntos; es decir, muy separados espacialmente entre sí. Este es probablemente el mérito del presente trabajo: tratar de descubrir situaciones isomorfas e isofuncionales en áreas alejadas e integrarlas. Así aparecen los siguientes grandes ecosistemas disyuntos que hemos reunido.

- a) Amazónico-Pacífico Darién: reúne los ecosistemas superhúmedos tropicales de la cuenca del Amazonas con los de la costa Pacífica colombo-ecuatoriana, desde el golfo de Darién en el Caribe hasta la desembocadura del río Guayas en el Pacífico. Se trata de selva pluvial tropical siempre húmeda de llanura o llanura colinada de baja energía del relieve.
- b) Grandes deltas tropicales y manglares: incluye los deltas del Magdalena, Orinoco y Amazonas y ecosistemas de manglares asociados a la gran mayoría de los contactos río-mar desde el Ecuador en el Pacífico a Santos

en Sao Paulo, sobre el Atlántico. El sistema tiene discontinuidades fuertes en las llanuras costeras semiáridas de la Caatinga en el noreste brasileño y en la Península de la Guayana. Los subsistemas reconocibles en Sudamérica son tres y aparecen en la Tabla 1.

- c) Gran Pantanal y llanos de Mamoré: vincula dos grandes ecosistemas donde se reconocen las más bajas pendientes del continente asociada a un clima monzónico de 6 meses muy lluviosos y 6 meses ecológicamente secos. Es probable que una porción importante de los llanos de Colombia y Venezuela, los llamados "bajos llanos", deba también incluirse en este gran ecosistema (véase la Tabla 1). Si lo anterior es correcto, el gran núcleo selvático amazónico y preamazónico estaría rodeado en el norte y en el sur por ecosistemas sabánicos anegadizos.
- d) Atlántico serrano y andino basal: rescata la presencia de selvas montañosas funcional y estructuralmente semejantes en el borde oriental tropical-subtropical de los Andes, en el borde occidental de los Andes en Ecuador y Colombia y en las serranías atlánticas costeras del Brasil.
- e) Cerrado y llanos colombo-venezolanos: son áreas disjuntas de suelos pobres y con limitantes por toxicidad, que dan origen a sabanas reconocidas como isomorfias desde hace muchos años gracias a los trabajos de autores brasileños y venezolanos. A este sistema podría también pertenecer el de sabanas de "tepui" o planaltos de las Guayanas (véase la Tabla 1).
- f) Caatinga y Caribe: incluye el noreste o "polígono das secas" del Brasil y la costa caribe semiárida desde Santa Marta (Colombia) hasta el extremo oriental de la Guayana colombo-venezolana y continuando por la costa venezolana hasta la Península de Parí en Venezuela. Es bastante probable que el Chaco semiárido tropical sea funcionalmente semejante al sistema caatinga-caribe pero a falta de estudios comparativos hemos preferido mantenerlo como unidad separada.
- g) Espinar de Chile Central y sierras pampeanas argentinas: desde 1970-73, fecha en que equipos chilenos, norteamericanos y argentinos comenzaron a trabajar en el proyecto IBP sobre ecosistemas semejantes ubicados en N y S América, Lowe y Morello (5) analizaron las estrategias adaptativas de los arbustales perennifolios de Chile Central, California y las Sie-

rras Pampeanas argentinas llegando a determinar isomorfías muy claras en bosquetes perennifolios de Anacardiaceas, con estrategias químicas antiherbívoros en arbustales de compuestas y en sabanas arbustivas de Acacia Caven.

- h) Preamazónico y Alisio: Incluye el gigantesco halo de selva estacional que rodea el Amazonas por el este, norte y sur y un área de selva tropical estacional, ubicada entre los "llanos altos" y la selva montana en Colombia y Venezuela

Estudios posteriores probarán o no la semejanza funcional de los siguientes ecosistemas disyuntos que estructuralmente son muy similares:

- i) Caatinga, Caribe semiárido y Chaco.
- j) Gran Pantanal, Llanos de Mamoré y llanos bajos colombo-venezolanos.
- k) Cerrado, llanos altos colombo-venezolanos, sabanas de tepuis o planalto de las Guayanas.

La tabla 1, además, hipotetiza sobre los grandes ecosistemas de distribución disyunta en Sudamérica, Centro América y Norteamérica, según los datos de distintos autores recientes. La semejanza funcional está por probarse en muchos casos; la similaridad estructural está probada.

II. GRANDES ECOSISTEMAS

(corresponden al mapa 1:5.000.000 que se adjunta)

1. Amazónico-Pacífico Darién

(ver Anexo 1 para una descripción más profunda)

Con 7.600.000 km² es el gran ecosistema más grande del continente y la selva pluvial tropical más extensa del mundo. Su explotación aparece como preocupante en función de estadísticas de salida de madera, la que entre 1969 y 1973 pasó de 111.000 a 560.000 metros cúbicos por año. La ocupación del espacio para ganadería y agricultura lleva un ritmo lento del orden del 1,78% de la superficie en cuatro años (1976/1980).

a. Los datos esenciales del medio físico

Lluvias casi permanentes a pesar de una ligera inflexión pluviométrica en julio-setiembre; temperaturas medias anuales que oscilan alrededor de 27°C y humedad relativa anual de 75% (ver fig. 7).

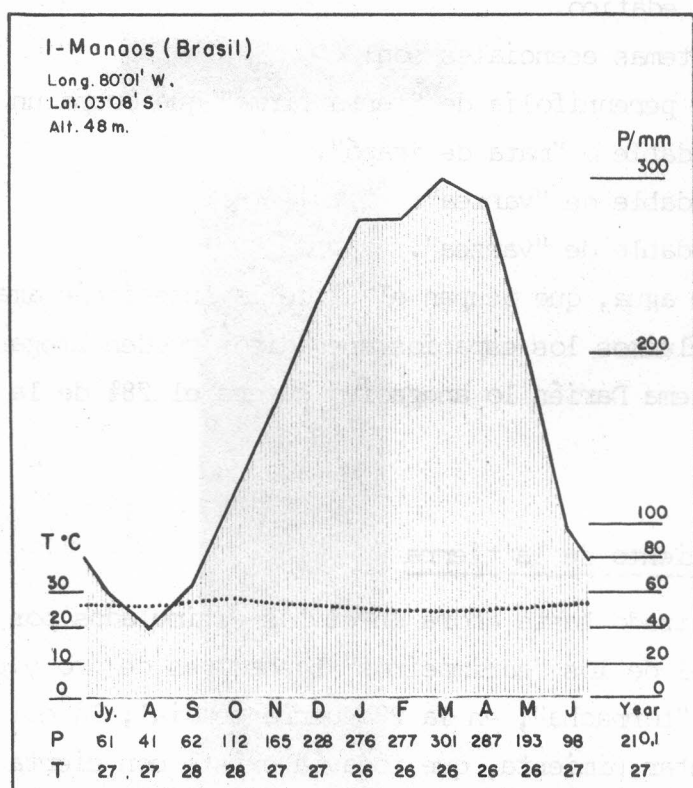
El único pulso de control natural son las inundaciones que operan en los ecosistemas de "varzea" y de "igapó", con desniveles muy pronunciados entre altas y bajas aguas (13 a 15 m en Iquitos, 11 en Manaus).

Los suelos son ferralsoles órticos de bajísima fertilidad y, salvo las "varzea" que son planicies fluviales donde se deposita material madre alóctono de origen andino, rico en macronutrientes básicos (N,P,K), todo suelo cultivado debe ser abonado.

b. El biosistema

De muy alta diversidad y riqueza, aparentemente no sujetos a ningún pulso ambiental drástico. El control biológico de todos los procesos

Diagrama ombrotérmico de Manaus
Gran ecosistema Amazónico.



precipitaciones



temperatura media mensual



período húmedo

FUENTE : Mapa de la vegetación de América del Sur.
 París, UNESCO 1981 -

Dib. chs

Fig. 7

(ciclos) es total. Tanto es así que en el ciclo de nutrientes, el suelo juega un papel secundario. Gran porcentaje de los nutrientes son absorbidos por la estera de raíces superficiales, prácticamente sin circular por el soporte edáfico.

Los ecosistemas esenciales son:

1. Selva alta perennifolia de "terra firme" que ocupa un 60%.
2. Selva inundable o "mata de igapó".
3. Selva inundable de "varzea".
4. Campo inundable de "varzea".
5. Cuerpos de agua, que ocupan el 3% de la superficie amazónica pero que si incluimos los espacios anegadizos pueden llegar al 40%. En el subsistema Darién lo anegadizo supera el 28% de la superficie total.

c. Aprovechamiento de la tierra

Se ha realizado hasta ahora en ciclos estimulados por demandas muy específicas; el de los "garimpeiros" buscadores de oro y piedras preciosas; el de la "borracha", en la 2ª guerra mundial; la colonización japonesa para plantar pimienta, que todavía existe con cierta pujanza; la arrocería que ocupó la varzea; la ganadería de tierra firme, la agrícola y la antigua y permanente de explotación de maderas de ley. Se han hecho inversiones descomunales en infraestructura y desarrollo agrícola y silvícola y hay también trabajos fenomenales de implantación de pasturas. Ninguna agricultura se hace sin fertilización; el gran problema son las plagas y sobre todo, las malezas.

Los ciclos de prosperidad y rendimientos decrecientes duran 5 años en pastizales implantados. La reciente estrategia de uso propiciada por el Instituto Brasileiro do Cacao es la simulación de una estructura de selva con cultivos de caucho, cacao, café, vainilla y aun banano.

2. Preamazónico y Alisio

Es una banda discontinua de bosques tropicales estacionales que rodean por el sur, este y norte a la selva amazónica. El factor de control es la estacionalidad hídrica. La selva de alisio de Venezuela y Colombia se asemeja a los ecosistemas de los alisios de la India. El segundo factor de control, exclusivo para la selva de alisio, es el viento direccional constante desde el norte.

a. Los datos esenciales del medio físico

Las lluvias, fuertemente concentradas en 6 meses del año, oscilan entre 1.200 y 2.000 mm; las temperaturas medias anuales varían entre 26 y 28°C.

Un factor condicionante es la baja fertilidad natural de los suelos, que son ferralsoles, muy parecidos a los de la selva amazónica. A pesar de ello, por no ser anegadizos y poseer textura franca y buen drenaje, los suelos de bosque alto, son usados para agricultura con fertilización más o menos obligatoria.

b. El biosistema

Los tipos de vegetación básicos y su control edáfico son:

1. Bosques altos en suelos bien estructurales y bien drenados.
2. Bosques de los "llanos bajos", en suelos temporalmente inundados.
3. Bosques de galería en suelos mal drenados.
4. Sabanas en campos inundados y no inundados.

c. Aprovechamiento de la tierra

Para agricultura solo se usan las tierras de los bosques altos, que hacen apenas el 10% del gran ecosistema. La explotación forestal y la ganadería extensiva son dominantes. La ganadería extensiva ocupa un 90% de la actividad, la ganadería tecnificada avanza con implantación de pasturas africanas (Setaria, Panicum) y rodeos de razas índicas.

3. Grandes deltas tropicales y manglares

Incluye los enormes deltas de los ríos Amazonas, Orinoco, Magdalena y Atrato, y todos los espacios ocupados con manglares. Hay dos grandes fisonomías: los campos anegadizos y los bosques.

La unidad deltaica con grandes sabanas anegadizas mejor conocida, es la de la isla Marajó. Los campos o sabanas aparecen en los dos grandes deltas (Orinoco y Amazonas) y en una faja costera Atlántico-Caribe de hasta 150 km de ancho máximo que cubre 260.000 ha, distribuída en tres países: Guyana, Surinam y la Guayana Francesa. No está claro el origen de estos campos y hay autores que atribuyen su existencia a limitantes edáficas (napa freática subsuperficial y anegamiento), a impacto humano, y a cambio paleoclimáticos relativamente recientes.

Los bosques, a su vez, son de dos tipos, los anegadizos de agua dulce, casi monoespecíficos, en donde domina el cativo (Prioria gigantea) y los manglares que se organizan en función de salinidad y/o alcalinidad.

El primer factor de diferenciación del sistema global es la profundidad de la napa freática. Los campos aparecen con napa subsuperficial; mientras que con agua en superficie, aparecen el catival y el manglar. El segundo factor de diferenciación es la concentración salina de las aguas. Cuando la marisma o albufera del manglar, llamada "cienaga" en Colombia, aumenta su salinidad a niveles superiores a los del agua de mar (34 ppm) hay una sucesión de manglar rojo (Rizophora) a blanco (Avicennia) y por último cuando disminuye la salinidad tierra adentro, se pasa a manglar negro (Laguncularia).

En todos los bosques del delta la proporción de elementos químicos que está en la fitomasa es altísima, como ocurre también en la selva pluvial tropical. Así, el catival tiene en su fitomasa el 99% del fósforo, el 97% del potasio, el 61% de calcio y el 35% de magnesio (Golley et al., 1971). En el manglar, el contenido químico de la fitomasa es alto para Mn (89%) y Na (75%) y, en cuanto a potasio, funciona como el catival.

a. Los datos esenciales del medio físico

La temperatura media anual supera los 26°C y la precipitación, los 3.000 mm.

En los campos o sabanas anegadizas, de bajo contenido de sales totales, dominan los suelos gleisoles y el cultivo generalizado es el arroz. La fertilidad natural de estos suelos de facie marina jóvenes es muy alta y en Guyana, además de arroz, se cultiva café de la variedad Libérica, caña de azúcar, banano y cacao. Estos gleysoles de costa tienen por lo general una alta saturación de bases.

b. El biosistema

El biosistema manglar se encuentra en toda la costa húmeda tropical-subtropical hasta los 28° de latitud sur en ambos océanos. La zonación del manglar es la siguiente: al lado del mar, Rizophora mangle; hacia el interior sobre marismas hipersalinas, Avicennia tomentosa y Avicennia nítica; y por último, con menos salinidad que la del mar, Laguncularia racemosa.

En el bajo río Atrato, los diques marginales que lo acompañan están cubiertos regularmente por el cativo (Prioria gigantea). Este es utilizado intensamente en la fabricación de compensado; a su vez el mangle se utiliza para tanino de corteza, para carbón siderúrgico y en combustión cerrada (Colombia) se extraen hasta 6 productos químicos de uso industrial.

La diferencia en biomasa entre el manglar y el catival es dramática: el manglar tiene 468 kg/ha, mientras que el catival tiene 1.188 kg/ha (datos proporcionados por Golley).

c. Aprovechamiento de las tierras

Con polderización extensiva se ha conseguido muy alta productividad en toda la costa de las Guayanas. En el delta del Orinoco hay un enorme proceso de polderización cuyo impacto ecológico aparece como muy bien evaluado y acompañado (ver Agua, desarrollo y medio ambiente, CEPAL-PNUMA, 1980). Los efectos ambientales del emprendimiento de polderización del

caño Mánamo fueron: avance entre 40 y 50 km de la cuña salina, desarrollo de suelos sulfatoácidos, toxicidad exagerada de aluminio, subsidencia de suelos orgánicos y minerales.

4. Gran Pantanal y Llanos de Mamoré

El Pantanal cubre 100.000 km² y soporta 6 millones de bovinos. Los llanos de Mamoré incluyen los ecosistemas de los ríos Beni, Mamoré y Guaporé que abarcan las cuencas de los formadores del río Madeira. El gran ecosistema Llanos de Mamoré cubre algo más de 60.000 km² y posee entre 3 y 4 millones de cabezas de vacuno criollo, de raza índica y cruzas.

La condicionante fundamental en todos estos ecosistemas es el anegamiento temporario. Esto define tres tipos fundamentales de vegetación:

1. Las selvas perennifolias en galería de los altos diques (derrames laterales o albardones que acompañan los grandes ríos.
2. Las sabanas de palmeras en los interfluvios.
3. Los campos abiertos o pampas, que son siempre pantanosos, sabanas abiertas de Andropogoneas y pastizales-pajonales.

La segunda condicionante son los vientos direccionales frecuentes, que soplan todo el año y originan enormes dunas en la porción oriental de los llanos de Mamoré.

En el gran Pantanal los suelos definen tres tipos de pantanales: arenosos en la parte central, arcillosos en el norte y arcillosos-solodizados en el sur. En Mamoré la secuencia es parecida, pero de orientación de oeste (arenales) a este (suelos arcillosos solodizados).

a. Los datos esenciales del medio físico

Las lluvias varían entre 1.800 y 1.200 mm con dos estaciones netas; las temperaturas medias anuales, entre 24 y 26°C. Hay caídas bruscas de temperatura originadas por los surazos. La energía del relieve es la más baja del continente; la pendiente es del orden de 0,25 m por km.

Los suelos son planosoles con un horizonte B impermeable, de estructura gruesa, por lo general de poca profundidad, inundados durante 8 meses por año.

b. El biosistema

La selva amazónica y preamazónica se desintegra hacia el sur. La selva tipo amazónica acompaña los grandes ríos de la gran llanura hiperhúmeda en anchos de hasta 20 km, conteniendo las especies de gran valor del norte tales como la "seringueira" (Hevea brasiliensis), la caña de pará (Bertholletia excelsa), y la mara o caoba (Swietenia macrophylla). Estas especies son excepcionales indicadores de antiguas selvas en la sabana de palmeras.

Ya se indicó que el patrón estructural tiene tres elementos fisonómicos: selva alta perennifolia, sabanas de palmeras y campos abiertos o pampa. Hay también entradas de campo cerrado desde el norte y el este.

c. Aprovechamiento de las tierras

Esencialmente ganadero, banco genético de una raza de Bos indicus, de enorme valor llamada "tucura" en el Pantanal, desarrollada localmente con vacuno europeo asilvestrado.

Se está polderizando a ritmo acelerado en unidades de hasta 80.000 ha. Se han instalado zocriaderos de carpincho y yacaré con excelentes resultados. Los polders están desarticulando todo el sistema de avenamiento. Al polderizar el suelo se compacta inmediatamente y las pasturas de gramíneas implantadas, esencialmente Setaria kazungula, se enmalezan totalmente a los cuatro años. El recurso natural más relevante continúa siendo la fauna nativa. El grueso de la carne vacuna que se extrae sigue siendo del "tucura" asilvestrado, al que se considera un banco genético importante, con más de 400 años de presiones selectivas naturales hacia un ecotipo de linaje europeo, adaptado a pasar el 70% de su tiempo de ingesta en ambientes anegadizos.

5. Atlántico Serrano y Andino basal

En todo el espacio tropical-subtropical de Sudamérica, tanto en el margen occidental de los Andes como en la vertiente atlántica de la Serra do Mar, hay un gran ecosistema de selva pluvial tropical.

a. Datos esenciales del medio físico

La precipitación oscila entre 1500 y 2000 mm equidistribuidos en el año, la temperatura media anual es de 25°C, llegando en el sur de Brasil a 22°. La diferencia de temperatura entre el más caliente y el más frío es de 4°C. Este ecosistema aparece en la costa atlántica, desde Recife hasta el estado de Santa Catarina.

b. El biosistema

Asumimos que el biosistema de nuestro interés aparece entre la cota de los 2.000 m y el nivel del mar. En cuanto a límites fisonómicos asociados con pluviosidad, a los 1.000 mm en Ponta do Calcanhar desaparece la selva. En la porción más húmeda (Salvador, Bahía) en el Atlántico, llueve 231 días por año; de mayo a agosto llueve diariamente.

Los suelos dominantes tanto en los Andes como en el Atlántico son acrisoles; los que están cultivados con cítricos, café, caña de azúcar, cacao, té, piña y maíz. Hay una enorme superficie cultivada, si bien los suelos (tanto los acrisoles como los ferralsoles) son de baja fertilidad.

Los principales tipos de vegetación son:

1. Selva pluvial tropical
2. Campos y pastizales en suelos someros
3. Prados de musgos, hepáticas y líquenes sobre roca desnuda.

La selva pluvial tropical superhúmeda tiene volúmenes de madera que oscilan entre 600 y 800 m³/ha y el material muerto que se incorpora al suelo es de 1 a 5 k/m². Los campos tanto del lado andino como del lado atlántico tienen como especies características al bambú o tacuara (Chusquea pinifolia en el Atlántico) y la cortadera (Cortaderia modesta).

c. Aprovechamiento de la tierra

Gran parte de las plantaciones de cacao del sur de Bahía y de caña de azúcar y algodón sobre los Andes se ha realizado sobre las selvas tropicales de este gran ecosistema. Hoy se conservan solamente un 15% de las selvas primitivas. Tanto en el lado andino oriental como en el atlántico se han organizado dos grandes áreas disturbadas continuas que alteran totalmente la dinámica morfogénica de los sistemas fluviales que bajan de los Andes a la Depresión Central sudamericana y al Océano Atlántico. Se trata de los pisos altitudinales de agrosistemas de perennos y de anuales que en un frente de colonización espontánea y dirigida trepan las montañas de la Cordillera y la treparon hace tiempo en el Atlántico.

6. Cerrado y Llanos colombo-venezolanos

Los factores de control básicos son suelos ácidos, con alta toxicidad en aluminio, de muy baja fertilidad, incendios recurrentes y una estacionalidad hídrica muy marcada (fig. 8).

a. Los datos esenciales del medio físico

Llueve entre 1.000 y 2.000 mm con una fuerte concentración de las precipitaciones en un semestre; la temperatura media anual es de 25°C y la diferencia térmica es de 3°C.

Los cerrados del planalto central del Brasil asientan fundamentalmente sobre suelos derivados de depósitos detríticos del terciario-cuaternario. El planalto de Brasilia representa uno de los puntos más elevados. Por situarse en el divisor de aguas de tres de las más importantes cuencas del continente (Amazónica, del Plata y San Francisco) está sometido a intensos procesos de entallamiento, que en muchas partes terminaron retirando la cobertura detrítica y dejando al descubierto el material rodoso (ver Adámoli, 1981).

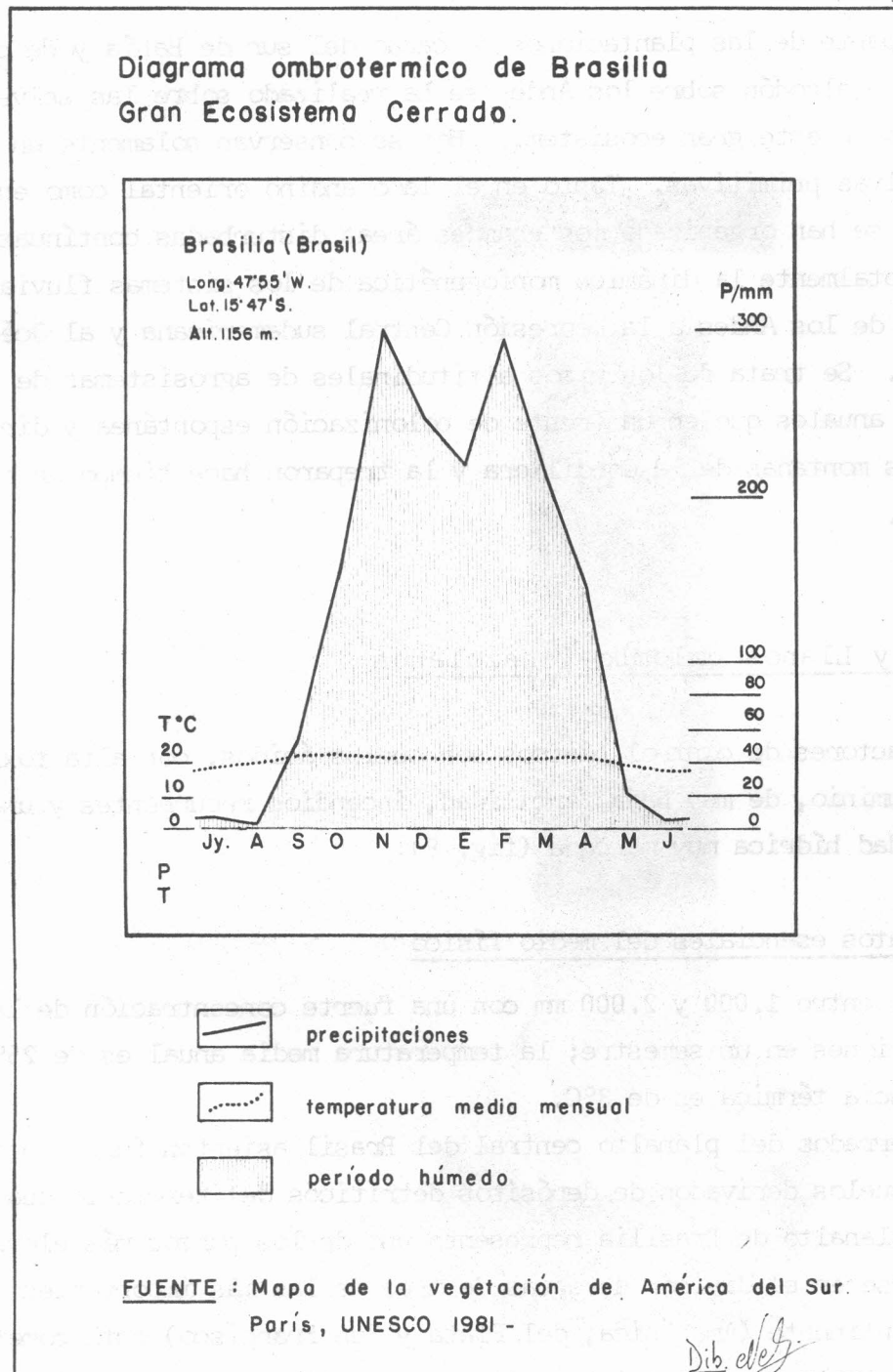


Fig. 8

Cuando el material dejado al descubierto es calcáreo, la situación edáfica es excelente en relación con los tradicionales suelos tropicales viejos de muy baja fertilidad. Sobre calcáreo se instala el ecosistema selvático más diversificado de la unidad. En el caso de las cabeceras de la cuenca del Plata las rocas subyacentes son siltitos y argilitos. Al quedar expuestas forman suelos de baja fertilidad en condiciones de relieve enérgico: litosoles o cambisoles distróficos. Allí se instalan campos "limpios", sin leñosas.

b. El biosistema

Los tipos fisonómicos dominantes arealmente son:

1. Las sabanas de los Campos Cerrados que cubre el 70% del Brasil central.
2. Los "campos limpios" y los "campos sujos", los primeros con leñosas aisladas, los segundos con bosquetes densos.
3. Las selvas en galería y los campos de varzea.

c. Aprovechamiento de las tierras

De los 2 millones de km² que ocupa el Cerrado brasileiro, el grueso de sus suelos es de baja fertilidad y acidez elevada. Tales condiciones hicieron que hasta hace 20 años el grueso de la actividad productiva fuese ganadería extensiva. En la década del 70 el esfuerzo volcado en fertilización logró buenos resultados y hoy el Campo Cerrado es asiento de una poderosa agricultura de altos insumos energéticos donde los cultivos más importantes son: algodón, ajo, maní, batata, papa, café, caña de azúcar, poroto, tabaco, mandioca, maíz y soja. La vecindad del campo Cerrado a los grandes centros urbanos costeros ha privilegiado la investigación y la acción de estímulo crediticio a este gran ecosistema revirtiendo en la década del 70, la política de avance de la frontera amazónica de las décadas del 50 y 60.

7. Sabanas de los "tepui" o planaltos de las Guayanas

Se trata de vegetación gramínea sobre antiguos planaltos de baja fertilidad ubicado en las Guayanas, en Brasil y en Venezuela. El ecosistema funciona de manera bastante parecida al Subpáramo o Páramo seco, del gran ecosistema Páramo.

a. Datos esenciales del medio físico

Muy alta erosión natural que ha fabricado por abrasión y tectonismo mesetas o masas llamadas "tepui" en Venezuela, ubicadas a 1.000 m sobre el mar y entallamientos de profundos valles de paredes verticales. Lluve hasta 2.500 mm, la temperatura media anual está entre 26 y 28°C y los meses secos son 5 a 6.

Los suelos son ferralsoles órticos, de muy baja fertilidad natural.

b. El biosistema

Riquísimo en endemismos. Por su fisonomía estas sabanas son bastante parecidas a las colombo-venezolanas del alto llano y a los Campos Cerrados brasileños. La limitante ecológica más importante es el comportamiento hídrico de sus suelos. Estos se caracterizan por una desecación rápida, intensa y prolongada durante la estación seca, así como por un exceso de agua y una lixiviación acentuada durante la lluviosa.

c. Aprovechamiento de la tierra

No hay: falta población campesina. La accesibilidad natural es mediocre a nula y el entallamiento casi vertical de las paredes de acceso a los planaltos hace difícil la construcción de caminos y sendas.

8. Caatinga y Caribe

Comprende el nordeste del Brasil con un millón de km² y una región Caribe en los estados de Falcón y Lara en Venezuela y en la Goajira Colombo-Venezolana, hasta Santa Marta en el borde del Macizo de Santa Marta,

como límite Occidental.

El factor de control es el balance hídrico deficitario todo el año, y la presencia recurrente y catastrófica de sequías extraordinarios. En la Caatinga los períodos de seca extraordinaria tienen ciclos de difícil predicción.

a. Datos esenciales del medio físico

La lluvia oscila entre 500 y 1.000 mm, con 5 a 8 meses secos. La temperatura media anual es de 24 a 26°C; la diferencia de temperatura, 4°C. Dominan los suelos vertisoles, que son difíciles de trabajar por su altísimo contenido de minerales arcillosos dilatables, principalmente la montmorillonita. Pueden tener deficiencias en nitrógeno y fósforo.

La restricción física de mayor impacto ecosistémico son las sequías extraordinarias en las que puede pasar hasta 24 meses sin llover. En este momento se dinamiza un violento proceso de expulsión de población hambrienta, enferma, y sin recursos: el "flagelado" o "retirante" que ingresa al circuito dinámico de las fronteras agropecuarias en expansión y es la mano de obra rural barata para el sistema roza-tumba-quema, parcialmente mecanizado que es el que se usa con más éxito en las fronteras agrícolas de Amazonia, el Pantanal y el Cerrado. Consiste en operar simultáneamente con labores mecanizadas completas de desmonte, laboreo, siembra y control de malezas; y con labores manuales de desmonte sin destronque, quema, siembra aérea y control aéreo de malezas, en una ex-selva con tocones y troncos caídos mal quemados.

b. El biosistema

Las fisonomías básicas son:

1. Caatinga "sensu stricto" o "carrasco", en algunos casos exclusivamente de palmeras. Es un arbustal-bosque o bosque abierto espinoso, caducifolio por sequía.
2. Caatinga arbustiva con predominio de cactáceas columnares.
3. Caatinga arbustiva con predominio de leguminosas.
4. Caatinga de especies tóxicas (caatinga de Euforbiaceas).

5. Caatinga de árboles suculentos (de "barrigudas").
6. Campos o arbustales con gramíneas.
7. Bosques riparios, ligados a la napa de agua en las planicies fluviales de los ríos especialmente en el sistema San Francisco y sus afluentes.
8. Palmares de Carnauba (Copernicia cerifera) sobre suelos pesados con napa subsuperficial.

c. Aprovechamiento de la tierra

Muy alta productividad con riego. Ganadería extensiva vacuna y caprina sujeta a grandes mortalidades en sequías extremas. La agricultura sólo es posible con riego; la seca normal dura 6 meses. Hay enormes superficies totalmente desertificadas, por sobrepastoreo de un rodeo demasiado numeroso que se transforma en sobrecarga en períodos de sequía catastrófica (en 1960, 3 millones de vacunos, 3 millones de cabras, 2 millones de ovejas, 800.000 burros y 500.000 caballos). Hay un banco de experiencia de riego no tradicional (con recipientes porosos) de gran valor para el continente, lo mismo que de arbustos y árboles forrajeros (Prosopis y Acacia) de primer nivel.

9. Gran Chaco

Cubre un millón de km² en Bolivia, Paraguay, un pequeño espacio brasileño y Argentina. Se trata de un área con un gradiente topográfico creciente y pluviométrico decreciente que se extiende en un ancho de 800 a 1.000 km de este a oeste.

Los factores de control son dos pulsos catastróficos: las inundaciones y las sequías. Ambos pueden coexistir en distintas áreas contiguas y en tales situaciones las débiles economías regionales colapsan totalmente, como ocurrió en el último período 1981-84. El tiempo de recuperación es de 5-10 años, requiriendo fuertes apoyos económicos extra-regionales.

a. Los datos esenciales del medio físico

Las precipitaciones oscilan entre 400 y 1000 mm, la temperatura media anual entre 20 y 28°C; la diferencia de temperatura es de 2°C (fig. 9). La concentración estival de la sequía tiene un gradiente que va desde el 40% de las precipitaciones en el este hasta el 70% en el oeste.

Los suelos son excelentes, fundamentalmente por su alto contenido en calcáreo; los fluvisoles son buenos para agricultura tradicional, porque su fertilidad es muy alta. Los suelos que siguen en importancia a los fluvisoles son los kastanozems; también excelentes, aunque pueden tener un alto contenido de sales.

Los laboreos tradicionales, enfrentados con lluvias chubascosas (de alta intensidad en corto tiempo) conducen a un fenómeno generalizado: el "planchado" de los suelos. El monocultivo algodonero lleva al desbalance del banco de nutrientes en 15-20 años. El trébol blanco (Melilotus albus) ha resultado una alternativa eficiente para la recuperación de la fertilidad de las tierras algodoneras cansadas.

b. El biosistema

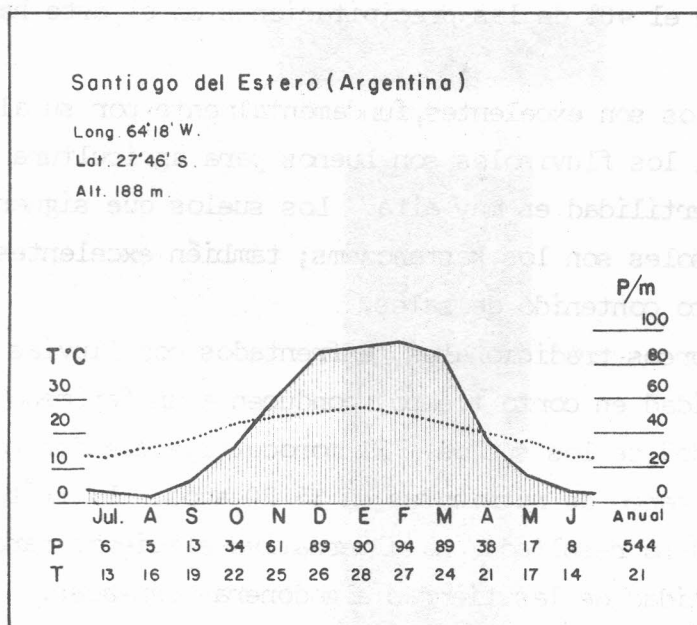
Básicamente es un macromosaico de pastizales anegadizos, pastizales de tierra firme, arbustales y bosques caducifolios y semicaducifolios.

Altísima bioproductividad para un termoclima subtropical en los pastizales anegadizos (Neiff, 1978).

Dominan las maderas duras de elevado peso específico y hay una asignación muy alta de materiales y energía para producir compuestos químicos antiherbívoros en las maderas principales (los taninos y aceites esenciales). El crecimiento es lento en todas las especies. Los dominantes de pastizales pirógenos no anegadizos también tienen estructuras químicas antiherbívoros (terpenos) y alta acumulación de cuerpos silicosos.

En los bosques dominan los quebrachos, uno de ellos (Aspidosperma quebracho blanco) con estructuras de ritidioma anti-incendio. Muchas leñosas funcionan como freatófitas, en ambiente semiárido (Fuentes Godo, 1984). Las cortezas antiincendio aparecen tanto en las sabanas (ceibo chaqueño, tatapé, paratodo) como en el bosque (quebrachos, palosanto, urunday).

Diagrama ombrotermico de Santiago del Estero
Gran Ecosistema Chaco.



precipitaciones



temperatura media mensual



período húmedo

FUENTE : Mapa de la vegetación de América del Sur
París, UNESCO 1981

Dib. *ele*

Fig. 9

Los tipos de vegetación más importantes son:

1. Selvas de ribera anegadizas, expresión austral de la "mata da varzea" del trópico húmedo.
2. Bosque alto diversificado no anegadizo, de maderas tánicas muy pesadas, semicaducifolios.
3. Bosque alto con 1 a 2 dominantes netos (quebrachales, palosantales, urundaizales).
4. Sabanas de leguminosas (sabanas con algarrobo, vinal, algarrobillo) arbóreas.
5. Sabanas de leguminosas arbustivas (Acacia, Cassia, Mimosa).
6. Pastizales pirógenos de tierra firme (espartillares).
7. Pastizales anegadizos (gramillares).
8. Pajonales anegadizos.
9. Camalotales.
10. Embalsados (suelos biogénicos flotantes).
11. Palmares.
12. Bosque con palmeras (único tipo forestal pirógeno).
13. Arbustales cerrados (de génesis antrópica).

c. Aprovechamiento de la tierra

Los suelos calcáreos de altísima fertilidad natural y sin limitantes físico-químicos admiten agricultura hasta el límite agronómico de sequía (700 mm sin dry farming). El espacio agrícola es de gran inestabilidad por inundaciones y sequías extraordinarias. La agricultura de granos ha provocado las explosiones más graves de aves granívoras conocidas en el continente, y el Chaco es uno de los grandes ecosistemas con mayores desequilibrios de poblaciones animales como consecuencia de la caza y del impacto de la ganadería de "monte", y de la explotación forestal ultra-selectiva.

Es actualmente una activa frontera agropecuaria, sobre base de proyectos de aprovechamiento múltiple de los cursos fluviales alóctonos (Izozog-Abapó en Bolivia, Bermejo) y la explotación de acuíferos potentes descubiertos en Paraguay y Argentina en la década del 70.

10. Desierto y predesierto costero chileno-peruano

Es uno de los pocos grandes ecosistemas sudamericanos sin árboles o con árboles confinados a los espacios con la freática accesible. Hay enormes superficies de dunas móviles que se cubren con comunidades de efímeras cada 15 o 20 años. El factor de control fundamental es la escasez de precipitaciones compensada por dos recursos relevantes: las neblinas o camanchacas del océano que dan vida a múltiples estrategias "atraparocío", y la freática de los subálveos de los torrentes episódicos o ríos permanentes que bajan de los Andes en pendientes muy abruptas. El desierto no recibe neblina, ella se condensa en niveles y exposiciones muy específicas del predesierto.

Se extiende desde el sur del Ecuador al norte de Chile en una franja constante de 60 km de ancho, interrumpida por 70-80 valles transversales donde asienta la agricultura más tecnificada (y con mayores problemas de desbalance ecológico) de Perú. La vecindad del mar y el cultivo de algodón y frutales en los valles da origen a una actividad de cría y engorde de animales pequeños a base de productos del mar y desechos agrícolas.

a. Los datos esenciales del medio físico

Las precipitaciones van desde ausencia total de lluvia en un año calendario hasta 50 mm, pero el fenómeno de exposición a las neblinas del océano tiene un efecto compensador que decide entre la falta absoluta de vegetación superior y la presencia de arbustales y bosques bajos, llenos de epífitas. Hay 10 a 12 meses ecológicamente secos. La temperatura media anual oscila entre 15 y 22°C; la diferencia de temperatura es de 6°C. Las horas efectivas de insolación son bajas y es un típico desierto de neblina como su equivalente africano del Namib (fig. 10).

Las rocas desnudas jóvenes del macizo andino que llega hasta el mar, las antiguas terrazas marinas, y los médanos controlan toda la oferta de suelos esqueléticos, que prácticamente son material madre con bajísimo a nulo proceso de edafización. Hay paleopavimentos y pavimentos actuales de desierto, donde se conservan huellas y dibujos preincáicos durante milenios, entre ellos los de la cultura Nazca.

Diagrama ombrotérmico de Trujillo

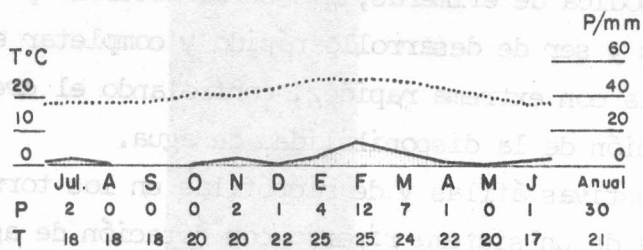
Gran Ecosistema Desierto y Predesierto Peruano.

Trujillo (Perú)

Long. 78° W.

Lat. 8° S.

Alt. 608 m



precipitaciones



temperatura media mensual



período húmedo

FUENTE : Mapa de la vegetación de América del Sur.
París, UNESCO 1981 -

Dib. *elc*

Fig. 10

b. El biosistema

Hay ecosistemas inéditos para el continente tales como las estepas de claveles del aire (Tillandsia) asentadas directamente sobre el suelo, las que presentan una estrategia atraparocío y sin raíces funcionales. Domina el desierto absoluto dotado de un banco de semillas de terofitas en el suelo, las que germinan explosivamente en los períodos de lluvias extraordinarias vinculadas con el comportamiento atípico de la corriente de Humboldt. En 1982-83 el norte de Perú tuvo una inundación y un incremento explosivo de la bioproductividad a niveles tales que se pasó en un año de 60 gr/m²/año a 1.500 gr/m²/año o más (caso de los Dptos. del norte del Perú, especialmente Tumbes) (6).

Los tipos de vegetación fundamentales son:

1. La estepa episódica de efímeras, que se caracteriza por no aparecer todos los años y ser de desarrollo rápido y completar el ciclo de semilla a semilla con extrema rapidez, controlando el crecimiento vegetativo en función de la disponibilidad de agua.
2. Estepa de arbustivas áfilas y de micrófilas en los torrentes episódicos. Se trata de un sistema ripario con dotación de agua no garantizada todo el año, en el que participan especies siccipersistentes del Monte como Bulnesia retamo y Larrea divaricata, acompañadas de halosuculentas como Atriplex spec.
3. Arbustal-bosque de freatófitas en la planicie fluvial de los ríos permanentes en el que dominan algarrobos (Prosopis). Ha desaparecido en gran parte por consumo de leña y por habilitación de ese ecosistema para agricultura de riego (caña de azúcar, algodón, batata, hortalizas, vid y datilero).
4. Estepas supraedáficas de la "loma". Asignamos este nombre a las concentraciones de Tillandsia sobre áreas que reciben neblina, asentadas sobre roca o arena.
5. Chaparral perennifolio de la "loma". Es un arbustal perennifolio donde se concentra el grueso de la niebla oceánica, que al menos en la forma y arquitectura de las dominantes, tiene una absoluta semejanza con el chaparral de California. "Loma" es el nombre regional de los tipos de vegetación "atrapa neblina" en Perú y alude al sistema de

elevaciones suaves directamente expuestas al mar. Su deterioro por extracción de leña y sobrepastoreo hace temer por el futuro de todo el ecosistema.

Si hubiera un libro rojo de ecosistemas en peligro de extinción, los de la "Loma" estarían en él, en la categoría de alto riesgo.

c. Aprovechamiento de la tierra

Sólo se produce en gran escala en los valles irrigados (básicamente caña de azúcar, vid y algodón) con tremendos problemas de salinización secundaria. Los torrentes episódicos generan napas confinadas detectables por bosquecillos de Prosopis. Estos son al menos en forma (circular), ubicación (en medio de medanos) y vecindad de napa semejantes a los oasis del Sahara. Esta isomorfía es ahora más evidente porque allí se sustituye algarrobo por plantaciones de datilero.

La relación mar-desierto, la ubicación del centro urbano desértico más importante del mundo en el propio desierto (Lima-El Callao) y una cadena de asentamientos humanos en el desemboque de cada río permanente, genera procesos de producción hasta ahora no estudiados integradamente, entre ellos las siguientes cadenas:

1. Pesca artesanal, cría de cerdos, producción de pollos y huevos a nivel familiar, producción de abono orgánico, huerta.
2. Pesca comercial, baterías de criaderos de pollos y cerdos, a nivel industrial, producción de estiércol, huerta comercial.
3. Pesca comercial, producción de fertilizantes y balanceados, agricultura y avicultura industrial.
4. Pesca artesanal, cadena de restaurantes u hoteles de costa sobre base de esquisiteces del mar, cría de cerdos, aves de corral, estiércol, huerta comercial.
5. Agricultura de tuberosas, cría de cerdos, biodigestores.
6. Desechos agrícolas, cría de animales menores, estiércol, biodigestores, huerta.
7. Alfalfares, lechería, cría de cerdos, estiércol, biodigestores, huerta.
8. Industria artesanal de deshidratado de frutos y salado de productos del mar, usando sal del altiplano y la oferta climática.

El sistema complementario mar-desierto-Loma atrapa neblina es susceptible de potenciarse a uno de los más eficientes del continente. Ello será posible en una planificación adecuada y un rescate de la experiencia empírica de manejo del agua superficial y subterránea, técnicas de ahumado, salado y desecado de productos perecederos, uso de abonos naturales, mejoramiento de freatófitas forrajeras, plantación de bosques "nutricios" (a base de la experiencia peruana y chilena) de Prosopis, y reforestación y aún agricultura de perennes con modelos de atrapaocio ya diseñados en la Serena en el Norte Chico de Chile.

11. Andino fresco

Gran ecosistema que se extiende ininterrumpidamente desde el Caribe hasta los 28° de latitud sur, en general por encima de los 1200-1400 m y por debajo de los 3000 m.s.n.m.

En las exposiciones orientales desde el norte de Argentina a Venezuela y en las occidentales del centro de Ecuador a Colombia, es un gran ecosistema estrictamente forestal, tan homogéneamente forestal como el Amazónico-Pacífico Darién o más. En los valles interandinos el efecto "sombra de lluvia" crea ecosistemas semiáridos y aun áridos adscribibles al gran ecosistema Monte; en cuanto a higrotermoclima y a respuestas adaptativas de la vegetación.

En el marco de este proyecto, de procesos tecnológicos y respuestas ecosistémicas, requiere especial atención por:

1. Ser epicentro de los cultivos familiares de más alta rentabilidad por unidad de superficie plantada del continente: coca y marihuana.
2. Ser cabecera de valle y alta cuenca de sistemas fluviales cuyo efecto morfogenético se hace sentir en lugares tan distantes como Santaren, Pará, y aun el puerto de la ciudad de Buenos Aires.
3. Ser asiento de bosques protectores de cuencas que aportan hasta el 70% de los materiales disueltos y sólidos en suspensión del sistema Paraná medio e inferior.
4. Ser dador de sedimentos y nutrientes que crean la fertilidad de los ecosistemas de varzea amazónica y los 4 grandes deltas del continente.

5. Ser dador de materiales en suspensión que pueden afectar la vida útil de presas construídas y en construcción en las cuencas medias y bajas de la cuenca del Plata y de afluentes andinos del Amazonas, Orinoco y Magdalena.
6. Estarse generando una unidad ecosistémica donde se mezclan bosques secundarios y agrosistemas en mosaico abigarrado cuyo comportamiento es desconocido en detalle y que se extiende desde el Caribe a los 28° de latitud sur.
7. Esta faja N-S de ecosistemas frágiles de alta inestabilidad, es uno de los frentes de ampliación de la frontera agrícola más importantes del continente, y se desenvuelve como una turbulenta frontera de colonización espontánea.
8. Es también asiento de áreas de alta inestabilidad social como el caso de El Caquetá en Colombia.

Las inundaciones catastróficas en Santa Cruz de la Sierra en 1982-83, fueron el resultado del manejo de las tierras en este ecosistema (6) y la sobresedimentación de los lechos del Pilcomayo y el Bermejo reconoce iguales orígenes (ver Morello, 1985).

El gatillador de los procesos de fuga de materiales es el desmonte con el sistema roza-tumba-quema, en áreas de gran energía de relieve, sobre suelos de muy distinto tipo. El gatillador socioeconómico es el de cultivos "prohibidos" de altísima rentabilidad hasta 1984: marihuana y coca,

a. Los datos esenciales del medio físico

Desde el punto de vista hidrológico aquí están las cabeceras de los más importantes afluentes de las cuencas del río Orinoco, río Amazonas, río Magdalena y del Sistema Pilcomayo, Bermejo de la cuenca del Plata.

La precipitación es superior a los 2000 mm; la temperatura media anual oscila entre 15 y 22°C y los lugares más lluviosos de las cabeceras reciben hasta 4500 mm. Es la tierra templada andina de la vieja clasificación de Humboldt. No hay meses ecológicamente secos.

b. El biosistema

Son las "cejas de montaña" del Perú y las "yungas" de Bolivia. Dominan absolutamente las selvas riquísimas en palmeras, bambúes y epífitas. Es el gran ecosistema origen de la chinchona y la coca.

Dominan los suelos cambisoles; entre éstos, los cambisoles dístricos tienen problemas de pobreza en fosfatos. Los cambisoles éutricos son excelentes para agricultura tropical, especialmente para cafeto. Los suelos de origen volcánico se renuevan en las áreas de vulcanismo activo produciendo un banco de nutrientes de enriquecimiento natural cíclico.

Hay una organización en pisos altitudinales regulada por la temperatura, lo que se expresa en distintos ecosistemas:

1. Bosque alto de neblina donde asienta el banco de nubes que se forma por procesos convectivos asociados a enfriamiento adiabático, rico en lianas, epífitas, helechos arborescentes y bambúes.
2. Bosque alto de clima montano alto, con temperaturas nocturnas vecinas a 0° y precipitaciones ocasionales de nieve. Aquí aparecen bosques monoespecíficos de Quercus en Colombia, de Podocarpus o de Alnus y sus combinaciones hasta los 28° latitud sur.
3. Bosques de quebradas que trepan por encima del límite forestal continuo básicamente de 2 géneros Budd Buddleja y Polylepis.
4. Arbustales ericoideos perennifolios cerca del límite superior del bosque o en la vecindad de turberas de altura.

c. Aprovechamiento de la tierra

Aquí se instala el "Cinturón cafetero" de Colombia y la gran zona de plantación de coca y de marihuana de todo el eje andino tropical. En la situación del mercado actual de pasta de cocaína, este es un cultivo imbatible en cuanto a rentabilidad y toda la estructura productiva formal e informal está organizada en base a tres cultivos: la marihuana, el café y la coca. Hasta ahora no hay una propuesta productiva agrícola y agroindustrial que pueda competir con la oferta tecnológica y económica de la coca y marihuana, habida cuenta de la precaria situación del campesino andino.

12. Puna

Ubicado en el altiplano chileno-argentino-boliviano-peruano a alturas superiores a los 3000 m, presenta escasísimas formaciones boscosas (básicamente los bosques de kishuara (Buddleja spec.) y de queñoa (Polipepys spec.)).

Los elementos básicos del geosistema son los grandes lagos de cuencas de desagüe endorréico (Poopó y Titicaca), los grandes salares y bora_uteras (los mayores del mundo), los grandes campos de médanos, los bofedales, los pastizales y los tolares (estepas de arbustos resinosos con estructuras antiherbívoros), y los grandes nevados emergentes, en general de origen volcánico.

En el ecosistema juegan papel fundamental los grandes roedores (viscachón, chinchillón y chinchilla), los camélidos sudamericanos (llama, alpaca, guanaco y vicuña), y los roedores cavadores (fosores), creadores de enormes áreas con microrrelieve de tipo biogénico.

a. Los datos esenciales del medio físico

Llueve desde 120 a 350 mm; la temperatura media anual oscila entre 0° y 6°C y los meses secos son de 4 a 6. Presenta enormes amplitudes térmicas diarias (fig. 11). Los suelos son de tres tipos: sierozems, litosoles y regosoles.

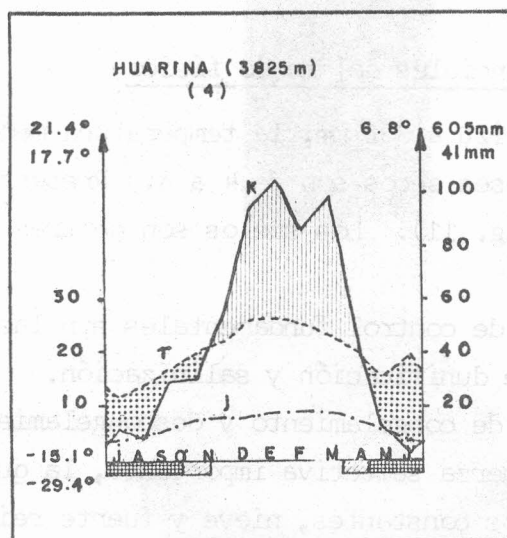
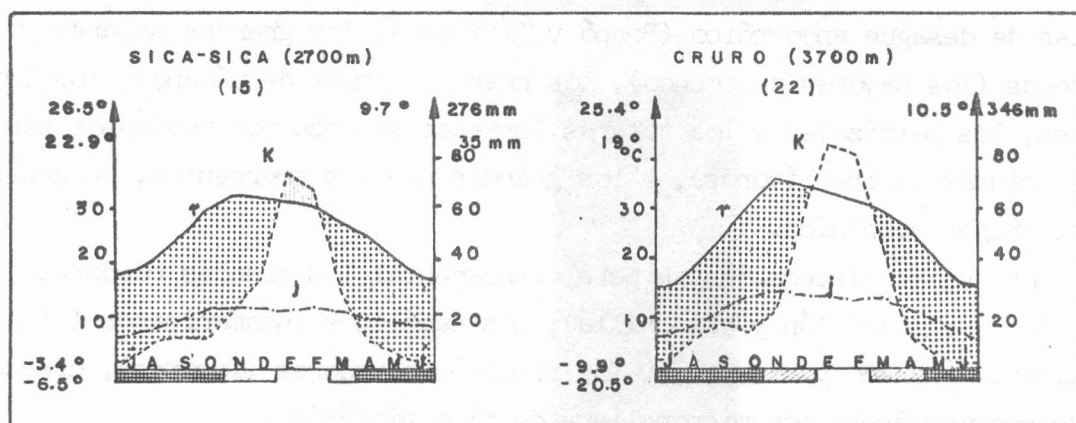
Los factores de control fundamentales son las sequías extraordinarias y los procesos de dunificación y salinización.

Los procesos de congelamiento y descongelamiento nocturno de los suelos son una fuerza selectiva importante, la que unida a la extrema luminosidad, vientos constantes, nieve y fuerte reirradiación nocturna han creado estrategias adaptativas de arbustos enanos micrófilos, pastos de hoja ericoide y geófitas tuberosas. El grueso de la biomasa está directamente encima del suelo o es intraedáfica (raíces suculentas, tubérculos) y se asocia coevolutivamente con una fauna fosora cavadora de túneles, de alimentación predominantemente subterránea.

Al igual que el gran ecosistema Chaco hay un suave gradiente de precipitaciones decrecientes organizado de E a O. En la Puna húmeda oriental

Climadiagramas de las localidades de Huarina,

Sica-Sica y Oruro (observaciones de 4, 15 y 22 años resp.)



J - curva de los promedios de temperatura mensual

K - curva de los promedios de precipitaciones mensual

r - curva de aridez



Meses Húmedos



Meses Áridos



Meses con temperaturas mínimas medias bajo 0°C



Meses con temperaturas mínimas absolutas bajo 0°C

Fig 11

fuente, Lorini, en Ecología y Rec. Naturales en Bolivia 1983
E., Rev. Inst. Ecología, La Paz, 1983

circunvecina al lago Titicaca hay agricultura intensiva de secano (sin riego). En la Puna seca la actividad productiva se concentra en oasis irrigados.

La sequía extraordinaria 1981-83 estimuló la ampliación de los salares y campos medanosos en proporciones catastróficas, ya que las arenas taparon las vegas o "bofedales" de la Puna semiárida y árida (6).

b. El biosistema

Ya se indicó que hay sistemas forestales en quebradas húmedas, arbustales (tolares) con estructuras químicas antiherbívoros, pajonales fasciculados con estructuras antiherbívoros (espículas de sílice en las hojas de gramíneas) y "bofedales" anegadizos que concentran el grueso de la productividad de fitomasa, palatable pobre en repelentes de herbívoros.

Los tipos de vegetación fundamentales son:

1. Bosques de kishuara y queñoa, exclusivamente en quebradas protegidas.
2. Arbustales bajos de tola en litosoles de derrubios de ladera y conos aluviales.
3. Pajonales de ichu.
4. Estepas de plantas en cojín en planicies expuestas a vientos violentos.
5. Totorales en cuerpos de agua permanentes.
6. Prados anegadizos con dominancia de gramíneas y ciperáceas (bofedales).
7. Prados anegadizos con dominancia de musgos en cojín.

La demanda de madera desde la instalación de la minería de metales monetarizables hizo retroceder en proporciones enormes los bosques de kishuara y queñoa. El sobrepastoreo constante exacerbado por las sequías extraordinarias estimuló la expansión del tolar a costas del pajonal y la de este último sobre "bofedales" (vegas) en retracción.

Este proceso dinámico esta sujeto a ciclos de difícil interpretación por la sobreimposición de patrones de uso complejos, variables en función del mercado en las grandes ciudades, sobre todo el de combustible de biomasa (tola, usada para FFCC, luego para panadería y por último despreciada en zonas urbanas cuando llegan los gasoductos y el gas envasado).

El sistema de rotación: primero papa, luego cebada, luego haba, luego largo barbecho plurianual y de nuevo papa, ha sembrado la Puna húmeda y

semiárida de ecosistemas en la etapa de "sucesión temprana" (6) de difícil interpretación si no se conoce la historia del uso de la tierra.

c. Aprovechamiento de la tierra

Ocupada desde hace milenios para producción de subsistencia de población campesina muy numerosa, posee el banco genético de cultivares de clima templado más rico de Sudamérica. La mirada de centros internacionales de fitotecnia siempre estuvo dirigida a los cultivares de papa y maíz y actualmente se ha ampliado enormemente incluyendo por lo menos ocho especies cultivadas.

El gran ecosistema está totalmente sobrepastoreado por rebaños mixtos de vacunos, oveja y auquénidos y hay avanzadísimos procesos de dunificación, salinización y erosión de pendientes cultivadas y sobrepastoreadas.

Es un área que soporta la población campesina tradicional de subsistencia más numerosa y de mayor densidad del continente. Los sistemas de rotaciones en ciclos plurianuales donde una tuberosa exigente en nutrientes (la papa) es seguida por un cereal de grano o forrajero, terminando el ciclo de cultivos con una leguminosa, haba o tarwi (Lupinus), con múltiples variantes (un cuarto cultivo, el de quinua, el de oca o el de ullucu), más un largo barbecho donde se hace pastoreo y se incorpora estiércol, merece profundos estudios de ciclos de nutrientes hasta hoy poco desarrollados.

Las formas organizativas indígenas para la producción, tenencia individual o colectiva de parcelas, parece que son conocidas. Menos información existe sobre los indicadores de estado y tendencia del suelo que son usados para decidir cuándo, cómo y con qué cultivo se iniciará el ciclo y cuál será la secuencia del mismo.

En ganadería, la situación es semejante, los hatos mixtos de llama, alpaca, vacuno, caballo, oveja y burro se diseñan con una racionalidad hasta ahora poco conocida, lo mismo para las decisiones de cuáles animales recibirán forraje henificado, cuándo y en qué cantidad, y cuáles pacerán a campo.

Por último hay una riquísima experiencia acumulada en rotación y uso diario y estacional de distintos ecosistemas forrajeros (pajonal, totoral, bofedal). Para este proyecto la Puna tiene tanto valor como banco de saber empírico como el Desierto y Predesierto costero peruano.

13. Páramo

Es un gran ecosistema predominantemente herbáceo ubicado por encima de los 3800 m, rico en estrategias arbóreas únicas para elevar la fitomasa sobre el suelo en un clima húmedo extremadamente frío (cortezas superpuestas de ritidoma y densa cubierta de pelos). Hay bosques de Polilepis, Buddleja, arbustales, turberas, prados superhúmedos, y pseudosabanas de "frailejones" (Espeletia)

a. Los datos esenciales del medio físico

Llueven 1500 mm o más, la temperatura media oscila entre 0° y 6°C con grandes amplitudes térmicas (aunque menores que en la Puna), bruscas alternancias de frío y calor y de niebla y sol. Los suelos, a menudo saturados de agua, son negros, turbosos, ácidos y profundos, salvo en las laderas, donde hay litosoles de tipo ranker de pendiente. La nieve y el congelamiento del suelo y de las aguas superficiales de los pantanos son factores de selección importantísimos.

b. El biosistema

Se distinguen las siguientes fisonomías:

1. Rosetal de Espeletia; se trata de una pseudosabana donde árboles (en el sentido de eje único y alturas de la fitomasa hasta 6-8 m) aparecen emergiendo de un pastizal.
2. Bosque altoandino de Polylepis, Espeletia, Aragoa, Gynoxis y Drymis.
3. Pajonales parameros de varios tipos.
4. Pastizales parameros de varios tipos.
5. Bosques parameros de Alnus, Aragoa y Espeletia.

c. Aprovechamiento de la tierra

Zona triguera desde la llegada de los españoles, luego paso a cerealera y hortícola. De los indígenas prehispánicos se conserva un sofisticado sistema de protección antifrío para cultivo del maíz y al igual que en numerosos espacios sudamericanos, se ha asilvestrado el vacuno pro-

veyendo un valiosísimo stock paramero de genes de resistencia al frío. Estos rebaños silvestres están siendo estudiados como bancos genéticos al igual que el vacuno chaqueño y el vacuno "tucura" del Pantanal matto-grosense.

14. Austrobrasilero

Espacio biogeográfico que llamó siempre la atención de los biogeógrafos por incluir selvas con taxa tropicales y especies originadas en la porción austral del continente, básicamente Araucaria brasiliensis y Polylepys. Tales selvas se ubican en planaltos muy antiguos a altitudes medias de 600 a 800 m. Se trata de selvas extremadamente complejas que avanzan desde el norte por la costa atlántica hasta latitudes subtropicales, del mismo modo que las selvas de yungas andinas lo hacen por el borde oriental de los Andes (7).

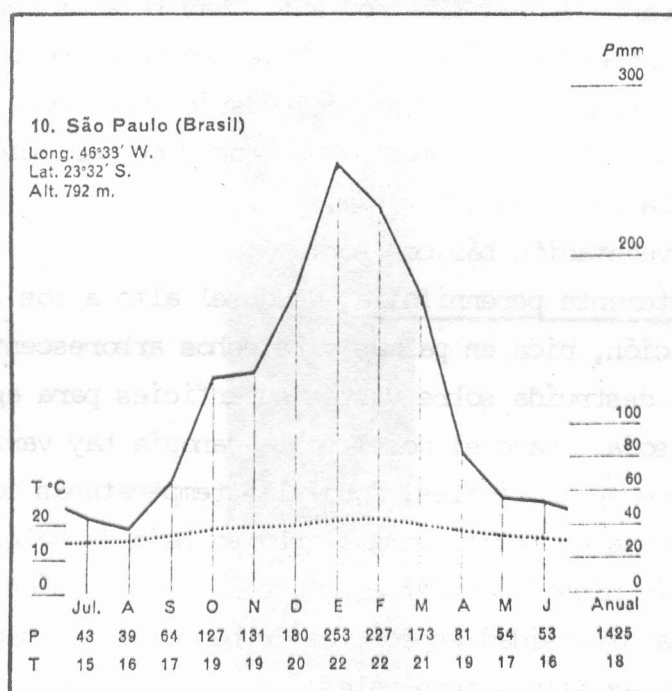
No hay factores de control generalizado de tipo pulsativo excepto áreas localizadas que se inundan. Los problemas más dramáticos son los derivados de la violentísima erosión de sus suelos provenientes de areniscas (arenito de Caiua).

a. Los datos esenciales del medio físico

Las lluvias siempre están abajo de los 1600 mm y las temperaturas medias entre 17° y 19°C. Hay heladas ocasionales y el relieve colinado fuerte es factor de control más relevante (fig. 12).

Parte de sus suelos son los más fértiles del trópico sudamericano, por lo que la selva ha sido casi absolutamente eliminada desde 1860 en adelante. Se trata de ferralsoles órticos, de muy alta erodabilidad por prevenir de roca madre tipo arenisca (arenito de Caiuá), y los procesos erosivos han creado inmensas carcavas ("voçorocas") que afectan el espacio rural y centros urbanos (caso de Maringá en Paraná).

Fig. 12 - Diagrama ombrotérmico de Sao Paulo. Gran eco-sistema Austrobrasileño



Referencias: igual que fig.7

Fuente: Mapa de la vegetación de América del Sur. París, Unesco, 1981

b. El biosistema

Las comunidades básicas difieren profundamente de las selvas montanas pluviales tropicales y subtropicales fundamentalmente porque se trata de vegetación semidecidual en el sentido de que porcentajes variables de sus componentes son caducifolios facultativos que responden a dos constricciones ambientales: una sequía de 3 meses de duración, y las temperaturas vecinas a cero durante varios días por año. Hay heladas regulares pocos días por año y los frentes fríos que influyen sobre el comportamiento fenológico de los ecosistemas. En el año calendario ambas constricciones coinciden en el tiempo. Altitudinalmente los rangos de variación extrema son 200 y 900 m pero la media es 500 m s/m.

Los tipos de vegetación básicos son:

1. Selva predominantemente perennifolia, de dosel alto a los 25 m, con 6 pisos de vegetación, rica en palmas y helechos arborescentes. Actualmente totalmente destruída sobre vastas superficies para agricultura de café, caña y soja. Bajo el dosel de la canopia hay varios nichos que son decididamente tropicales, donde las temperaturas congelantes no llegan, particularmente el estrato arbóreo bajo de helechos arborescentes y un amplio piso de epifitos compartido por orquídeas y claveles del aire. La diversidad específica de bambuseas y palmeras es tan alta como la de las selvas tropicales.
2. Sabanas secundarias de palmeras. En el manejo de desmonte en el sistema roza-tumba-quema, de uso generalizado, se aprovecha la resistencia al fuego de determinadas palmeras útiles como el totai (Acrocomia totai) para inducir la formación de sabanas de palmares de uso ganadero-nutricio-textil.
3. Selva secundaria de cicatrizantes. Se origina después de la explotación con el sistema de tala selectiva, para extracción de una muy alta diversidad de maderas nobles, tanto o más alta que la de las selvas tropicales. Las cicatrizantes fundamentales son los ambay (Cecropia), los lecherones (Sapium) y el sangre de dragón (Croton). La industria forestal en evolución también usa estas especies de madera muy liviana para pasta de papel y fósforos.
4. Selva baja de suelos excesivamente drenados. Alcanza apenas 15 m de alto. Se empobrece en especies de selva húmeda y se enriquece en Cactáceas co-

lunares en respuesta a un suelo de altísima erosividad natural, llamado arenito de Caiuá, donde el agua de lluvia penetra demasiado rápidamente en el suelo hasta alcanzar el nivel freático.

5. Selvas de ribera. Se trata del contracuadro de la selva baja sobre arenisca. Son las selvas de los llanos laterales de inundación de los potentes sistemas hidrológicos, periódicamente anegados y con cargas sedimentarias muy altas de materiales de textura media y fina. Se trata de una selva de crecimiento rápido con maderas blandas fundamentalmente de Inga edulis, Pithecellobium guaraniticum, Cecropia adenopus y alta diversidad de bambuseas.

El sistema todo está sujeto a pulsos drásticos de rejuvenecimiento por inundaciones excepcionales como la de 1983. Por su extremo dinamismo, todo el sistema está en distintas etapas de sucesión y las cicatrizantes son un componente esencial, el más importante, de estas selvas de ribera.

6. Campo cerrado. En varias áreas, incluyendo el estado de Paraná y la provincia argentina de Misiones, aparecen tipos de vegetación de estructura y funcionamiento semejante a los descritos en el gran ecosistema 6, Cerrado y llanos colombo-venezolanos. Todas las estructuras de piropersistencia (cortezas gruesas, troncos subterráneos), yemas bajo el suelo, riditidomas anti-incendio, aparecen en especies de abolengo subtropical, como el urunday (Astronium balansae) y varias palmeras enanas.
7. Campo limpio. Son sabanas con componente leñoso arbustivo. La bioforma más alta no son los vegetales sino los termiteros de sabana (cupinzeiros). Todos los autores coinciden en considerar este tipo de vegetación como de origen antrópico. En la literatura latinoamericana este campo es llamado sabana de termiteros.
8. Selva de Araucaria. Tiene límites altitudinales muy netos (entre 500 y 800 m) por lo que hay una neta discriminación geomorfológico-climática: la selva de Araucaria y algunos campos cerrados en posición altitudinal por encima de los 500-600 m y todos los otros tipos descritos por debajo. El estrato alto es en todos los casos dominado por Araucaria, la que comparte el piso con cedro (Cedrela fissilis) y con laurel (Phoebe porosa). Abajo, el compañero de más alta fidelidad es la yerba mate (Ilex paraguariensis). Esta selva ha sido barrida y sólo se conservan reliquias en espacios naturales protegidos como el Parque Nacional Iguazú de Brasil.

c. Aprovechamiento de la tierra

En una primera etapa se usa para café, piña, algodón, caña de azúcar y bosques implantados de eucaliptos. En pocos años pierde su fertilidad. En el sistema tradicional la quema de la selva era frecuente para aumentar con las cenizas la baja fertilidad de los suelos. Hoy no hay más bosques y el grueso del abonado se realiza con agroquímicos. En la actualidad dominan café y caña paraalconafta.

La caña es esencialmente mejor que el cafeto para parar la erosión en los suelos derivados de areniscas. En suelos derivados de basalto la fertilidad es excelente y la erosión baja.

En el contexto de este proyecto, esta área requiere tratamiento especial ya que conforma el espacio homogéneo tropical de agricultura altamente tecnificada más importante del continente.

Los mejores y más tecnificados y extensos cultivos de café, caña, algodón, soja y trigo subtropical asientan sobre ferralsoles órticos ("terra roxa"), de alta fertilidad inicial pero con varias restricciones:

1. Presencia de Al soluble (tóxico)
2. Alta erodabilidad.
3. Agotamiento acelerado del banco de nutrientes bajo cultivo anual de escarda o no.

La tierra agotada se vuelve ácida (4,2 a 4,5 de pH). Con "roçado a fuego" y cultivos sobre suelo desnudo, la pérdida de materia orgánica es de 15 ton/ha/año, lo que supera 7 veces la de cultivos semejantes en clima templado (Molina, 1980). La descomposición acelerada no sólo responde a temperaturas más bajas sino a lluvias "tibias" y a alta humedad constante. Sin fertilización en 2 a 3 años, un suelo recién "roçado a fuego" se agota y produce la llamada "terra roxa cansada" con rendimiento 4-6 veces inferiores al inicial. Para estos casos se recomienda "cultivo bajo cubierta" y "zero tillage".

En situación de este ecosistema selva se asume una lluvia de hojarasca de 16,5 ton/ha/año (Krapfenbaver, 1971) que debe ser sustituida por procesos simulatorios, como el cultivo de cubierta, cuando se transforma en agrosistema. Por último la tecnología localmente desarrollada de cultivo continuo con cubierta verde permanente y "roçado sin queima" aparece como op-

ción frente a la agricultura permanente monoestratal agotadora de suelos, en este tipo de ambientes edáficos tropicales (Molina, 1980).

15. Pampas

Enorme superficie casi sin bosques ubicada parcialmente en la baja cuenca del Plata desde Río Grande do Sul hasta el sur de la provincia de Buenos Aires.

Los factores de control natural son incendios recurrentes, lluvias de cenizas, sequías extraordinarias, inundaciones generalizadas cada 7-8 años en la cuenca del salado y toxicidad en suelos salino-alcálinos.

El gran ecosistema Pampa es el tercero, junto con el Chaco y la Puna, donde se desarrolla a lo largo de 800 a 1000 km un gradiente de precipitaciones decrecientes organizado de E a O. Debe destacarse que en Sudamérica extraandina hay dos áreas de comportamiento diferencial en cuanto a gradientes pluviométricos:

1. Desde el trópico de Capricornio hasta el límite sur de la Pampa, la precipitación de origen atlántico se organiza en un gradiente de sequía creciente de E a O.
2. En Patagonia la precipitación de origen pacífico preferencial se organiza en un gradiente de pluviosidad decreciente de O a E.

La Pampa posee las siguientes características que la transforman en un espacio rural de primera jerarquía:

1. Lluvias equidistribuidas en el año calendario.
2. Invierno sin período niveo lo que habilita a dos cosechas por año.
3. Banco de nutrientes ubicado en el suelo y no en la fitomasa aérea.
4. Alta dotación de nutrientes de origen reciente y alóctono (cenizas volcánicas).
5. Baja tasa de pérdida de nutrientes aún en sistemas de monocultivo.
6. Suelos ricos en calcáreo.
7. Ausencia de bosques extensos, lo que elimina las tareas más costosas de la habilitación de tierras para agricultura, que son: desmonte, destronque y eliminación del material leñoso.
8. Adaptación de los ecosistemas a los incendios naturales recurrentes.

9. Relieve de muy baja energía y erodabilidad baja.
10. Amosaicamiento de suelos fértiles y no fértiles que permite la dualidad ganadero-agrícola en unidades productivas relativamente pequeñas (200 ha o más), tema que se trata en aprovechamiento del suelo.

a. Los datos esenciales del medio físico

Los "campos" del sur de Brasil reciben de 1000 a 1500 mm anuales con temperaturas medias de 15 a 12°C; hay de 0 a 2 meses secos (fig. 13). Más al sur las precipitaciones disminuyen a 100 en la Pampa húmeda argentina y a 500-300 en el límite entre la Pampa argentina y el Monte, variando según latitud.

Los suelos son extremadamente variables, desde los ultrafértiles phaeozems de la Pampa argentina hasta litosoles en Uruguay y Brasil. Los llamados suelos "blancos", salitrosos o sódicos, cubren 10 millones de ha en la llamada "pampa deprimida" de Argentina. A pesar que se indicó como un rasgo general del gran ecosistema su baja erodabilidad, vis a vis los paisajes colinados de "terra roxa" brasilera, hay núcleos colinados de alta erodabilidad en la Pampa de cuchillas de Entre Ríos, Uruguay y Río Grande do Sul.

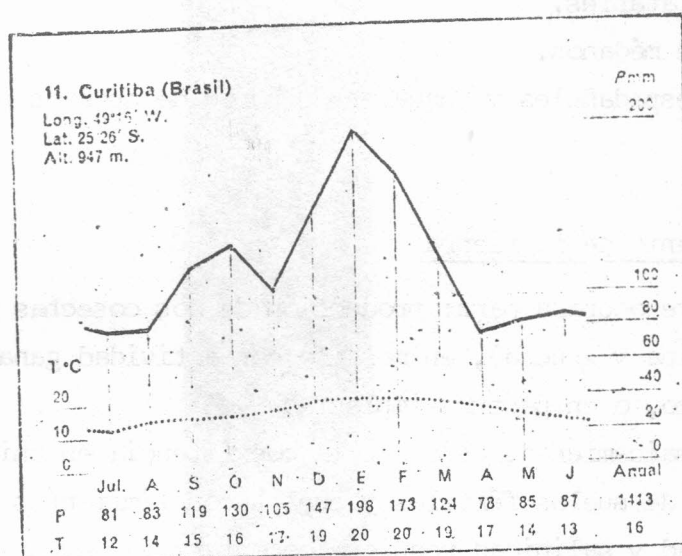
En el centro oeste argentino, a caballo del límite interprovincial de Buenos Aires y la Pampa, hay un sistema de paleomédanos que fue escenario de un gigantesco proceso de movilización de arena en la década de 30, el que paró gracias a cambios tecnológicos de labranza, básicamente "stubble mulching" y rotaciones, a partir de la década del 50 (Molina, 1980). Otros eventos catastróficos, la llamada "gran sequía del siglo" de 1965 y las inundaciones en la "pampa deprimida" (la última de 1978-79) gatillaron avances tecnológicos que se comentan en aprovechamiento de la tierra.

b. El biosistema

Se distinguen las siguientes formaciones:

1. Bosques caducifolios sobre suelos calcáreos de origen marino y méda-

Fig. 13 - Diagrama ombrotérmico de Curitiba.
Gran Ecosistema Pampas



Referencias: igual que fig. 7

Fuente: Mapa de la vegetación de América del Sur.
París, Unesco, 1981

os fósiles marginales a grandes cubetas de deflación que hoy son el sistema de grandes lagunas de la Pampa deprimida.

2. Praderas de altísima palatabilidad, de donde se domesticaron dos de las gramíneas forrajeras de clima templado húmedo más importantes del mundo: el ray grass (Lolium) y la cebadilla (Bromus).
3. Pastizales de suelos salino-alcálinos, de baja palatabilidad.
4. Pastizales de médanos igualmente de baja palatabilidad.
5. Pajonales anegadizos, algunos de palatabilidad media (Paspalum) y otros no palatables.
6. Pajonales de médanos.
7. Totorales, espadañales y juncuales de borde de cuerpos de agua lentícos.

c. Aprovechamiento de la tierra

Absolutamente ocupada para: producción de dos cosechas por año (llamadas cosecha fina y gruesa), en mosaico con actividad ganadera en campo natural anegadizo, o en pastura implantada.

El tema amosaicamiento, es decir la coexistencia en unidades pequeñas y contiguas de suelos fértiles y suelos con limitantes por anegamiento, sodicidad y salinidad requiere comentario. Hay áreas pampeanas donde dominan homogéneamente los phaeozems que son decididamente agrícolas, otras de dominancia de suelos anegadizos que son ganaderas de cría, pero el rasgo más relevante es que tanto en la pampa deprimida como en la de litosoles uruguayo-brasilera hay opciones ganaderas y agrícolas en manchones muy cercanos. Lo anterior permite la estructuración de unidades productivas de actividades complementarias con gran elasticidad para operar en un mercado de control externo de alta variabilidad. Con relativa rapidez un productor puede pasar de agricultor cerealero a productor dominante de carne roja.

La tierra fértil puede producir granos para exportación y luego grano para balanceados, y más tarde forraje complementario en años de alto precio de la carne, o praderas de pastoreo y abonado directo. Hay una gran zona pampeana donde el uso de fertilizantes químicos no se adoptará, simplemente porque se ha diseñado un sistema de rotación de los suelos buenos

con trigo-soja (abono nitrogenado) en un año, maíz-trigo (alta demanda de nutrientes) el segundo y 3 a 4 años de pastura a base de mezcla de leguminosas y gramíneas (abono de leguminosas y deyecciones).

En cuanto a saltos tecnológicos gatillados por catástrofes naturales, las inundaciones produjeron la adopción de retenciones en microcuencas, pastoreo rotativo, en tierra de rastrojo, desparramadores de paja, subsoladores o rompepisos de arado (Molina, 1980). Las sequías llevaron al cultivo lister, usando los bordos como concentradores del escurrimiento y como atenuadores del efecto desecante del viento (orientados como guardavientos) y a la selección de cultivares persistentes, v.g. sweet clover (*Melilotus officinalis*). Un número muy limitado de especies y de técnicas de manejo de suelo son hoy la base de uno de los sistemas productivos más eficientes y de mayor estabilidad económico-ecológica (8) del mundo. Entre las especies citamos alfalfa y tréboles, el agropiro alargado, maíz de guinea (pastoreo y abono verde) y entre las técnicas la labranza cero, el Lister y las retenciones de agua.

16. Espinar de Chile Central y sierras pampeanas argentinas

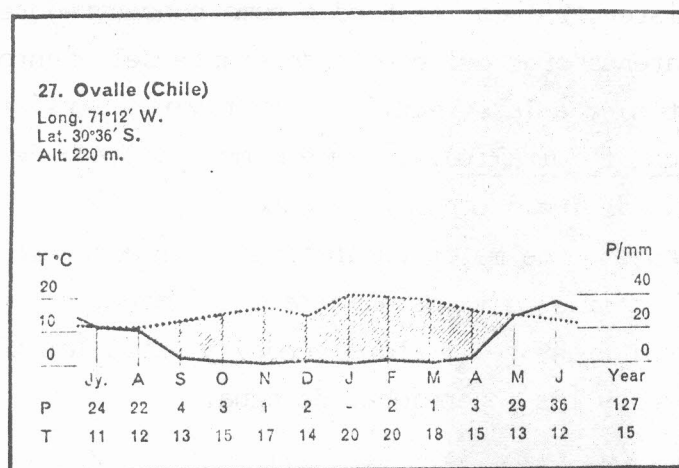
El espinar es un gran ecosistema de modestas dimensiones, de clima mediterráneo semiárido-subhúmedo, semejante al perimediterráneo europeo-africano, sudafricano y australiano. Además, en las sierras llamadas pampeanas de Argentina, factores de compensación altitud-latitud-exposición, crean sistemas semejantes en situación insular a alturas entre 600 y 1500 m.

a. Datos esenciales del medio físico

Ocupan la pendiente pacífica de los Andes entre los 30° y 36° de latitud sur, y además, la media y alta montaña de las tierras subandinas y pampeanas de Argentina. La lluvia supera los 200 mm y llega hasta los 650 mm. La temperatura media anual oscila entre 12 y 15°C; los meses secos son de 6 a 8 y las lluvias se concentran en el período fresco del año (fig. 14).

El espinar posee dos conjuntos ecológicos: el costero, con neblinas o camanchacas donde aparecen las reliquias más boreales de selva valdiviana

Fig. 14 - Diagrama ombrotérmico de Ovalle. Gran Ecosistema
Espinar de Chile Central



Referencias: igual que fig. 7

Fuente: Mapa de la vegetación de América del Sur. París,
Unesco, 1981

(Fray Jorge, cerca de Coquimbo en el Norte Chico de Chile) y el interior, sin neblinas entre la cordillera de la costa y la de los Andes, es decir en el Valle Central.

Los suelos son luvisoles de ríos torrentosos de muy corto recorrido. En las sierras hay litosoles y suelos someros, a veces con clastos de todo tamaño.

b. El biosistema

Donde llueve entre 500 y 650 mm y sobre suelos pardo forestales aparecen bosques esclerófilos; en áreas bondadosas en cuanto a pluviosidad o neblinas aparecen bosques perennifolios de tipo andino patagónico.

Por último hay una extensa sabana de Acacia Caven en los faldeos ondulados. La compleja trama de tipos de vegetación es:

1. Selva valdiviana reliquial en áreas de alta concentración de neblina.
2. Bosque de palma de viro (Jubaea spectabilis) bajo influencia de napa freática.
3. Bosques mixtos andino-patagónicos (Nothofagus) en angosta faja andina hasta cerca de Santiago.
4. Bosques esclerófilos perennifolios tipo Peumus boldo y Lithraea caustica en Chile.
5. Bosques esclerófilos perennifolios de Lithraea molleoides y Fagara (sierras pampeanas).
6. Sabana arbustiva de Acacia caven y Stipa (Chile y sierras pampeanas).
7. Estepa arbustiva de compuestas microfilas perennifolias (Chile y sierras pampeanas).
8. Arbustal suculento de Cactaceas (ambas áreas disyuntas).

c. El aprovechamiento de la tierra

Erosión descomunal y alta contaminación fluvial por actividad minera de la cordillera son los rasgos centrales del pavoroso proceso de desertificación de Chile Central. La salinización secundaria donde aparecen horizontes impedidos completa el cuadro.

Los cultivos son los mediterráneos tradicionales, dominando: viticultura, horti-fruticultura, y plantaciones de Pinus silvestris.

La experiencia científica desde hace 30 años, especialmente en base a los trabajos sobre manejo de pasturas de Gastó y Contreras, ha proporcionado opciones inéditas como:

1. El bosque nutricio y engorde de cerdos y aves. Se aprovechan también árboles y arbustos de fruto comestible por el hombre y por monogástricos.
2. El arbustal forrajero de Atriplex repanda, de explosiva expansión bajo estímulo crediticio.
3. Cultivo tradicional de trigo, avena y cebada en condiciones de secano aprovechando lluvia y neblina o exclusivamente lluvia, alternando espacialmente con arbustal forrajero y bosque nutricio.
4. Reinstalación del palmar de palma de vino.
5. La universidad de Chile en la Serena tiene alta experiencia en artefactos atraparocío para riego por goteo de cultivos perennes y para abastecimiento de agua de bebida de pequeñas poblaciones.
6. Alternativas para suelos acidificados por cultivo de Pinus durante varios turnos forestales y forestación con atraparocío.
7. Trashumancia estacional de ganado mayor y menor, ecológicamente orientada.
8. Hatos sedentarios o semisedentarios en base manejo del arbustal forrajero. En este tema de rediseño ecosistémico hay muchísima experiencia.

Cabe indicar que en la trashumancia tradicional, las veranadas argentinas de la cordillera juegan un papel central. En una sola provincia (San Juan) se alojan aproximadamente 700.000 animales mayores desde octubre a marzo, provenientes del Norte Chico Chileno.

Para producción de carne, leche y cueros hay complementación operativa entre dos grandes ecosistemas, el Espinar y el Altoandino.

17. Selva valdiviana

Es la selva de clima frío más austral del mundo, con factor de control fundamental dado por la pendiente (erosividad topográfica o por energía del relieve) y por exceso de precipitaciones.

a. Los datos esenciales del medio físico

Llueve más de 2000 y hasta 5000 mm, la mitad en forma de nieve. La temperatura media anual es de 8 a 11°C, la diferencia de temperatura es de 8°C, hay nieblas frecuentes y la humedad relativa es muy alta todo el año (fig. 15).

Los suelos son los "trumao", es decir andosoles húmicos. Se trata de suelos ácidos con un alto índice de fijación de fosfatos. Los gleysoles se pueden cultivar con facilidad; tienen por lo general una alta saturación de bases. Hay suelos volcánicos de alta fertilidad, que la pierden rápidamente en sistemas de cultivos anuales de escarda, pero la conservan en cultivos bajo cubierta. Hay procesos de rejuvenecimiento de suelos por lluvias de cenizas, y por deposición de material arrastrado de las pendientes bajo cultivo. Las cubetas de depositación son los lugares más fértiles del gran ecosistema.

b. El biosistema

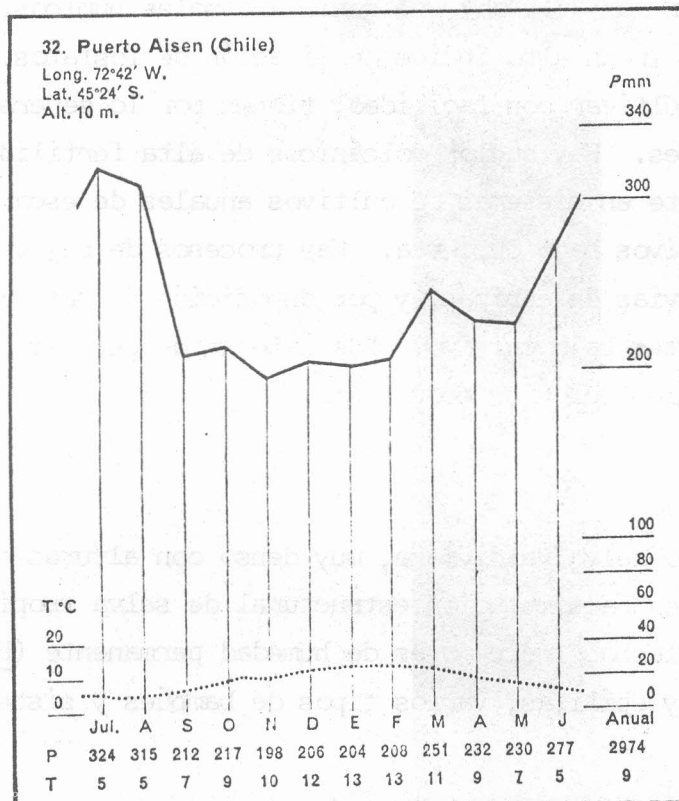
Es el bosque o selva valdiviana, muy denso con alturas de canopia de 40 m. Se trata de una simulación estructural de selva tropical: hay raíces tubulares, helechos indicadores de humedad permanente (Hymenopyllum), numerosas lianas y epífitas, varios tipos de bambúes y sistemas de macrofilia (Gunnera).

Hay baja información sobre ubicación porcentual del banco de nutrientes: en fitomasa y en suelo; sobre el funcionamiento de la estera de raíces, visible por todas partes; sobre el reciclaje de materia orgánica; el carácter de ectotrofo de numerosos árboles, los problemas de longevidad de especies emergentes y el impacto de los incendios.

Los tipos básicos de vegetación son:

1. Selva alta perennifolia
2. Selva alta de coníferas y latifoliadas
3. Prados en suelos someros.
4. Prados en suelos anegadizos.
5. Vegas o mallines.
6. Turberas.
7. Juncuales perilago.
8. Bosque de quila en lugares alterados (Bambusoidea).

Fig. 15 - Diagrama ombrotérmico Puerto Aisén. Gran Ecosistema Selva Valdiviana



Referencias: igual que fig.7

Fuente: Mapa de la vegetación de América del Sur. París,
Unesco, 1981

c. Aprovechamiento de las tierras

La topografía es demasiada escarpada. Cuando se hace agricultura la erosión es feroz. Se cultiva papa, trigo, avena y pasturas, y distintas coníferas, especialmente Pinus silvestris para madera aserrada y pasta de papel.

Se han ajustado técnicas para obtener empastadas permanentes (Klocker, 1966) manejando el pastoreo rotativo intensivo con alambrado eléctrico. En lechería se alcanza niveles de dos unidades vaca en producción por ha. En invernada, 42 ha son la unidad económica familiar, en una economía de mercado. La producción agroganadera es pequeña pero alcanza niveles de excelencia sólo comparable con la zona de invernada de la pampa argentina.

La producción forestal es motivo de discusión por la sobre-acidificación del suelo y la baja capacidad del bosque implantado para detener los procesos erosivos y de agotamiento de los suelos.

18. Bosques mixtos y pastizales andino-patagónicos

Se trata de un gran ecosistema que incluye a todos los bosques de Nothofagus australes y comunidades asociadas, extendiéndose de los 36 a los 56° de latitud sur en los contrafuertes de los Andes. Los llamo mixtos porque incluyen masas de caducifolias y de perennifolias. Incluye los pastizales y estepas magellánicos y de las islas Malvinas.

a. Los datos esenciales del medio físico

Llueve entre 1000 y 3000 mm. La temperatura media anual es de 8 a 11°C; la diferencia media de temperatura es de 8°C. Ningún mes es seco, hay gran humedad relativa, la altitud va de 600 a 1600 m.s.n.m.

Los suelos son semejantes a los de la selva valdiviana; en casos particulares como los bosques de Araucaria, los suelos son arenosos profundos. Los suelos evolucionados sobre ceniza volcánica tienen baja estabilidad y una vez destruídos, es aleatoria la posibilidad de retorno del ecosistema bosque preexistente.

Las unidades geomorfológicas particularmente frágiles son:

1. Derrubios de ladera semiconsolidados.
2. Depósitos de cenizas volcánicas.
3. Campos de médanos del borde de sotavento de los lagos.
4. Morenas frontales y laterales.
5. Depósitos de escorias volcánicas.

Los pulsos naturales traumáticos son:

1. Nevadas extraordinarias, en ciclos variables según lugar desde 40 a 15 años.
2. Aluviones.
3. Aludes o avalanchas de nieve.
4. Incendios.
5. Inundaciones de planicies fluviales.
6. Endicamiento de lagos por avance de lenguas glaciares.
7. Erupciones volcánicas.
8. Terremotos.
9. Lluvias de cenizas.
10. Endicamiento de lagos por avance de deltas interiores.
11. Captura de cuencas por erosión retrocedente y transfluencia entre cuencas.
12. Torrentes de barro y crioreptación de suelos de ladera.
13. Vientos instantáneos de gran violencia orientados en desfiladero por el relieve.

Frente a un cúmulo tal de eventos naturales impredecibles, que destruyen ecosistemas completos y los retrotraen a las etapas de sucesión temprana, es sensato hipotetizar que deben existir un conjunto de estrategias ecosistémicas especialmente ajustadas a un comportamiento catastrófico (ver biosistema) del sistema físico.

Por último es necesario indicar que los procesos morfogenéticos son de gran dinamismo y muy recientes. Nos referimos a retiradas y avances de glaciares, movilización y fijación de lenguas de médanos, deposición de cenizas y otros materiales volcánicos, crecimiento de microdeltas y erosión de barrancas de cauces permanentes.

b. El biosistema

Se alternan turberas, praderas y bosques monoespecíficos y pauciespecíficos. El estado sanitario de determinados bosques es malo; se trata de ecosistemas rejuvenecidos, por el juego complejo de los pulsos naturales traumáticos indicados arriba, algunos de los cuales operan en cadena secuencial y otros simultáneamente pero en distintos espacios.

Las estrategias aptas para un medio de alta inestabilidad parecen ser:

1. Fuerte dominancia apical en especies forestales pioneras.
2. Micorrizas ectotróficas estimuladoras del crecimiento de plántulas.
3. Arquitectura del follaje pluriestratal.
4. Alta flexibilidad de los tallos de las especies cicatrizantes.
5. Dominancia del crecimiento lateral en especies cicatrizantes.
6. Incremento de la inflamabilidad del material de los troncos con la edad: producción de "árboles chimenea", digestión de madera por hongos xilófagos cambiando su coeficiente de inflamabilidad.
7. Aparición de estructuras de corteza anti-fuego en las especies arbóreas del deslinde bosque-estepa (caso del maitén).

Los tipos de vegetación básicos son:

1. Bosque alto perennifolio diversificado.
2. Bosque alto perennifolio monoespecífico.
3. Bosque alto caducifolio monoespecífico.
4. Bosque bajo caducifolio monoespecífico.
5. Bosque alto semicaducifolio.
6. Arbustal micrófilo.
7. Prados de suelos drenados.
8. Prados de suelos anegados.
9. Bosques perennifolios de quebradas.
10. Sabanas pirógenas (árboles aislados en pastizal)
11. Parques pirógenas (bosques en pastizal).
12. Arbustales de espaldera.
13. Estepas gramíneas.
14. Estepas de arbustos en cojín.
15. Juncas de borde de lago.
16. Mallines de Ciperáceas.
17. Mallines de Gramíneas y Ciperáceas.
18. Turberas.

c. Aprovechamiento de las tierras

Bolsones topográficos con largos períodos sin heladas, humedad constante y valles de pendientes suaves, son los ingredientes de una fruticultura y horticultura de altísima calidad.

La tecnología chilena de invernáculo para producción de verduras a "contraestación" para la hotelería de los centros turísticos no ha pasado la frontera excepto en Tierra del Fuego, El Bolsón y Bariloche.

El pastoreo rotativo intensivo con alambre eléctrico, opción fundamental para el manejo de los mallines (Molina 1980), tampoco ha pasado al lado argentino. El alambrado tradicional patagónico de un potrero por legua cuadrada, no aísla el mallín del resto de la estepa y el sobrepastoreo lo saliniza o alcaliniza. El mallín es el potencial oasis de producción intensiva de carne y leche para este gran ecosistema (Molina, 1980).

El alambrado tipo patagónico (1 potrero/legua), o su ausencia, pone en contacto el ganado con un bosque altamente palatable con resultados catastróficos. Del lado chileno la roza con fuego para abrir espacio agrícola lleva a lo que se ha llamado "agricultura efímera de cenizas", que en ciertos suelos tiene un período de rendimientos bastante parecido al del trópico. En este caso se trata de fuga de material sólido y de nutrientes en suelos de pendiente.

Los camélidos domésticos del altiplano han avanzado hacia el sur hasta Córdoba y aparece como necesario probar su adaptabilidad al deslinde bosque estepa por sus hábitos alimenticios, estructura dentaria de crecimiento continuo, patas almohadilladas, alzada compatible con climas nivales, valor de la fibra por unidad animal y movimiento concentrado de los rodeos.

El bosque nutricio de Araucaria araucana requiere decisiones políticas de fondo: ó madera aserrable y erosión ó bosque nutricio habida cuenta de la invasión reciente de roedores comedores de piña. Lo mismo vale para el bosque de coihue con avellano del Lago Puelo. Igual decisión requieren los cérvidos introducidos, en función de la experiencia neozelandesa de la elaboración de productos cárneos sofisticados para mercados solventes, el jabalí y la liebre.

Desde el punto de vista de opciones productivas, el gran ecosistema se ha enriquecido por introducciones voluntarias de máquinas biológicas que se han transformado en nuevos recursos naturales, es decir materiales originados por el biosistema que tienen valor de uso y de cambio.

Zoocriaderos mixtos de pilíferos herbívoros combinados con pilíferos carnívoros, cría de salmónidos en jaulas, etc. son algunas de las opciones productivas para las que Chile ofrece modelos a estudiar. La dualidad de un gran ecosistema con opciones tecnológicas avanzadas en el lado cordillerano más densamente poblado y una inercia tradicional ganadero extensiva, explotadora de bosques nativos del lado argentino subpoblado, genera demandas urgentes de cooperación bilateral.

Entre estas nuevas opciones anotamos:

1. Salmonicultura en piletas y en jaulas.
2. Pesca deportiva de salmónicos.
3. Caza deportiva de jabalí y ciervo.
4. Industria cárnica de delicadezas de jabalí y ciervo.
5. Industria cárnica de liebre y conejo.
6. Pielés valiosas de visón y castor.
7. Pielés de segunda de conejo y liebre.
8. Artesanía de hueso en base a cornamentas.
9. Industria dulcera de "berries" asilvestradas (básicamente Rosaceas de fruto comestible).
10. Fijación de laderas con retamos introducidas (Spartium).

Hay todo un tema cuyo tratamiento suele teñirse con alta carga emocional según se trate de quien se beneficia y quien se perjudica. Es el del papel ecológico y socioeconómico de las plagas y malezas, que debe estudiarse con objetivos claramente separados: la conservación de ecosistemas nativos en un extremo y la diversificación de la oferta de recursos naturales por el otro. Identica carga no sólo emocional sino ideológica tiñe el problema de los bosques implantados, para los que la porción del deslinde bosque-estepa ofrece posibilidades ecológicas únicas y ya experimentadas. Ambos temas (plagas y malezas y bosque implantado) resultan de difícil manejo porque los dos países que comparten este gran ecosistema

Desde el punto de vista de opciones productivas, el gran ecosistema se ha enriquecido por introducciones voluntarias de máquinas biológicas que se han transformado en nuevos recursos naturales, es decir materiales originados por el biosistema que tienen valor de uso y de cambio.

Zoocriaderos mixtos de pilíferos herbívoros combinados con pilíferos carnívoros, cría de salmónidos en jaulas, etc. son algunas de las opciones productivas para las que Chile ofrece modelos a estudiar. La dualidad de un gran ecosistema con opciones tecnológicas avanzadas en el lado cordillerano más densamente poblado y una inercia tradicional ganadero extensiva, explotadora de bosques nativos del lado argentino subpoblado, genera demandas urgentes de cooperación bilateral.

Entre estas nuevas opciones anotamos:

1. Salmonicultura en piletas y en jaulas.
2. Pesca deportiva de salmónicos.
3. Caza deportiva de jabalí y ciervo.
4. Industria cárnea de delicadezas de jabalí y ciervo.
5. Industria cárnea de liebre y conejo.
6. Pielés valiosas de visón y castor.
7. Pielés de segunda de conejo y liebre.
8. Artesanía de hueso en base a cornamentas.
9. Industria dulcera de "berries" asilvestradas (básicamente Rosaceas de fruto comestible).
10. Fijación de laderas con retamos introducidas (Spartium).

Hay todo un tema cuyo tratamiento suele teñirse con alta carga emocional según se trate de quien se beneficia y quien se perjudica. Es el del papel ecológico y socioeconómico de las plagas y malezas, que debe estudiarse con objetivos claramente separados: la conservación de ecosistemas nativos en un extremo y la diversificación de la oferta de recursos naturales por el otro. Identica carga no sólo emocional sino ideológica tiñe el problema de los bosques implantados, para los que la porción del deslinde bosque-estepa ofrece posibilidades ecológicas únicas y ya experimentadas. Ambos temas (plagas y malezas y bosque implantado) resultan de difícil manejo porque los dos países que comparten este gran ecosistema

poseen enormes superficies asignadas a parques nacionales y en ambos el control de las áreas de uso especial es ineficiente.

19. Los deltas, estuarios y lagunas costeras subtropicales y templados

El sistema es doble: fluvial de baja cuenca, y de interfase mar-continente, estando sometido a control por inundación y mareas. Incluye el delta del Paraná de 35.000 km², la gran ría de Bahía Blanca y todo el sistema de marismas del sur de Brasil, Uruguay y Provincia de Buenos Aires en la Argentina. El delta de Paraná sufre influencia marina solamente por endicamiento del flujo hídrico a causa de mareas, pero no por salinidad. La influencia marina es del pasado, habiendo dejado sedimentos salinos y dunas litorales.

El estuario del Río de la Plata hace de zona de amortiguación entre el sistema fluvial-deltaico y el sistema marino. Tanto el sistema estuario como el de albuferas y cangrejales son el equivalente subtropical templado del manglar tropical y las barras y lagunas costeras tropicales.

a. Los datos esenciales del medio físico

Llueve de 800 a 1200 mm con una temperatura media de 17°C y una diferencia de temperatura de 10°C. En el soporte edáfico dominan los gleysoles, le siguen los lodos palustres organógenos, y en los diques o albardones aparecen fluvisoles de muy alta fertilidad.

Se trata de sistemas morfogenéticos de muy baja estabilidad sujetos a pulsos diarios, mensuales, anuales, y plurianuales de inundación en un paisaje de energía de relieve tan baja como el gran Pantanal y el Chaco. El estuario se comporta como un inmenso lago de fondo somero donde vientos persistentes del sudeste originan una onda de creciente de exclusiva dinámica eólica: la "creciente de sudestada". Por último en las marismas hay también un ciclo diario, mensual, estacional y anual de endulzamiento y salinización de las cubetas separadas del mar por una "barra" que difi-

culta el drenaje durante los reflujos marinos. Unos pocos "caños" (canales de evacuación entallados) son funcionales como drenes en situación de aguas bajas.

Algunas lagunas tienen una neta separación casi permanente de aguas dulces vecinas a su porción distal en relación al mar y salada en la proximal, con gradientes de mezcla entre ellas. Ello se expresa en ecosistemas totalmente distintos en ambos márgenes de una misma laguna (caso de laguna Mirin). En otros casos cuando la barra se cierra el sistema evoluciona a la dulcificación si el agua dulce fluye por pequeños arroyos.

En la planicie aluvial del bajo Paraná y en el sistema de islas, se forma un termoclina mucho más subtropical que los ambientes vecinos de la terraza alta del gran ecosistema Pampa (Morello, 1978).

El último elemento geomorfológico es el de las dunas litorales que se desarrollan y avanzan hasta 20 km tierra adentro.

b. El biosistema

Las selvas tropicales del gran ecosistema Austrobrasileño penetran profundamente en el Delta del Paraná. Las palmeras como el pindó, llegan así hasta los 37° de latitud sur, en el Paraná de las Palmas. Las selvas superan los límites y penetran por la margen derecha del estuario del Plata hasta la localidad de Punta Lara en la provincia de Buenos Aires.

Los tipos básicos de vegetación son:

1. Selva de ribera fuertemente diversificada.
2. Bosque de albardón diversificado.
3. Bosque de tala de cordones conchiles.
4. Bosques monoespecíficos anegadizos:
 - . lecheronal o curupizal (Sapium)
 - . ceibal
 - . sauzal
 - . alisal (Tessario integrifolio)
5. Espadañal de costa anegadiza (Zizaniopsis).
6. Juncuales de costa limosa y borde de laguna.
7. Pastizales halófitos de pelo de chancho (Distichlis)
8. Pajonales halófitos de Spartina montevidensis (espartillares) que son característicos de marismas limosas con niveles de salinidad de agua fluctuantes.

9. Pajonales de paja pechadora
10. Camalotales.

Los pulsos de control natural ecosistémico son el fuego, las inundaciones, las mareas, y la variación de la salinidad de los cuerpos de agua.

c. Aprovechamiento de la tierra

Un mesoclima poco helador y un balance hídrico positivo todo el año han estimulado un masivo proceso de polderización para horticultura, fruticultura y silvicultura en varias islas del delta. La polderización son endicamientos de distinto tipo (ataja repuntes, medio dique, dique, dique y sistema de drene, sistema de drene y bombeo) para abatir la freática e impedir inundaciones.

Hay una vieja tecnología de camellones o chinampas trasladada al Delta y a la costa bonaerense por colonos italianos desde la llanura del Po. El problema más grave es el acelerado enmalezamiento de los cultivos. Todas las malezas transportadas por las crecientes germinan más o menos simultáneamente al abatirse la freática. Las crecientes extraordinarias de 1965 y 1982-83 destruyeron todos los sistemas de polderización, entre ellos el endicamiento más ambicioso de Argentina (25.000 ha en Lechiguanas) (9). De los diques agroforestales el único que resistió fue un diseño de Celulosa Argentina, con forestación atenuadora del oleaje y reforzadora de la pendiente externa.

En la actualidad con tecnología soviética se está construyendo un dique que crea un recinto cerrado de 15.000 ha para la ciudad de Resistencia (Chaco, Argentina). El sistema es "refulado" de arena de fondo fluvial y deposición de la "hidromezcla" en un recipiente de material arcillo-limoso. El aprovechamiento urbano y rural de tierra polderizada crea grandes problemas a los ambientes contiguos extra-polder. En general el sistema hidroingenieril se ve obligado a construir "bypass" (interconexiones) entre ríos naturalmente separados (caso del Negro y el Salado en el Chaco) cambiando totalmente el sistema de escurrimiento peri-polder.

En las marismas y lagunas costeras donde el sistema río-mar está desconectado o la interfase de salinidad creciente es muy suave, avanza la agricultura de inundación. El arrozal de laguna costera penetra desde Bra-

sil hasta bien dentro del Uruguay. No aparece al sur del Estuario.

La industria papelera de la costa del Delta, ha forestado enormes superficies (aprox. 150.000 ha) en islas polderizadas o con cierta forma de aplicación tecnológica para abatir la freática. No sólo hay salicáceas sino coníferas y el sistema forestación avanza en ambas costas del estuario del Plata, usando salicáceas para los gleysoles y suelos orgánicos y coníferas en las dunas litorales.

Por último, los cangrejales son áreas de cría de numerosos peces y crustáceos de alto valor, fundamentalmente la corvina. No se ha desarrollado ningún emprendimiento de "cultivo" de mariscos a pesar que investigaciones recientes lo consideran viable.

20. Patagonia Extraandina

Es un extenso territorio árido-semiárido, frío, de higroclima mediterráneo, ligado evolutivamente a los ecosistemas de alta montaña semidesértica y semiárida, es decir a los de la Puna y Altoandino. Los elementos del medio físico-natural de mayor impacto selectivo son: el viento, la aridez y, en la porción más húmeda, los incendios recurrentes. El gradiente pluviométrico generalizado es la inversa del chaqueño, precipitaciones decrecientes de O a E. Hay sin embargo bolsones algo más húmedos en la costa árida de Chubut. La cobertura de nieve aumenta de E a O y es extremadamente variable según exposición y pendiente. Puede generalizarse que la Patagonia extraandina es "invernada" para actividad ovina y el gran ecosistema Altoandino es "veranada".

El conjunto de grandes ecosistemas Patagonia-El Monte aparece como fuertemente isomorfo en estructura de la vegetación y macroclima, con el conjunto Great Basin y Sonoran Desert de Norteamérica. El tipo fisonómico estepa arbustiva fría se continúa ininterrumpidamente hasta Ecuador, abarcando tres grandes ecosistemas: Patagonia, Altoandino y Puna. El tipo estepa de gramíneas, con grandes hiatus, trepa hasta las tres Sierras Madre en México.

a. Los datos esenciales del medio físico

La temperatura media anual oscila entre 6 y 13°C, la altitud es de 0 a 500 m.s.n.m. y la diferencia de temperatura es de 10°C (fig. 16).

Los suelos litosoles no se usan para agricultura y son de alta energía de relieve; los fluvisoles son asentamiento de grandes oasis agrícolas de riego. La salinización secundaria de los fluvisoles y la intensa erosión que transforma anualmente 100.000 ha en lenguas medanosas, hacen peligrar los dos espacios productivamente más bondadosos de la Patagonia: los valles irrigados y la estepa semihúmeda de Festuca, que hace de deslinde con el gran ecosistema de bosques mixtos.

b. El biosistema

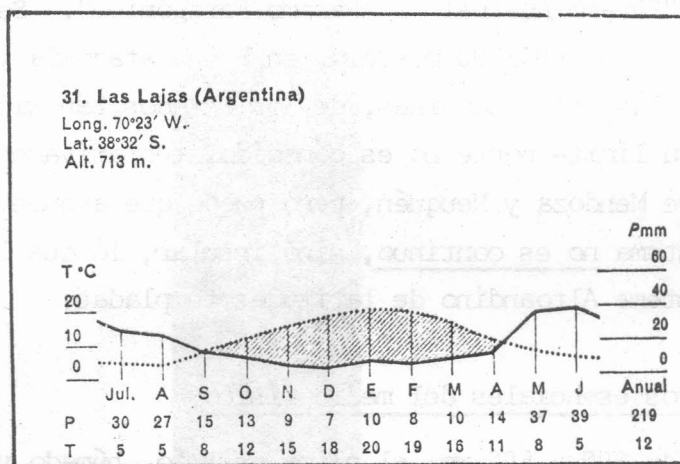
Básicamente hay tres componentes principales: la estepa de arbustos, el pastizal y los prados húmedos llamados localmente "mallines". Además hay dos ecosistemas de control edáfico de importancia creciente por mal manejo: los médanos y los salitrales. Un "neoecosistema" de gran valor son los bosques riparios de mimbre y de tamarisco, implantados en las planicies fluviales.

c. Aprovechamiento de la tierra

Básicamente aprovechada en función de una ganadería de ovinos extensiva y predatora. La alternativa posible de producción de lana y carne está vinculada con ganadería de camélidos: del guanaco en la estepa arbustiva, de llama y alpaca en los "mallines" y la de vicuña en el pastizal de Festuca. Numerosos autores hipotetizan que a corto plazo se va a producir inevitablemente llama, alpaca y un proceso de "desovinización" y sustitución por camélidos sudamericanos (10). La agricultura en oasis es decadente por mal manejo del agua y de los suelos (fluvisoles).

Hay opciones productivas exitosas en ensayo: la agricultura con riego de agua bombeada del valle a las mesetas en parcelas con cortinas rompevientos; forestación del pastizal de Festuca, uso intensivo (pastoreo rotativo) de "mallines", semidomesticación de guanaco y producción de fibra (proyecto INTA-INVAP), pasturas implantadas.

Fig. 16 - Diagrama ombrotérmico de Las Lajas. Gran Ecosistema Patagonia Extraandina



Referencias: igual que fig.7

Fuente: Mapa de la vegetación de América del Sur. París, Unesco, 1981

21. Altoandino Patagónico

El factor preponderante es la altura y sus correlatos: la cubierta estacional de nieve, el viento y la reptación o movilidad de los suelos por congelamiento-descongelamiento nictodiurno.

Ecológicamente este gran ecosistema es semejante al Páramo y se le ha llamado "Páramo Austral" o "Páramo Patagónico". Se presenta desde las alturas hasta los 600/700 m.s.n.m. en Fuegopatagonia y reaparece en las montañas de las islas Malvinas, de los Estados, Sándwich del Sur y Georgias del Sur. Su límite norte no es conocido, tentativamente lo ubico en el límite entre Mendoza y Neuquén, pero puede que avance más al norte. El gran ecosistema no es continuo, sino insular, lo que lo diferencia del gran ecosistema Altoandino de latitudes templadas.

a. Los datos esenciales del medio físico

Llueve de 200 a 500 mm; el clima es frío, húmedo y muy ventoso; la temperatura media anual oscila entre 5 y 6°C; la diferencia térmica es de 10°C. En cuanto a los suelos, se encuentran desde phaeozems muy fértiles, hasta litosoles. Las heladas ocurren todos los días del año y la formación de suelos poligonales es generalizada. Puede o no que se forme un horizonte de suelo congelado todo el año. El otro gran factor de control además de los procesos criopedológicos, son los vientos. El sistema nival descende por los valles en forma de glaciares hasta los lagos y su desarticulación en "icebergs" crea temperaturas muy bajas en las cuencas en que desembocan. Entre los 44 y 51° de latitud sur, se insertan dos enormes superficies de hielo continental, una de ellas de 600 km de largo, que dan origen al sistema de glaciares más importante del hemisferio sur.

b. El biosistema

Se trata de pastizales fasciculados (tussok grassland) alternando con turberas de Juncaceas y turberas de Sphagnum, con plantas en almohadón o en cojín. No hay árboles pero sí arbustos de hojas ericoides, no palatables.

Del lado argentino, este gran ecosistema se ubica por encima del lengal en espaldera (Nothofagus antarctica) de los bosques de Nothofagus pumilio y llega hasta el límite inferior de la nieve perpetua.

Numerosos autores, especialmente Troll y Hueck, consideran que los ecosistemas Altoandino patagónicos son estructuralmente muy semejantes a las estepas magallánicas de la vecindad de la costa fueguina y de las islas australes (Malvinas, Sandwich y Georgia). A estas últimas, nosotros hemos preferido mantenerlas como ecosistemas no forestales dentro del gran ecosistema de Bosques mixtos, porque se articulan con el bosque por intermediación de matorrales de Hebe, Pernettya y Empetrum.

Los tipos de vegetación son:

1. Turberas de musgos.
2. Turberas de musgos y Juncaceas.
3. Turberas de arbustos en cojín.
4. Matorrales de arbustos en cojín y en alfombra.
5. Pastizales fasciculados de Festuca.
6. Prados de pasto alfombrado (cespitoso).

c. Aprovechamiento de la tierra

Se utiliza exclusivamente en verano para pastoreo masivo y concentrado de ovjeas y vacunos que sube a las "veranadas" durante medio año o menos. El ascenso de las majadas es regulado por el agotamiento de las pasturas de la "invernada" en el gran ecosistema Patagonia extraandina y por el balance de superficies con y sin cubierta de nieve. Hay áreas protegidas de los vientos y de exposición sur, donde las majadas pueden permanecer sólo 60 días. A pesar del poco tiempo, la carga instantánea muy alta y el consumo de leña de los pastores han agotado totalmente estos ecosistemas y hecho descender el arbustal en espaldera de lenga.

En una extensión latitudinal superior a los 2000 km, las condiciones climáticas son las de un gradiente de inviernos cada vez más fríos y una cubierta de nieve cada vez más espesa. Ello regula su uso estacional.

22. El monte

Franja intermontana, árida sensu stricto, se extiende muy empobrecido en valles del predesierto costero chileno-peruano, desde Nazca hasta Ica, reapareciendo en Argentina desde los 26° hasta los 45° latitud sur. Hay Hay pues dos áreas disyuntas en Sudamérica.

Es un arbustal de micrófilas perennifolias con bosques de Prosopis donde hay napa freática a menos de 30 m (bosque ripario). La limitante obvia es la sequía, pero su absoluta regularidad garantiza una explosión de comunidades vegetales anuales aprovechada por una numerosa fauna de estrategia oportunista, entre la que se destaca por su impacto a distancia, la langosta migratoria.

Es un área de cría de fauna trashumante (migratoria) de ortópteros que, junto con la langosta, fueron plaga de la agricultura pampeana hasta 1953.

Los suelos son esqueléticos de desierto, de enorme fertilidad cuando irrigados. Los impactos de la actividad agropecuaria son cuatro: medianización, erosión, sobresedimentación en depresiones, y sobresalinización secundaria por riego en manto o por tala en salinas naturales.

a. Los datos esenciales del medio físico

Llueve menos de 300 mm en todas partes, a lo que se suma el efecto desecante de los vientos zonda "tipo foehn" que bajan de valles cerrados, adquiriendo alta velocidad y muy bajo contenido de humedad. La erosión es intensa en sedimentos friables del pleistoceno y las áreas medanosas en movimiento han aumentado doce veces su extensión en los últimos 60 años, en Catamarca. Las temperaturas medias se articulan en un gradiente N.S. de más de 1200 km desde 20° a 14°C. Excepto en el área disyunta de Ica-Nazca, Perú, en el resto hiela todos los años.

Es un ecosistema que aparece desde los 2700 m.s.n.m. hasta la costa marina en Península Valdéz (Chubut, Argentina) y en Ica-Nazca en Perú. Nunca hay incendios generalizados dado que la cubierta vegetal combustible se presente discontinua y la onda de inflamación queda localizada.

b. El biosistema

Es un gran ecosistema de distribución disyunta en América, con un conjunto en México y USA y otro en Argentina y Perú. En Sudamérica queda una

reliquia disyunta en Perú, separada totalmente del área continua de Monte en Argentina.

Las fisonomías básicas son:

1. Arbustal resinoso perennifolio de Larrea
2. Bosque de freatófitas de dos tipos: de Prosopis y de sauce (Salix humboldtiana)
3. Pastizal-pajonal de gramíneas esclerófilas freatófitas.
4. Pastizal de efímeras.
5. Cardonal de Cactaceas en suelos rocosos de piedemonte y conos aluviales.
6. Prado de efímeras (dominan latifoliadas herbáceas).

c. Aprovechamiento de la tierra

Ecosistema con los procesos más agudos de desertificación por acción humana del continente. Se pasó de ganadería vacuna a caprina en 80 años, con una capacidad de carga de una cabra cada 8 ha y una vaca cada 30-40 ha. Al igual que en el Espinar de Chile, los rodeos son trashumantes y la "veranada" se hace en el gran ecosistema Altoandino de latitudes templadas.

La agricultura con riego es posible en suelos sin rodados y en general sobresaliniza a los 20 años de riego continuo con la técnica actual de riego a manto. Las formas puntuales de riego por goteo o por exudación de tinajones enterrados parece ser una alternativa a la salinización secundaria.

La explotación forestal movilizó fenomenales lenguas medanosas que hoy trepan por los cerros. Las salinas han duplicado su superficie. Una actividad creciente en los últimos diez años es la agricultura industrial a base de agua fósil cuyos acuíferos ya se están agotando en Perú y Argentina. El género Prosopis (algarrobos) es una alternativa para el diseño de plantaciones forestales para fijar médanos y ser utilizada como bosque forrajero y alimenticio humano más que para producción de madera.

Su símil del hemisferio norte, el desierto de Sonora, ofrece paquetes tecnológicos avanzados (de la revolución verde) y numerosas tecnologías suaves.

23. Fluvió Lacustre tropical

Determinadas áreas de la Amazonia ecuatoriana, peruana y la porción predeltaica del sistema fluvio-lacustre del Amazonas constituyen conjuntos de niveles de agua fluctuantes, permanentemente anegados, que poseen funcionamiento especial y deben reconocerse como un gran ecosistema sudamericano.

Alternan bosques siempre anegados de hasta 60 m de altura, con cuatro pisos de canopia (están ausentes el piso de especies que arraizan en la hojarasca en descomposición, tan característico de la selva de tierra firme, y el de arbustos bajos) con bosques de bambúseas, localmente conocidos como guaduales, de hasta 25 m de altura, con bosques y arbustales flotantes (embalsados).

Lo exclusivo de este gran ecosistema son los grandes bosques de bambúseas que solo en Rondonia cubren 80.000 km², los grandes palmares o morichales de suelo siempre anegado y los "suelos flotantes" de "embalsados" donde un camalotal va evolucionando a una masa flotante con un estrato de materia orgánica descompuesta retenido y cohesionado físicamente por una densísima estera de raíces de arbustos y aún de árboles. El todo, es decir el "embalsado", se eleva y se separa de los lados palustres del fondo en época de creciente y se asienta sobre él en las "bajantes".

Todo el sistema funciona como un dique biogénico, que abre sus compuertas al elevarse en las crecientes y las cierra al descender por gravedad en las bajantes. El sistema es de altísima complejidad hidrodinámica, hay períodos en que funciona como cuerpo de agua lenítico, otras como lótico, y aun en un mismo momento hay compartimentos con agua inmóvil y otros con agua en movimiento.

En la evolución de las formas del relieve, dominan los procesos biogénicos en: la velocidad del movimiento del agua, la agitación de la misma, la decantación de sedimentos, el crecimiento de los fondos de lados palustres por sedimentación. Todo el sistema es un filtro de decantación que acelera la sedimentación en áreas que no están sometidas a pulsos rejuvenecedoras de crecidas extraordinarias. En los bordes externos de las planicies de deposición fluvio-lacustre bajo sedimentación natural llega a una etapa en la que desaparece cierta fauna íctica y se incrementa la población de batracios (ranas) y los mamíferos anfibios (capivara, nutria, lobo de río).

La realidad de la dinámica temporo-espacial, es mucho más compleja que la clásica separación en sistemas lóticos y lentíticos. El agua se mueve parte del año o algunos años, o siempre, pero muy lentamente y la relación entre distintos nichos tróficos de la fauna íctica cambia en función de ello. Así hay cuerpos de agua con pocos peces, con dominancia de comedores de fango (iliófagos) y detritívoros, con dominancia de herbívoros (en áreas de embalsados y camalotales) y con dominancia de carnívoros.

a. Los datos esenciales del medio físico

El grueso de los ecosistemas se instala hacia el oeste de las transfluencias conocidas de las cuencas del Orinoco con el Amazonas y de este último con la del Plata. Es el occidente del eje de la Depresión Central Sudamericana Orinoco-Amazonas-Del Plata.

Llueve más de 2000 mm, los suelos son lodos palustres de espesor desconocido, asentando sobre sedimentos fluviales de origen andino. En los espacios emergidos, el porcentaje de materia orgánica disminuye pero siempre hay una "estera de raíces superficiales" de 10-20 cm que no penetra en el suelo sensu stricto.

Los cuerpos de agua, son de aguas someras (1-3 m), el perfil batimétrico es plano, no hay taludes, el fondo es iluminado (fótico) pero de baja intensidad. La materia orgánica en las aguas es muy abundante y la producción biológica muy alta, de tipo eutrófico.

b. El biosistema

Los grandes tipos fisonómico-florísticos son:

1. Camalotales flotantes.
2. Camalotales arraigados que son prados de Paspalum
3. Embalsados flotantes de arbustales.
4. Embalsados flotantes de arbustal-bosque alto.
5. Selva anegadiza.
6. Guaduales (bosque de bambúseas).
7. Palmares anegadizos (básicamente de Triartea).

c. Aprovechamiento de la tierra

Parcialmente, para arrozales y cultivos tropicales de aráceas, tuberosas de ambiente anegadizo (taro). La explotación de caña de gran diámetro es local, pero hay proyectos de explotación integral para producción de papel y para las múltiples aplicaciones que se están descubriendo al bambú, entre las que se incluye el cemento armado con bambú, viguetas de techos, puentes, etc. Lo mismo vale para las palmeras nativas productoras de aceite donde los pasos tecnológicos de ruptura del fruto y de separación de distintos compuestos, ya están dados.

En los casos en que estos ecosistemas reciben desechos urbanos o de agroindustrias, evolucionan con asombrosa rapidez a sistemas distróficos; la producción biótica se paraliza en 4 años como ocurrió en Trinidad (Beni, Bolivia), donde la eliminación de efluentes crudos de mataderos transformó ecosistemas naturalmente eutróficos en distróficos, de 1976 a 1980.

24. Altoandino de latitudes templadas

Porción andina, enclavada latitudinalmente entre la Puna y el gran ecosistema Andino-patagónico. Incluye todo el espacio altoandino limitado altitudinalmente por las nieves eternas y hacia abajo por el Monte.

La estructura de algunos ecosistemas es muy semejante a la de la Puna, pero aquí dominan los grandes pastizales de "Tussock grass" con estructuras físicas (espículas de sílice en las hojas) antiherbívoras. En cuanto a semejanzas con la Puna, este gran ecosistema tiene isomorfías marcadas con la Puna húmeda, pero no comparte con ella los bosques de quebradas. Entre este gran ecosistema y el Altoandino patagónico hay tres diferencias básicas: el carácter continuo del primero y el insular del segundo; las precipitaciones de menos de 300 mm del primero y cercanas a 1000 mm del segundo y la dominancia en el segundo de suelos pantanosos, que aparecen como islas en el segundo.

a. Los datos esenciales del medio físico

Temperaturas que descienden por debajo de 0°C casi todas las noches y

consecuente congelamiento superficial del suelo. Lluvias inferiores a los 300 mm. Alta variabilidad pluvianual de la precipitación, lo que de N a S va concentrando las lluvias en el período frío del año desde la Provincia de San Juan en Argentina hacia el sur.

En ciclos de grandes nevadas de 40 años y ciclos menores todavía no bien estudiados, se ejerce un efecto de control de poblaciones de camélidos muy drástico (caso de la mortandad de 1984 en la reserva de San Guillermo). Los lleva al borde de la extinción en los lugares protegidos y luego es necesario un esfuerzo especial para recuperar los hatos de vicuña y guanaco. Cosa parecida ocurre con el único gran cérvido altoandino que es transgresivo a la Puna y a este gran ecosistema: la taruca (Hippocamelus antisensis).

Procesos drásticos derivados de la sobrecarga de nieve (avalanchas) y del deshielo (torrentes de barro, aluviones) crean continuamente áreas desnudas para colonización ecosistémica.

Los suelos pantanosos, de escaso avenamiento, y baja fertilidad, es decir los histosoles, son escasos. Dominan los yermosoles.

Cuatro unidades geomorfológicas de baja productividad aparecen casi siempre en el patrón ambiental: las salinas, los médanos, los derrubios de ladera y los barriales. Estos últimos son cuencas cerradas pequeñas que concentran sedimentos finos y solutos.

b. El biosistema

No hay ecosistemas forestales y los tipos biológicos fundamentales son: los cojines y almohadones duros (kugel poster o cushion plants), tipo yareta, las formas de crecimiento arbustivo pegadas al suelo, tipo alfombra; los pastos de crecimiento en manojo o fasciculados, y los arbustos microfilos bajos.

Los tipos de vegetación son:

1. Pajonal de Festuca y Stipa
2. Vegas de juncaceas.
3. Yaretal-pajonal.
4. Arbustales microfilos.

c. Aprovechamiento de la tierra

Actualmente es asiento temporario, y excepcionalmente permanente de

aprovechamientos pastoriles para hatos mixtos de cabra, oveja, caballos y vacuno. La cría de camélidos domésticos (alpaca y llama) aparece como alternativa ganadera de ecomanejo. En algunos espacios argentinos y chilenos, la esquila de los camélidos no domésticos (vicuña y guanaco) está en una etapa inicial de experimentación (Reserva del MAB de San Guillermo en San Juan).

En función de la experiencia con Eucalyptus en la Puna húmeda y semi-árida de Bolivia y Perú, es previsible y deseable un esfuerzo de forestación experimental para protección de suelos contra la erosión. Lo mismo parece viable con algunas salicáceas de alta resistencia al frío, particularmente el mimbre (Salix viminalis), y muy particularmente el aguaribay (Schinus molle).

Por último la actividad minera, además de contaminar todos los cursos de agua en los que opera por lavado, ha provocado un halo de desertización por aprovechamiento de arbustos para leña, en especial todo el complejo de umbelíferas leñosas llamadas yaretas.

NOTAS

- (1) En particular, no tuve acceso a la cartografía y la literatura publicada en la U.S.S.R. sobre Sudamérica.
- (2) Por altitud y posición latitudinal el bosque de coníferas (15 de Eiten, fig. 5) funciona como ecosistema subtropical preadaptado a cortos períodos de heladas fuertes, incluso nevadas extraordinarias (v.g. Campos de Jordao, Estado de Sao Paulo).
- (3) Debo aclarar que tanto sabana como pampa son términos latinoamericanos que aluden a grandes ecosistemas donde la forma biológica dominante es el pasto. La voz caribe "sabana" alude a pastizales tropicales y la voz quechua "pampa" alude a pastizales de clima templado y también tropicales (Pampas de Moxos, Pampas de Mamoré). A este último Eire lo usa como sinónimo de pastizales de clima templado.
- (4) La idea de que cada gran ecosistema posee uno o varios gradientes ambientales reflejados por distintos aspectos de la vegetación (fisonomías) y de que hay una fisonomía tipo que sintetiza el juego de factores limitantes y compensadores, ha sido extraída de un excelente trabajo inédito reciente de Adámoli, donde analiza los gradientes ambientales del Cerrado brasileño en relación a la respuesta de la vegetación, en función de la interacción de factores compensadores y limitantes (véase Adámoli, 1981).
- (5) Datos no publicados presentados en la 1ª Reunión de la Soc. Arg. de Ecología.
- (6) Datos de la cátedra de pasturas, Univ. Agraria de la Molina, Lima, Perú.
- (7) Nosotros hemos incluido las yungas bajas en el gran ecosistema Andino basal, y las "altas", en el Andino fresco. Las razones han sido ecológicas; las yungas son selvas de montaña alta, forman parte de ella y asientan en suelos jóvenes, ricos en nutrientes. Las selvas austrobrasileras son de serranías bajas y mesetas y asientan en suelos pobres muy antiguos.
- (8) Estabilidad económica-ecológica; es un concepto que alude a la posibilidad que tiene cada productor mediano a grande de entrar y salir a voluntad en dos mercados: el de carnes y el de granos, lo que da estabilidad económica, y el de rotar ganadería (abono orgánico y leguminosas), con cultivo esquilante (tipo girasol) lo que da estabilidad ecológica por lo menos a nivel de balance de fertilidad.
- (9) El endicamiento perimetral individual más grande de Sudamérica de 80.000 ha, es el de fazenda Sao Joao, en Matto Grosso do Norte, en el Pantanal de Poconé, en el gran ecosistema Pantanal y pertenece a la empresa Camargo Correa.

- (10) El proceso de "desovinización" ocurre lentamente en Perú como consecuencia de trabajo experimental con llama y alpaca en la Estación Experimental de La Raya. Allí hay pastoreo rotativo en pasturas implantadas en suelo mallinoso. De la llama se cosecha fibra, carne y recientemente leche.
- (11) Guyana es el nombre del país que fue British Guiana; Guayana alude a la región, incluyendo, además de Guyana, Surinam y la Guayana Francesa, el este de Venezuela y porciones de Roraima, Pará y Amapá en Brasil.
- (12) Adámoli, J.: Regionalização dos cerrados; parâmetros quantitativos. EMBRAPA-CERRADOS, Planaltina, manuscrito de circulación restringida.
- (13) El río Amazonas se llama así desde la boca del delta atlántico hasta la boca del Río Negro; desde allí hasta el límite entre Brasil y Perú se llama Solimoes y de allí hasta la alta cuenca, Marañón.
- (14) Caso de Anthodiscus chocoensis, árbol de más de 30 m, coleccionado por Gentry del Missouri Botanical Garden en 1982, identificado y descrito por France del New York Botanical Garden.

BIBLIOGRAFIA

- Adámoli, J. 1981. Limitantes y compensadores en relación con bosques densos tropicales. Reunión Argentina de Ecología, Mar del Plata. Inédito.
- Adámoli, J. 1983. Regionalização dos Cerrados: parâmetros quantitativos. EM-BRAPA, Centro de Pesquisas dos Cerrados, Planaltina.
- Anderson, G.T., France, G.T., Albuquerque, B.W. 1975. Estudos sobre a vegetação das campinas amazônicas. Acta Amazonica 5 (3).
- CEPAL-PNUMA. 1980. Agua, desarrollo y medio ambiente en América Latina. Santiago de Chile.
- Cole, J.P. 1965. An economic and social geography of Latin America. Londres.
- Eiten, C. 1974. An outline of the vegetation of South America. Symp. 5th Cong. Int. Journ. Primat. Soc.
- FAO-UNESCO. 1971. Mapa mundial de suelos. Vol. IV, América del Sur.
- FAO-UNESCO. 1975. Mapa mundial de suelos 4, América del Sur. Paris. (La cita corresponde al capítulo 5, Los suelos de A. del Sur, pág. 94: A6, tierras bajas de la costa del Pacífico.)
- FAO-UNESCO-OMM. 1975. Estudio agroclimático de la zona andina. Informe técnico, FAO.
- Fittkau, J. 1967. On the ecology of amazonian rain forest streams. Atas do simposio sobre a biota amazonica 3.
- Fittkau, E.J. et al., edit. 1968. Biogeography and ecology in South America. Dr. P. Junk, La Haya.
- Fittkau, E.J. y Klinge, H. 1973. On biomass and trophic structure of the central amazonian rain forest ecosystem. Biotropica 5 (1).
- Fittkau, E., Irmiler, U., Junk, W., Reiss, F. y Schmidt, G. 1975. Productivity, biomass and population dynamics in the Amazonian water bodies. En: Tropical ecological systems. Trends in terrestrial and aquatic research. F. Golley y E. Medina edit. Springer-Verlag.
- Fuentes Godo, P. 1984. Manejo del arbustal semiárido del Chaco. Inédito.
- Gallopín, G. 1982. Tecnologías y sistemas ecológicos. Sem. Tecn. y medio ambiente, UCCRED-CIFCA, Rio de Janeiro.
- Gligo, N. y Morello, J. 1982. Perspectivas de la expansión de la frontera agropecuaria en el espacio sudamericano. En: Anais do Seminario Expansão da Fronteira e Meio Ambiente. Univ. Brasília, 2.

- Golley, F.B., Mc Ginnis, J.T., Clements, R.G., Child, C.Y. y Duever, M.J. 1969. The structure of tropical forest in Panamá and Colombia. *Bio-Science* 19 (8).
- Golley, F., Mc Ginnis, J. y Clements, R. 1971. La biomasa y la estructura de algunos bosques del Darién, Panamá. *Turrialba* 21 (2).
- Hecht, S. 1982. Deforestation in the Amazon Basin: magnitud, dynamics and soil resource effects. Univ. of Calif., U.S.A. Manuscrito.
- Hueck, K. 1957. Las regiones forestales de Sudamérica, Bol. IFLA, II, Mérida.
- Hueck, K. 1958. Bosques secos de la zona tropical y subtropical de la América del Sur. Bol. IFIA, II, Mérida.
- Hueck, K. 1966. Die Waelder Sudamerikas. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Hueck, K. y Siebert, P. 1972. Vegetationskarte von Sudamerika. En: Vegetationsmonographien der einzelnen Grossraume. Band II a. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Jahoda, J.C. y O'Hearn, D.L. 1975. The reluctant Amazon basin. *Environment*, 17.
- Jordan, C.F. y Stark, N. 1978. Retención de nutrientes en la estera de raíces de un bosque pluvial amazónico. *Acta Cient. Venezolana*, 29.
- Klinge, H., Medina, E. y Herrera, R. 1977. Studies on the ecology of Amazon caatinga forest in southern Venezuela. *Acta Cient. Venezolana*, 28.
- Klinge, H. y Rodríguez, W.A. 1974. Phytomass estimation in a Central Amazonian rain forest. En: Younf, H.E. (ed). IUFRO biomass studies, Orono Univ. of Maine.
- Klocker Horning, A. 1966. Las empastadas permanentes bien manejadas. El empleo de alambrado eléctrico en lechería e invernada. *Asoc. Arg. Amigos del suelo, Colección Tranqueras Abiertas* (2), Bs. As.
- Krapfenbaver, A. 1971. Vollmechanisierung der Holzernte und Nachhaltigkeit der Holzproduktion. *A.F. Z.* (82): 302-308.
- Mann, G. 1964. Ecología y Biogeografía. Centro de Investigaciones Zoológicas, Santiago de Chile.
- Mann, G. 1965. Recursos animales en Sudamérica andina. UNESCO, Paris.
- Mann, G. 1966. Bases ecológicas de la explotación agropecuaria en América Latina. OFA, mon. 2, serie biología.
- Mann, G. 1968. Die Oekosysteme Sudamerikas. En: *Biogeography and Ecology in South America*. W. Junk, La Haya.

- Molina, J.S. 1980. Una nueva conquista del desierto. EMECE, edit., Bs.As.
- Morello, J. 1978. El medio natural en "Propuesta de desarrollo productivo en el sistema Ichiguanas del delta Paranense". SISAGRO S.A., inédito.
- Morello, J. 1984. Perfil ecológico de Sudamérica. Vol. 1: Características estructurales de Sudamérica y su relación con espacios semejantes del planeta. Ediciones de Cultura Hispánica, Barcelona.
- Morello, J. 1985. Reflexiones sobre las relaciones funcionales de los grandes ecosistemas sudamericanos. Proyecto Prospectiva Tecnológica de América Latina. Cuaderno de discusión.
- Neiff, J.J. 1978. Ecología. En: Proyecto Río Negro, Programa Norchaco. Edic. Especial, Vol. 1, Resistencia.
- OEA-JNP del Ecuador. 1979. Desarrollo y medio ambiente para la planificación de la región I: provincias Imbabura, Carchi y Esmeraldas. Publ. 17, DP-RI, 1979.
- Ribeiro Carneiro, C.M. 1979. Programa de monitoreamento da cobertura florestal do Brasil. IBDF, informe final períodos 1973-75 y 1976-78.
- Richards, P.W. 1952. The tropical rain forest. Cambridge Univ. Press.
- Richards, P.W. 1973. The tropical rain forest. Scientific American, 229.
- Sánchez, P. y Cochrane, I. 1979. Soil constraints in relation to major farming systems in tropical America. IRRI, reunión de Filipinas.
- Schmieder, O. 1962. Die neue Welt, I. Teil. Heidelberg.
- Sioli, H. 1973. Recent human activities in the Brazilian amazon region and their ecological effects. En: Megers, Ayensu y Duckworth, edit. Tropical forest ecosystems in Africa and South America: a comparative review. Smithsonian Inst. Pr., Washington.
- Takeuchi, M. 1960-62. The structure of the Amazonian vegetation. J. Fac. Sci., Tokyo, 1960 a 1962 (publicado en 6 partes).
- UNESCO. 1981a. II Reunión de coordinadores subregionales para la elaboración del mapa hidrogeológico de América del Sur. Informe final, Quito.
- UNESCO. 1981b. Mapa de la vegetación de América del Sur. Invest. sobre los Rec. Nat. XVII.
- Volatron, B. 1976. La mise an valeur des richesses forestières en Amazonie brésilienne et en Colombie. Bois et Forêts des Tropiques (165, 166 y 168).

- Went, F.W. y Stark, N. 1968a. Micorrhiza. Desert Res. Inst. Nevada, 51.
- Went, F.W. y Stark, N. 1968b. The biological and mechanical role of soil fungi. Proc. Nat. Acad. Sci. 60.
- West, R.C. 1958. The pacific lowlands of Columbia. Louisiana Univ. Press, Baton Rouge.
- White, P.T., Hughes, D. y Hughes, C. 1983. Tropical rain forests. National Geographic, 163 (1).

A N E X O I

Descripción detallada del gran ecosistema Amazónico-Pacífico Darién

Se lo describe con cierto detalle por la superficie que ocupa en el trópico sudamericano y por su relevante importancia como banco de opciones ecosistémicas para el continente y el mundo tropical. Se lo divide en sus dos componentes aisladas: la Amazónica y la Pacífica.

1. Amazónico

Incluye bosques de muy distinto tipo, sabanas y campos, los que en su conjunto son englobados, desde la época de Humboldt en el lenguaje culto, bajo el nombre de hilea. En el cuadro 1 aparece la participación de cada país en la superficie total del gran ecosistema Amazónico.

El aspecto o fisonomía tipo de la vegetación es la selva perennifolia y el gradiente de diferenciación más aparente está dado por la anegabilidad: tierras que nunca se inundan, que se inundan temporariamente y que están siempre inundadas. Un segundo factor de diferenciación es la textura de los suelos, la que combinada con una altísima precipitación anual, da suelos arenosos muy lavados, de baja fertilidad y suelos de textura más fina y menos lavados. Sólo en situaciones de muy baja fertilidad los bosques son dominados por una o muy pocas especies (bosque de wallaba de Guayana y Caatinga amazónica). En todos los demás casos la diversidad forestal es de las más altas del mundo. El gradiente de riqueza en especies de árboles es la siguiente: casi una sola especie dominante en el bosque wallaba, muy pocas en la caatinga amazónica, pocas en la mata de igapó y, con un enriquecimiento en especies inversamente proporcional a la duración de la inundación, se llega al máximo de diversidad en las selvas de tierras firmes.

a. Los datos esenciales del medio físico

La temperatura media anual oscila entre 25 y 28°C y la temperatura media del mes más frío entre 20 y 22°C. En el grueso de la región las precipitaciones son superiores a los 2000 mm, pero hay una faja norte-sur de menos lluvia que tiene por epicentros a Obidos y Santarém. Desde esa faja las precipitaciones aumentan hacia el oeste hasta los 3500 mm y hacia la boca del Amazonas hasta los 3000 mm (fig. 1). Los diagramas ombrotérmicos de Porto Velho y Manaus de la fig. 2 ilustran sus rasgos bioclimáticos esenciales.

Los suelos más generalizados arealmente son de baja fertilidad, a lo que en determinadas situaciones se une toxicidad (alta saturación de aluminio) y alta acidez. Los suelos más fértiles (de varzea) están sujetos a inundaciones y su limitante es la saturación hídrica.

En cuanto a fertilidad, se puede hacer la siguiente síntesis: Los suelos de las regiones ecológicas 1, 2 y 3 de la fig. 3 - porciones centrales y orientales del gran ecosistema amazónico - son muy viejos, altamente descompuestos y lavados y tienen una muy baja reserva mineral para el suministro de nutrientes a las

CUADRO Nº 1

Distribución de la región de bosques húmedos amazónicos del
Orinoco y las Guayanas, por países

	Superficie en millones de hectáreas	Porcentaje
Brasil	500	63,2
Bolivia	65	9,1
Colombia	62,5	8,8
Perú	61	8,7
Guyana	21,5	2,9
Venezuela	17,5	2,3
Suriname	14,5	1,9
Ecuador	13,5	1,8
Guayana francesa	9	1,8
Total	764,5	

Fuente: Volatron, 1976

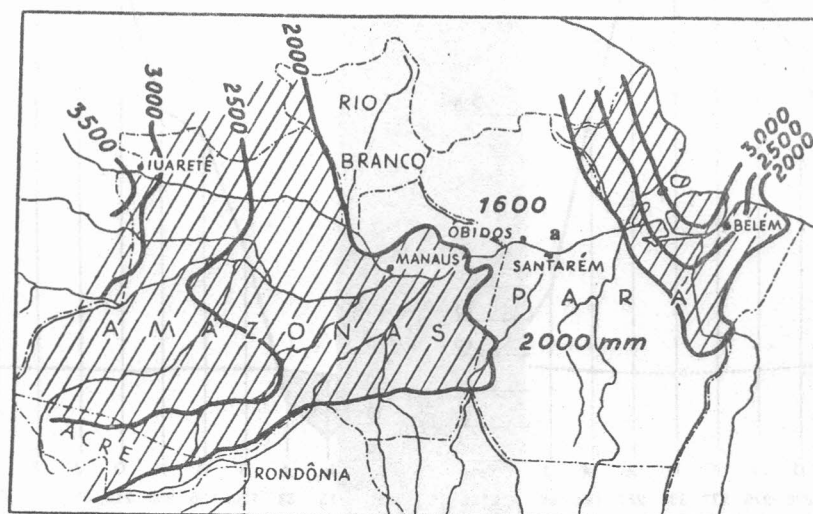


Fig. 1 Distribución de las precipitaciones en la cuenca del Amazonas.

Fuente: Hueck, K.; As Florestas da América do Sul, Univ. de Brasília, 1972.

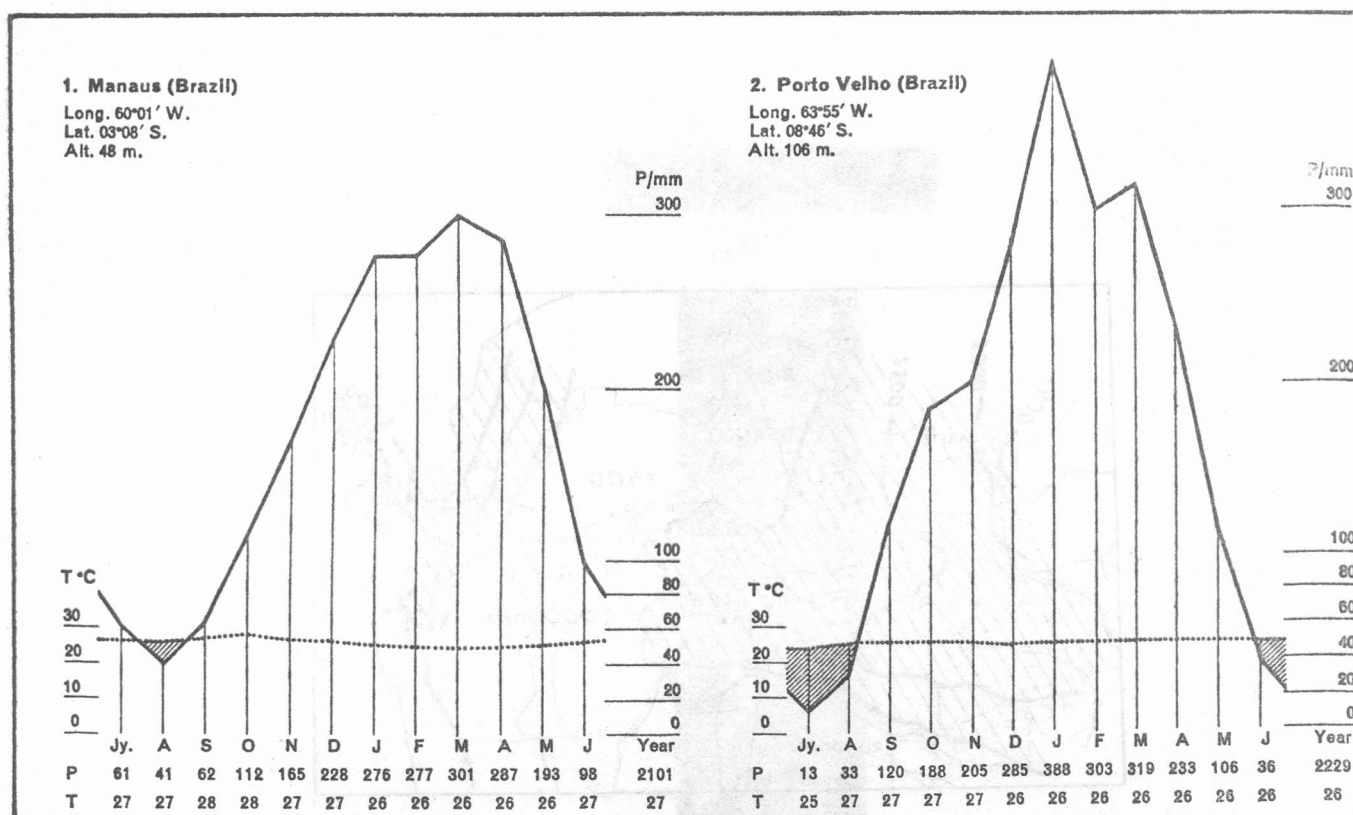


Fig. 2 Diagramas ombrotérmicos de dos localidades de bosques húmedos amazónicos, del Orinoco y las Guayanas.

Se considera más seco aquél en que la temperatura media en grados es superior al doble de ese valor expresado en mm de precipitación mensual. En el caso de Manaos el mes de agosto es seco porque la temperatura media es de 27 y la precipitación de 41mm.

En el eje vertical izquierdo aparecen los rangos de temperatura y en el de la derecha los de las precipitaciones en escala doble; a 10° de temperatura le corresponden 20mm de precipitación, etc.

Fuente: UNESCO, Mapa de la vegetación de América del Sur.

Inv.sobre los rec.nat. 17, 1981.

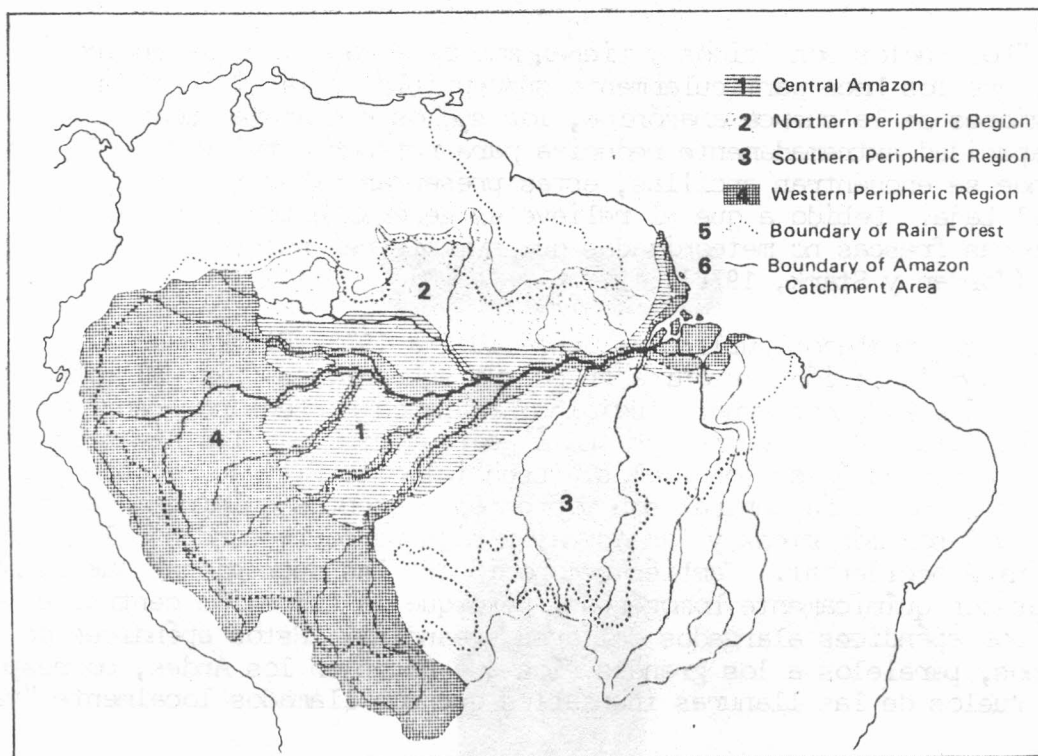


Fig. 3 Divisiones ecológicas de la región amazónica.

1. Amazonia Central
2. Región Periférica Norte
3. Región Periférica Sur
4. Región Periférica Occidental
5. Límite del bosque húmedo
6. Límite de la cuenca amazónica

Fuente: Fittkau, E.; Irmler, U.; Junk, W.; Reiss, F. y Schmidt, G.; Productivity, biomass and population dynamics in the Amazonian water bodies. En Tropical ecological systems. Trends in terrestrial and aquatic research. F. Golley y E. Medina edit.; Springer Verlag, 1975.

plantas. "Los suelos son ácidos y tienen muy baja capacidad de absorción iónica, lo que los hace particularmente susceptibles a la lixiviación. En muchas regiones de la cuenca amazónica, los suelos son arenas podzolizadas con una capacidad extremadamente reducida para retener nutrientes. En los suelos donde se encuentran arcillas, estas presentan naturalmente una reserva nutricional baja. Debido a que el relieve es generalmente plano, no se encuentran rocas frescas no meteorizadas que suministren nutrientes al ecosistema" (Jordan y Stark, 1978).

En numerosos trabajos publicados desde 1971 a 1975, Fittkau et al., 1975 han dividido la región amazónica en cuatro subregiones (fig. 3) sobre la base de la química de sus aguas fluviales; trabajos posteriores han ido probando que el "status" de nutrientes que él caracterizó por las aguas es un reflejo de la situación de los suelos. Esencialmente Fittkau reconoció que las aguas de la Amazonía Central son pobres en elementos químicos; las de las unidades 2 y 3 son más ricas y las de mayor riqueza corresponden a la subregión amazónica occidental. También reconoció que las subregiones que llamó periféricas son químicamente homogéneas, pero que la subregión central está disectada por apéndices alargados del área preandina. Estos apéndices de suelos ricos, paralelos a los grandes ríos que nacen en los Andes, corresponden a los suelos de las llanuras inundables que son llamados localmente "varzeas".

La división ecológica de la región amazónica hecha por Fittkau refleja una adecuada generalización en cuanto al tema central de la fertilidad de los suelos. La unidad 1, Amazonas Central, tiene suelos de escasa fertilidad en tierra firme y los más fértiles están ubicados en la vecindad de los ríos, como consecuencia de la fertilización fluvial que trae materiales andinos de la subregión 4. Las subregiones 2, Periférica Norte, y 3, Periférica Sur, son más fértiles pero de ninguna manera ricas, porque sus suelos se originan en sedimentos muy antiguos y muy lavados de los macizos de Guayanas y Brasilia, respectivamente. Por último la subregión Periférica Occidental tiene los suelos más fértiles de todo este gran ecosistema, porque ellos derivan de sedimentos jóvenes poco lavados e incluso tienen grandes espacios donde la roca madre es ceniza volcánica que se ha depositado por actividad reciente, es decir durante la totalidad de la época cuaternaria hasta la época presente. Lo más importante para evaluar la oferta de fertilidad al interior del gran ecosistema es tener muy en cuenta que los depósitos ricos en nutrientes de la subregión Periférica Occidental son removidos, transportados y redepositados por los grandes ríos en la región Amazónica Central, creando islas de alta fertilidad en un ámbito regional de extrema escasez en nutrientes.

No se puede analizar el medio físico del gran ecosistema sin rescatar el papel funcional que cumplen sus cuerpos de agua móvil a inmóvil: este tema se tratará en la descripción de ecosistemas.

b. El biosistema

La literatura de los últimos diez años es abundantísima, incluso a nivel de divulgación rigurosa (véase White et al., 1983), por lo que destaco sólo lo que creo esencial.

La riqueza de los biosistemas es su altísima diversidad. Especialmente esta diversidad se expresa en sentido vertical y horizontal. Se puede hablar de ecosistemas de copas o de canopia, de ecosistemas de suelos colgantes que se forman en cualquier horqueta de un árbol corpulento, de ecosistemas de epífitos, de ecosistemas de cortezas y de ecosistemas de hojarasca, refiriéndonos sólo a la selva de tierra firme. Todo ello se enriquece con ecosistemas acuáticos de compleja organización funcional en la selva de Igapó.

Otro hecho que quiero destacar es la baja dependencia trófica respecto a nutrientes que tiene la selva en relación al suelo en el sentido tradicional de los ecosistemas forestales de clima templado.

Desde que se comenzó a estudiar funcionalmente el ecosistema "selva húmeda tropical" apareció una contradicción de muy difícil explicación: una larga historia de fracasos en experimentos para silvoagropecuarios (Sioli, 1973; Jahoda y O'Hearn, 1975; Richards, 1952) frente a una muy importante capacidad de sustentar biomasa natural, del orden de las 1100 toneladas por ha (Fittkau et al., 1973) descompuesta en 1000 t/ha de biomasa de plantas vivas, 100 t/ha de material vegetal muerto, 165 kg/ha de fauna del suelo, 30 kg/ha de herbívoros y 15 kg/ha de carnívoros. La pregunta era "... porqué la cuenca del Amazonas puede mantener un bosque relativamente exuberante y, sin embargo, no puede mantener agricultura permanente" (Jordan y Stark, 1978).

Richards (1973) asumió la hipótesis de distintos ecólogos forestales de que en la selva los nutrientes pasan directamente de la hojarasca a las raíces sin pasar a través del suelo mineral. Cinco años antes Went y Stark (1968a, 1968b) consideraron que los hongos micorrízicos (que hacen simbiosis con las raíces) participaban en la transferencia directa de nutrientes de la hojarasca a la raíz y recién en 1978 se tuvo la primera evidencia experimental de que en efecto los del bosque amazónico se reciclan directamente a las raíces (Jordan y Stark, 1978). Esta evidencia prueba que las micorrizas y la alfombra de raíces superficiales de la selva son mecanismos conservadores y recicladores de nutrientes; cuando esas alfombras de raíces y micorrizas asociadas "son destruidas durante la tala y la quema para agricultura pecuaria o plantación forestal, los mecanismos conservadores de nutrientes son destruidos y se suceden rápidamente las pérdidas de nutrientes del ecosistema".

c. Aprovechamiento de las tierras

El ecosistema de tierra firme se usa desde siempre para agricultura nómada en un sistema muy complejo de distribución espacial y temporal de cultivos de arroz, frijoles, yuca, algodón, malva y maíz. Actividades extractivas tradicionales son las de madera, castaña de Pará y caucho.

En agricultura nómada se obtiene varias cosechas por año pero durante períodos breves, necesitándose largos barbechos para recuperar la fertilidad de los suelos. Los cultivos con tecnología de agroquímicos son también de antigua data, digamos de la década del '50; fundamentalmente el de la pimienta fue ejecutado primero por colonos japoneses en el estado de Pará (Brasil).

El famoso proceso de frontera agropecuaria con poderosos incentivos fiscales comienza en la década del '60 y adquiere proporciones gigantescas en la década siguiente. "Proporciones gigantescas" es decir muy poco; los datos disponibles son:

1. Según información no tradicional por países, procesada por Gligo y Morrello (1982), en Sudamérica, entre 1980 y 1985, 294.000 km² de bosques y sabanas vírgenes y semivírgenes (poco menos que la superficie de la República del Ecuador), pasarán a ganadería extensiva con cierta actividad agrícola. De esa superficie el 56% corresponderá a selva pluvial tropical, 23% a sabanas y 7% a bosque tropical. De ese 56%, sólo el 20% o menos corresponde a lo que aquí llamo gran ecosistema Amazónico. En nuestra clasificación el gran ecosistema que está sufriendo los desmontes más intensos es el Preamazónico, tanto en Brasil como en Bolivia y Venezuela.
2. En el proyecto de monitoreo del Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (Ribeiro, 1979) se acababan de publicar las siguientes estimaciones, en base a información producida por sensores remotos, para lo que en Brasil se llama Amazonía Legal (es decir la totalidad de los estados de Amazonas, Pará, Roraima, Amapá, Rondonia y Acre, más parte de Matto Grosso de Norte, Goiás y Maranhao, que cubren 497.552.700 ha (Klinge et al., 1977)). En ese espacio, entre 1976 y 1978, se desmontaron 7.717.175 ha, es decir que el total del desmonte en 3 años fue de 1,551%.
3. La misma fuente (Ribeiro, 1979) recoge lo que creo es la información más relevante: comparando los desmontes del trienio 1973-75 con los del 75-78 la tasa de incremento fue de 169,88%.

Tanto en la varzea como en la tierra firme, el uso de fertilizantes es generalizado y además (según FAO) se está fomentando un cambio gradual de la agricultura migratoria a la permanente, mediante la utilización sistemática de fertilizantes en cantidades muy reducidas para mantener los rendimientos durante un tiempo más largo entre los períodos de barbecho. Los enmalezamientos acelerados parecen ser los problemas más graves del aprovechamiento silvoagropecuario. Incluso hay dos grupos de plantas perennes de gran altura que se transforman en plagas de muy difícil control en áreas muy concretas: los bambúes, tacuaras o guaduas en Acre (Brasil) y la Amazonía peruana y una variadísima serie de palmeras en Pará y Roraima, entre las que la más conocida es el babaçu (*Orbignia speciosa* y otras especies) por ser invasora en el área del proyecto Carajás (estado de Pará, Brasil).

La tecnología ha creado formas muy particulares de puesta en aprovechamiento de la tierra virgen; así, pienso que se puede hablar de una "telepecuarización" para aludir al proceso por el cual la mayoría de las operaciones de desmonte, siembra y control de plagas se hacen desde avión. El caso extremo es el de desfoliado desde avión con agentes químicos tipo Tordon, incendio utilizando como combustible el follaje caído sembrando pequeñas bombas incendiarias, siembra de forrajeras y desmalezamiento agroquímico también desde avión.

d. Ecosistemas

d.1. Selva de tierra firme (fig. 4)

Es un bosque húmedo nunca anegado, altamente diversificado, perennifolio, con una canopia continua entre 35 y 40 m sobre el suelo, gigantes árboles de 50 a 60 m y lianas de hasta 60 cm de diámetro. Cubre un 50% de la superficie de la región.

d.2. Caatinga amazónica

En tupí-guaraní caatinga significa bosque blanco. Este nombre se usa para dos geosistemas tropicales absolutamente distintos; el bosque siempreverde asentado en arenas del Amazonas y un bosque deciduo, espinoso, semiárido del nordeste del Brasil. Para evitar confusiones, al primero se le llama "caatinga amazónica" (Klinge et al., 1977) y al segundo caatinga. En Guyana (11), este tipo particular de bosque se llama "wallaba". La porción brasilera de caatinga amazónica cubre 64.000 km².

Es un bosque abierto poco diversificado de no más de 20 m de altura, riquísimo en musgos y helechos. Crece en suelo que puede ser clasificado como podsol, de acuerdo a su secuencia de horizontes. Tales suelos muestran debajo de la capa de hojarasca un potente depósito de materia orgánica incompletamente descompuesta, la que asienta en un suelo arenoso cuya parte superior es negra debido a la materia orgánica lavada de arriba. Abajo hay un horizonte de acumulación donde se ha precipitado el aluminio, el hierro y la materia orgánica lavados de arriba. Los podsoles tropicales han sido llamados podsoles gigantes por su enorme espesor. Estos bosques invariablemente generan aguas superficiales que por su color de té cargado son llamadas "aguas negras", a su vez los ríos que las transportan se llaman "ríos de aguas negras", siendo la cuenca del Río Negro la más extensa del mundo de este tipo de aguas. Ríos de aguas negras originados en podsoles gigantes son conocidos en otras áreas tropicales del mundo: el sudeste de Asia, Borneo y espacios muy limitados de Africa. Las aguas negras son pobres en electrolitos, fundamentalmente en Ca, y drenan suelos igualmente pobres en nutrientes con excepción del nitrógeno.

Investigaciones recientes (Klinge et al., 1977) sugieren que este tipo tan particular de bosque tropical húmedo ha coevolucionado con suelos pobres en nutrientes que se inundan quedando cubiertos de un delgado manto de agua durante horas o días y en ellos se encuentran siempre restos de actividad humana antigua, actualmente sólo revelada por la presencia de alfarería.

d.3. Selva inundable (fig. 4 y 5)

Incluyo aquí tanto la mata de varzea como la mata de igapó de la literatura brasileña, los palmares y los bambusales. En cuanto a la mata de igapó o gradual anegadizo se trata de un bosque húmedo permanente inundado y mucho más bajo que la "floresta de terra firme" siempreverde, especialmente siempre bien representado en los ríos de aguas negras (ver adelante). Soporta fluctuaciones enormes del espesor de la capa de aguas que los inunda (de hasta 14 m) (ver fig. 6).

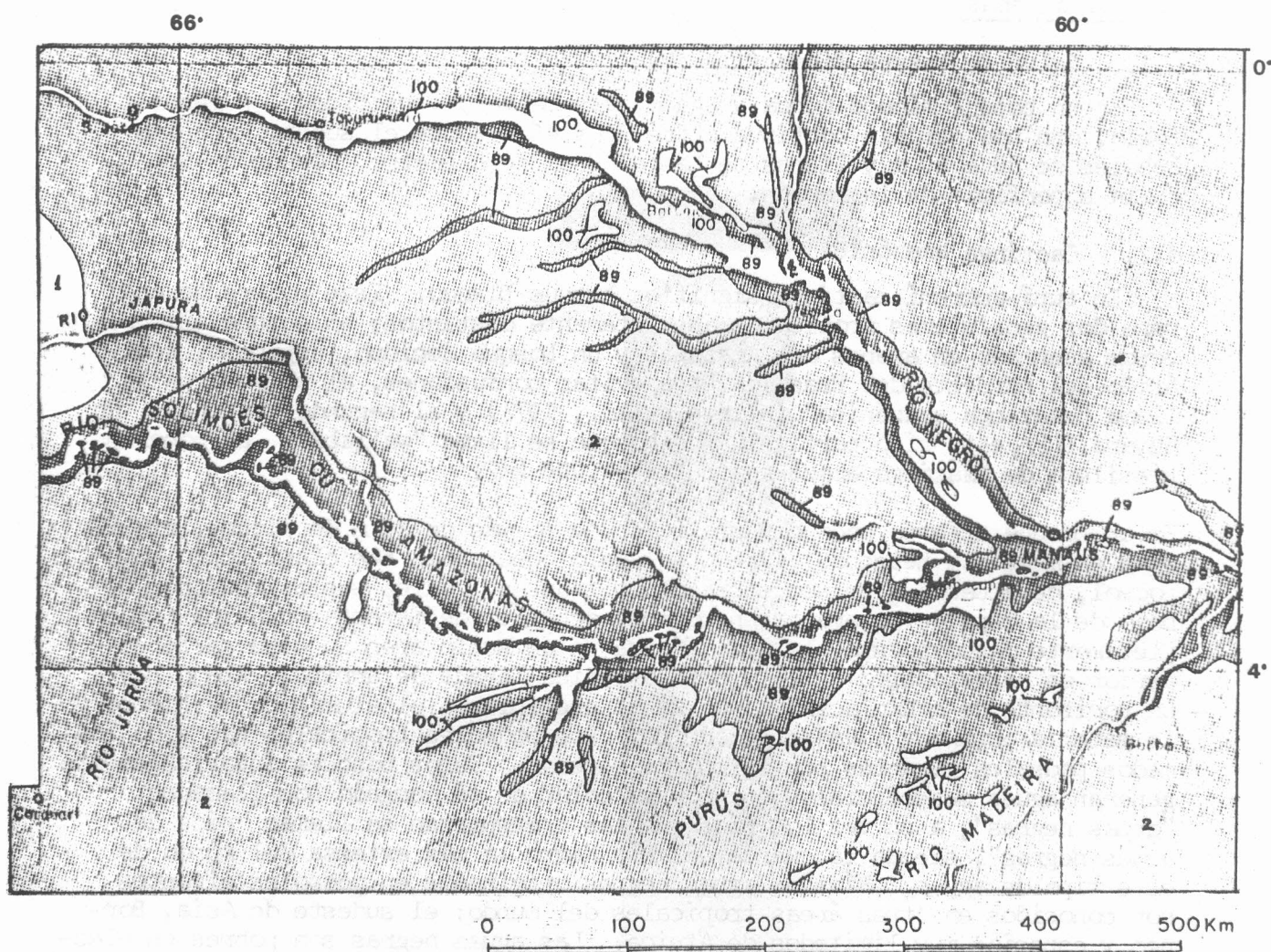


Fig. 4. GRAN ECOSISTEMA AMAZONICO (Nº 1)

Modal confluencia ríos Negro y Amazonas (Brasil)

Ecosistemas:

1 y 2 Selva de tierra firme y caatinga amazónica

89 Selva inundable

100 Campo de várzea

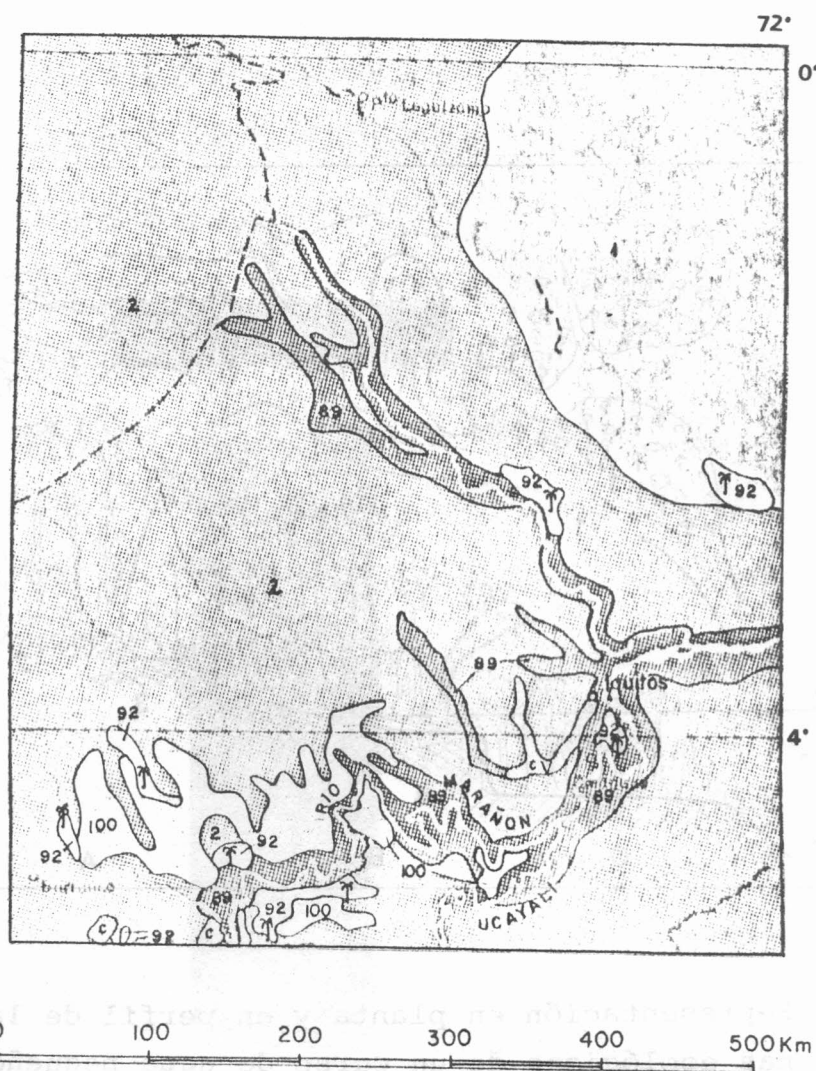


Fig. 5. GRAN ECOSISTEMA AMAZONICO (Nº 1)

Modal confluencia ríos Marañón y Napo (Perú y Ecuador)

Ecosistemas:

1 y 2 Selva de tierra firme

89 Selva inundable

100 Campo de várzea

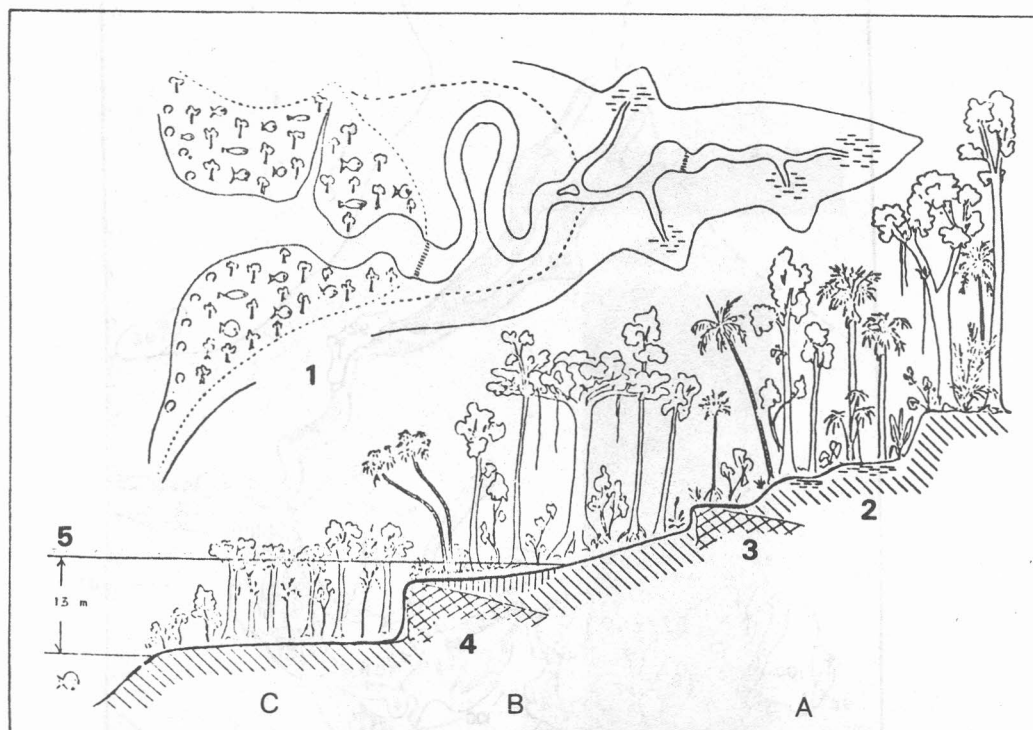


Fig. 6. Representación en planta y en perfil de las diferentes zonas ecológicas de un curso de agua pequeño del bosque húmedo amazónico.

1. borde de la pequeña cuenca

2. manantial

3. caída de agua

4. caída de agua

5. Desnivel entre aguas bajas y altas del río colector.

A. zona de erosión

B. zona de sedimentación, la que coincide con la "mata de varzea"

C. curso inferior que coincide con la "floresta de igapó"

Fuente: cita 177.

En toda la Amazonia Central el igapó aparece no sólo en los bordes de los grandes ríos de aguas negras sino en todos los pequeños cursos de agua que tienen su origen en manantiales. Tales cursos tienen una zona ecológica de igapó en sus bajas cuencas. En esa zona el lecho del pequeño curso está muy por debajo del nivel de altas aguas medias del río del que es tributario y se inunda anualmente con aguas provenientes del colector. En la región de Manaus la fluctuación anual del nivel de aguas es de 13 m. Esta porción de igapó que tienen los pequeños cursos de agua funciona realmente como tributario durante el período de aguas bajas (Fittkau, 1967). En altas aguas la zona de igapó representa una porción del río principal cuyas aguas calientes cubren las aguas frías del arroyo y todo el sistema se estanca o endica. El igapó es pues mucho más frecuente y cubre mucha más superficie que la cartografiada, por ejemplo, en el mapa de vegetación de UNESCO, ya que cada pequeño río tiene su zona de igapó en la vecindad de su entrada al colector (fig. 6). El igapó o bosque inundado es uno de los ecosistemas más extremos de la región, sujeto a continuos cambios del nivel de las aguas.

En cuanto a los palmares anegadizos, ellos toman su nombre de la especie de palma más importante. Por ejemplo, se llaman "meritizales" cuando se trata de Mauritia flexuosa, "caranaizales" cuando domina Mauritia martiana y "buritizales" cuando domina Mauritia vinifera. Los palmares anegadizos aparecen sobre grandes superficies en la Amazonia occidental periférica, especialmente en la Amazonia peruana y en la ecuatoriana; se los reconoce inequívocamente con el nombre de aguajales (fig. 5). Todos los palmares están asociados a suelos saturados de agua hasta la superficie, con o sin una delgada capa de agua sobreyacente.

En cuanto a los bambuzales hay extensas superficies de suelos saturados y/o anegados cubiertas de "guadua" o bambú. Los "guaduales" continuos más extensos cubren unos 30.000 km² en Acre (Brasil). Hay "guaduales" o "tacuarales" ligados a suelos temporaria o permanentemente anegados, donde dominan distintas especies del género Guadua y los hay en espacios aparentemente sometidos a disturbio humano. La información científica actual sólo permite sugerir la hipótesis de esos dos tipos.

d.4. Campo de tierra firme

Según Adámoli (12), la presencia de campos, campiñas o campinaranas al interior del gran ecosistema amazónico está directamente vinculada con posiciones topográficas y tipos de suelos que permanecen saturados de agua durante parte del año. Por la literatura sobre el tema (Takeuchi, 1960-62) puede inferirse que hay también campos naturales sobre suelos arenosos y aún de material de textura mucho más gruesa. Por último Hueck (1966) describe campos originados por desmonte en Santarén y en Monte Alegre. Aparentemente un tipo particular de suelo arenoso fino, después del desmonte, sufre cambios físico-químicos irreversibles transformándose en lo que muy vagamente se llaman "suelos arenosos planos endurecidos". Tales soportes edáficos se vuelven inaptos para la recolonización por la selva.

En todos estos tipos de campos se describe siempre una vegetación leñosa rala, muy abierta, compuesta por especies del gran ecosistema Cerrado, pero

con la peculiaridad de que en ellos o en sus bordes hay densidades importantes de un árbol amazónico de importancia económica, la mangabeira (Hancornia speciosa), productor de látex para caucho. En base a la información reciente, pueden identificarse los siguientes tipos de campos en el espacio amazónico:

1. Campos naturales en suelos de textura fina dominante, saturados de agua, parte del año. Dominan los pastos.
2. Campos naturales en podzoles tropicales muy empobrecidos en nutrientes (Anderson et al., 1975). Dominan los arbustos. Se trata del ecosistema de menor biomasa, dentro de lo que se llama Caatinga amazónica.
3. Campos naturales de baja altitud en suelos arenosos de grano grueso, incluso con grava. Dominan los pastos.
4. Campos como ecosistema secundario en suelos deteriorados después del desmonte. Dominan los arbustos. Se trata de un caso aparentemente todavía no estudiado de profundas modificaciones de las características estructurales y funcionales del sistema ecológico selva, con comportamientos catastróficos irreversibles (Gallopín, 1982).

d.5. Campo de varzea

Mata de varzea, campo de varzea y lagos de varzea son ecosistemas íntimamente interrelacionados en función de la dinámica lateral de los grandes sistemas fluviales. En la Amazonia brasilera se localizaron los asentamientos humanos y las actividades rurales más significativas hasta 1960. Desde esa fecha, como consecuencia de la abertura de los grandes "rodovías" (carreteras), hubo una importante migración rural hacia las selvas de tierra firme. De cualquier modo la mata de varzea fue siempre el asiento preferencial de la agricultura por la alta fertilidad de sus suelos (Hecht, 1982).

Campo y mata de varzea corresponden a los inmensos llanos laterales de inundación de los ríos de "aguas blancas" (ricos en nutrientes inorgánicos y sedimentos en suspensión), de los que el Amazonas es el ejemplo típico. Esos llanos pueden tener hasta 100 km de ancho; en la Fig. 7 aparece un perfil del valle de un río de este tipo, donde puede verse que la varzea tiene tres elementos: el albardón o dique lateral del río, donde asienta la mata de varzea, el borde de las lagunas laterales, donde aparece el campo de varzea, y los lagos de varzea.

La mata de varzea es menos diversificada que la de "terra firme". Se trata de tierras aluviales de sedimentos muy recientes, provenientes de los Andes y muy ricos en nutrientes. En la porción del Amazonas llamada Solimoes-Amazonas (13) la varzea cubre una superficie de 64.000 km², con un ancho entre 20 y 100 km.

En la Fig. 8 aparecen los patrones de movimiento de agua que fluye a la varzea en el curso de un año, los que son de dos tipos básicos: la tierra firme y su sistema de desagüe superficial proporciona agua de lluvia y aguas

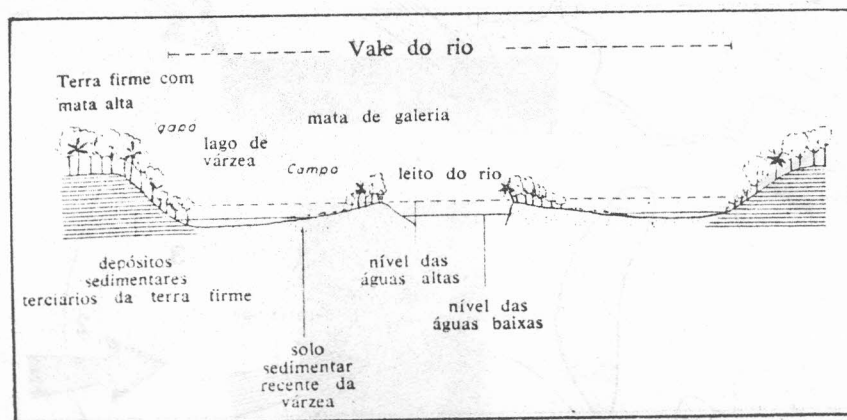


Fig. 7 Perfil de un río de aguas blancas.

Fuente: Sioli, reproducido por Hueck; cita de Fig. .

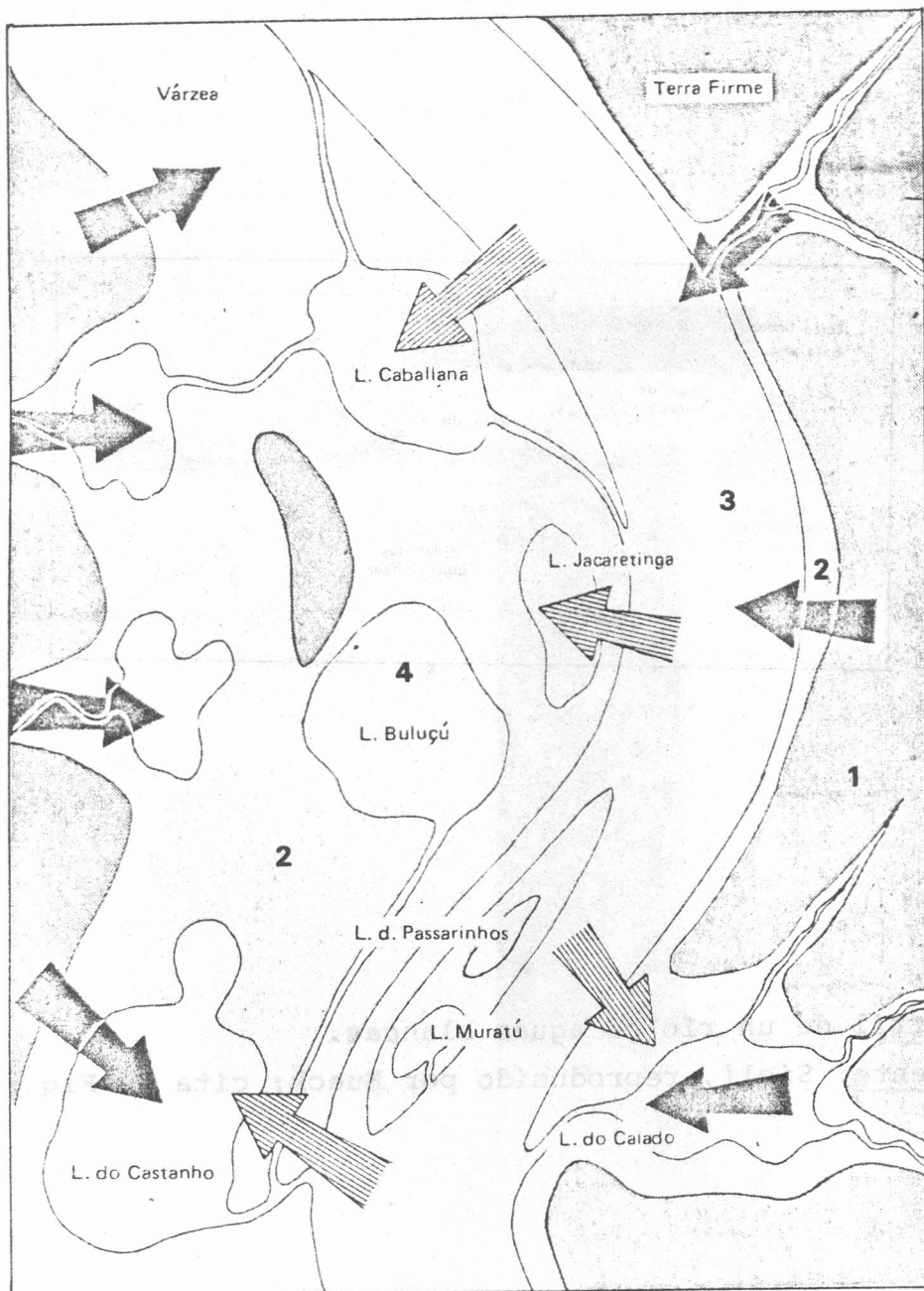


Fig. 8 Patrones del movimiento de distintos tipos de aguas en la llanura de inundación del Amazonas.

1. Terra firme
2. Varzea o llanura lateral de inundación.
3. Cauce principal
4. Lago de varzea

Flecha negra: aguas negras fluviales y agua de lluvia

Flecha rayada: aguas blancas aportadas por el cauce.

Fuente: igual que Fig.

negras (flecha negra) la que es extremadamente pobre en electrolitos, muy ácida y enriquecida con coloides húmicos pero sin cantidades significativas de material inorgánico en suspensión. En el período de altas aguas del ciclo anual del río, el cauce principal proporciona aguas blancas, que transportan material en suspensión y nutrientes inorgánicos disueltos provenientes de los Andes. Las aguas blancas tienen un contenido de electrolitos 10 veces superior al de las aguas negras, son de reacción alcalina, tienen bajo contenido de coloides húmicos y están fuertemente enriquecidas con suspensoides inorgánicos. Lo anterior significa que en cada período anual de altas aguas hay un abonado natural de nutrientes minerales de la varzea, la que es considerada el geosistema de más alta fertilidad de todo el Amazonas Central.

Agua permanente sólo hay en el lago de varzea. El campo de varzea permanece seco de setiembre a enero y luego se cubre con un espeso manto de agua. La mata de varzea es la que tiene inundaciones más cortas y con una lámina de agua de poco espesor. De la misma manera que los manglares son áreas de cría en la interfase fluvio-marina, los lagos de varzea juegan idéntico papel en la interfase fluvial-lacustre de los grandes ríos de llanura sudamericanos.

2. Pacífico - Darien

Corresponde a uno de los espacios sudamericanos (y del mundo) más ricos en precipitaciones, que se extiende ininterrumpidamente desde Panamá hasta un poco por debajo del Ecuador en Cabo Pasado (0°23' de latitud S) en la República del Ecuador. El 80% del espacio está ocupada por selvas que se extienden desde la sierra de Baudó que es la más occidental de las cuatro cadenas montañosas de Colombia o desde la Cordillera Occidental hasta el mar. Si comparamos este gran ecosistema con el Amazónico, la diferencia más notable es la heterogeneidad de suelos y relieve del primero, donde a muy cortas distancias alternan pequeñas serranías, llanuras, terrazas aluviales, terrazas marinas, deltas, depósitos de estuarios y aún dunas costeras.

La heterogeneidad de los suelos está ligada con la diversidad de materiales "madres" o rocas madres derivada de la influencia cordillerana en un área de vulcanismo y tectonismo muy activo. Al pié de los Andes hay una faja de suelos ricos en bases, que contienen una elevada proporción de cenizas volcánicas. Aún hoy el medio físico ejerce influencias edafogénicas, vía lluvias de polvo volcánico y la consiguiente meteorización de los cristales volcánicos (FAO UNESCO, 1975).

El rasgo físico fundamental es pues el de un gran ecosistema dividido en unidades muy pequeñas y muy contrastadas entre sí, las que aparentemente son homogeneizadas por una cubierta verde forestal continua. Lo de aparentemente surge del muy bajo conocimiento actual de las variaciones estructu-

rales de la selva en relación al fuerte amosaicamiento del paisaje geomorfológico y edáfico.

Hay acuerdo entre distintos autores en considerar que este gran ecosistema en su parte sudamericana tiene dos límites naturales claros: hacia el poniente termina donde comienzan los ecosistemas fuertemente influenciados por el mar, es decir los manglares y las dunas litorales. Hacia la Cordillera termina a los 500 m de altura, donde la temperatura levemente más baja y el relieve energético crean condiciones de soporte físico distintas (OEA-JNP, 1979).

a. Los datos esenciales del medio físico

Las lluvias son diarias y la cobertura de nubes casi constante crea niveles casi únicos en el mundo de oferta de humedad permanente en el suelo, en el subsuelo, en la capa de mantillo, sobre la superficie de la propia biomasa y en la capa de aire sobreyacente. En la porción colombiana del geosistema hay una media anual de lluvias que supera los 6000 mm y en todas las estaciones donde se llevan registros hubo años con más de 10000 mm.

En un análisis climático de la zona andina (FAO-UNESCO-OMM, 1975) se llega a la conclusión de que la posición de la Zona de Convergencia Intertropical (ITCZ, faja móvil de baja presión localizada entre los núcleos de alta presión ubicados habitualmente en ambos trópicos) es la responsable de la larguísima estación lluviosa, de la cantidad de agua caída y de su distribución de tipo monomodal con un breve intervalo de ligera recesión en la intensidad de lluvia, en enero, febrero y marzo. Las estaciones meteorológicas de Buenaventura, Andagoya y Quibdó, tienen una media anual de lluvias de 6370, 6704 y 10540 mm, y el ecosistema arealmente dominante, la selva diversificada, es llamado localmente en Ecuador y Colombia, "bosque de las tierras bajas" (FAO-UNESCO, 1975) y puede considerarse un biosistema ajustado a un entorno físico saturado de humedad todos los días del año y todas las horas del día.

Aún cuando no conozco estudios comparativos de los suelos de los grandes ecosistemas Amazónico y Pacífico-Darién, hay algunos rasgos comunes indicados en la literatura (Hecht, 1982; FAO-UNESCO, 1975), como por ejemplo, la dominancia areal de lateritas y el hecho de que en ambos geosistemas el grueso de esta laterita es fósil (Sánchez y Cochrane, 1979).

Los latosoles rojizos antiguos están altamente lavados, en avanzado estado de meteorización y son extremadamente frágiles (FAO-UNESCO, 1975). Cuando se los dedica a ganadería con pasturas implantadas, aceptan una proporcionalmente bajísima carga animal (0,3 a 0,4 unidad vaca/ha) y cuando se hace agricultura son de baja productividad desde el 2º año y los agricultores les llaman "tierras que no aguantan".

b. El biosistema

Hay dos ecosistemas selváticos altamente diferenciados: la selva de suelos bien drenados y la selva de tierra anegadiza de baja riqueza de especies. Esta situación llamó la atención desde los clásicos estudios de West (1958), y ha sido definida como la coexistencia del ecosistema más diverso del mundo caracterizado por un enorme número de especies en unidades espaciales pequeños y de un ecosistema forestal inundable más simple caracterizado por pocas especies en superficies muy grandes.

El primero es la selva pluvial tropical de suelos bien drenados y el segundo son las selvas con dominancia neta de una o dos árboles gigantes, de las áreas pantanosas del río Atrato en la vecindad del golfo de Darién.

En cuanto a la selva de alta diversidad es relevante indicar la extrema juventud de su conocimiento efectivo hasta el punto tal que en nuestra década se siguen identificando árboles enormes que no estaban catalogados ni siquiera por los botánicos (14). Investigaciones recientes del Missouri Botanical Garden parecen probar que se trata de la selva más diversa del mundo, al menos en dos aspectos: número de árboles distintos por unidad de superficie (208 especies de árboles en 1000 m²) y variedad de plantas vasculares, es decir árboles + arbustos + hierbas (1100 especies distintas en 2,5 km²).

c. Usos de las tierras

Tradicionalmente el espacio selvático fue usado para obtener dos productos: el hule o caucho y el marfil vegetal. En la selva de suelos bien drenados hay por lo menos 14 especies de árboles que son usados para producir hule desde mediados del siglo pasado. La técnica de extracción, que significa la muerte del ejemplar para especies de los géneros Castilla y Mimusops, parece haber provocado verdaderas catástrofes reduciendo la estructura poblacional de tales géneros a niveles ubicados por debajo del umbral de extinción (número y estructuras poblacionales que son incompatibles con la autoperpetuación de la especie).

A fines del siglo pasado se adquiere la tecnología como para hacer plantaciones de Castilla. La actividad de extracción de hule o borracha existe todavía, pero siempre se desarrolló con "picos" y depresiones, correspondiendo el último pico a la segunda guerra mundial.

Otro producto básico que dió ciclos de prosperidad al gran ecosistema fue el marfil vegetal extraído del fruto de la tagua (Phytelephas), el que determinó la explotación de 5 áreas: las bajas cuencas del Atrato y el río León, el piedemonte norte de la sierra de Baurú y las planicies costeras de Tumaco (en Colombia) y Esmeraldas (en Ecuador). En este caso la tecnología derivada de la química de síntesis, sustituyó totalmente las propie-

dades valoradas en el marfil vegetal para la fabricación de botones. La sustitución aniquiló la actividad extractiva limitándola a materia prima para esculturas artesanales.

La actividad maderera sigue dos etapas cronológicas y tecnológicas más o menos separables: la de maderas nobles y de maderas imputrescibles para durmientes primero y luego la de maderas para fabricar compensados. En este momento la industria maderera colombiana está muy desarrollada y usa todo tipo de maderas, tanto las nobles o de interés especial, como las dedicadas a construcción, las blandas y muy blandas. En Ecuador la madera muy blanda o "balsa" - nombre que alude a todas las especies cuya propiedad que le da valor es su bajo peso específico ($< 0,15$) se cultiva extensivamente en el gran ecosistema Pacífico Darién. Actualmente este país produce el 95% de la producción mundial de madera de balsa, fundamentalmente en base a plantaciones de "balso" (*Ochroma lagopus*) cuyo destino final es papel, celulosa y distintos requerimientos de la industria aeronáutica.

Hay por último, una etapa donde el ecosistema es profundamente alterado por la actividad minera fundamentalmente basada en la extracción de oro de depósitos aluvionales, y por la construcción de la carretera panamericana. Los estudios de prefactibilidad de la unión de las cuencas del Atrato con el San Juan como alternativa para la conexión del Caribe con el Pacífico han producido abundante información sobre el medio biofísico y han provocado impactos sobre la selva durante el período de la construcción de picadas para el trabajo del campo. La explotación minera ha dejado enormes depósitos de rodados en la vecindad de los cauces de los ríos cuyos aluviones explotó y cuyo impacto ecológico no ha sido evaluado hasta ahora. En tales depósitos se está desarrollando una sucesión ecológica a partir de un suelo esquelético y su estudio produciría información sobre preguntas básicas, vinculadas con regeneración de selva pluvial tropical a partir de soportes edáficos que desde el punto de vista agronómico son tenidos como estériles y definidos como grava o rodado fluvial.

d. Ecosistemas

d.1. Selva

Localmente se los llama bosques de suelos bien drenados de la "tierra caliente del Chocó" o "tierra caliente del Pacífico" en Colombia y "bosques de tierras bajas" en Ecuador. No hay información suficiente como para establecer similitudes y diferencias entre esta selva y la de tierra firme del gran ecosistema Amazónico. Las descripciones estructurales son muy semejantes a nivel de pisos de árboles, altura del dosel continuo, persistencia del follaje, riqueza en epífitas, riquezas en especies con látex, diversidad de pesos específicos de las maderas (desde cercanos a 1 hasta 0,15), diversidad de productos químicos secundarios, etc.

Las diferencias que aparecen como relevantes son:

1. Mayor diversidad de especies productoras de látex por unidad de superficie de la selva Pacífico-Darién y mayor diversidad en la composición química de distintos látex, que incluye desde distintos tipos de hule para caucho, látex medicinales, látex para chicle, hasta el látex que es alimento en la dieta de etnias locales, el que es extraído del sande o "cow tree" (Brosimum utile).
2. Mayor riqueza en palmeras de suelos bien drenados, las que ocupan un lugar importantísimo en las sucesiones secundarias que se inician en desmontes dedicados a la agricultura. El proceso de "palmerización" de pastizales implementados donde se hace ganadería, es uno de los tipos de enmalezamiento más característicos y rápidos de todo el trópico húmedo sudamericano. Este proceso no es de manera alguna exclusivo de la selva del gran ecosistema Pacífico-Darién, pero sí lo es la gran diversidad de especies de palmeras que inician el proceso de formación de un bosque secundario después del desmonte.
3. Las estimaciones de biomasa hechas por Golley et al. (1969) en Panamá y el norte de Colombia, admiten comparación con las realizadas en Amazonas en el marco del programa IBP (Klinge y Rodríguez, 1974). En los dos casos la fitomasa aérea oscila entre 600 y 730 ton/ha de peso fresco.
4. En el gran ecosistema Pacífico-Darién se dan varias condiciones tenidas como estimuladoras de la diversidad específica definida como el número de especies por unidad de superficie. Tales condiciones, para ecosistemas terrestres (que se cumplen mucho más en el Pacífico-Darién que en la Amazonia) son (Klinge y Rodríguez, 1974):
 - a) Áreas geológicamente diversas.
 - b) Áreas geomorfológicamente muy variadas ubicadas a cortas distancias unas de otras (medio geomorfológico espacialmente heterogéneo).
 - c) Gran cantidad y frecuencia de ecotonos, deslindes o interfases en medio físico.



Nota a los lectores de los trabajos de Jorge Morello:

"Los grandes Ecosistemas de Sudamérica"

y

"Reflexiones sobre las relaciones funcionales de los
grandes ecosistemas sudamericanos"

3/9/1985

Se nos olvidó incluir las dos tablas adjuntas. La Tabla 1 debería insertarse entre las pp. 23 y 24 del primer trabajo "Grandes Ecosistemas". A ella también se hace referencia en la p. 6 del segundo trabajo "Reflexiones".

En cuanto a la Tabla 2, ésta corresponde agregarla como anexo al trabajo "Grandes Ecosistemas", ya que contiene, en forma tabular, los datos esenciales de 23 de los 24 ecosistemas descriptos en el texto.

Atentamente

Luis A. Sancholuz

Grupo de Análisis de Sistemas Ecológicos
(asociado a Fundación Bañiloche)

TABLA 1: GRANDES ECOSISTEMAS DE DISTRIBUCION DISYUNTA

(Similaridad estructural conocida; Similaridad funcional con pocos estudios)

Tipo \ Continente	S U D A M E R I C A			CENTRO Y NORTEAMERICA		
Selva pluvial tropical siempre húmeda de llanura	Amazónica	Pacífico Darién Colombia Ecuador		Darién, Panamá		
Selva pluvial tropical siempre húmeda de montaña	Andino basal oriental	Atlántico serra no Brasil		Atlántica A. Cen tral - México	Pacífica A.Cen tral y México	
Selva pluvial tropical estacional	Preamazónica	Alisio o "vera- nera"		Selva de Yucatán Guatemala-México		
Sabana tropical anegadiza	Gran Pantanal	Llanos de Mamo- ré	Llanos bajos co lomb Venez.			
Sabana tropical poco o no anegadiza	Cerrado Brasil Paraguay	Llanos altos colomb.-venez.	Sabana de tepuis o planaltos de Guayana	Sabana del Peten Belice, Guatemala	Sabana de Yucatán y México	
Bosque semiárido tropical-subtropical	Caatinga	Caribe colomb.- venezolano	Chaco	Bosque espinoso Centroamérica	Bosque espinoso atlant. México	Bosque espin. Sinaloa México
Desierto tropical-subtropical	Peruano-chileno			Bajo California México		
Matorral mediterráneo	Espinar Chile central	Sierras pampeanas argentinas		Chaparral México - U.S.A.		
Sabana siempre húmeda de alta montaña	Peruano-colombiano-venez.			Páramo de América Central		
Bosques templados, húmedos	Bosques mixtos andino-patagón.			Bosque pacífico húmedo U.S.A.		
Semidesierto subtropical	Monte argentino			Sonoran desert U.S.A.		
Semidesierto templado-frío	Patagonia			Great basin U.S.A.		
Pastizal siempre húmedo-estacional	Pampa argentina			Great plains U.S.A.		
Grandes deltas tropicales y manglares	Pacífico	Caribe	Atlántico	Caribe Centro- américa-México	Pacífico Centro- américa-México	

T A B L A 2 - PROPIEDADES ECOSISTEMICAS Y TECNOLOGICAS

Gran ecosistema	Cambios secuenciales gradientes	Factores de control de la evolución de los ecosistemas	Problemas de manejo	Factores que controlan los gradientes	Consecuencias de la actividad humana	Ecosistema más fértil	Pulsos físicos	Tecnología de manejo dominante	Tecnología apropiada en uso
1 Amazónico-Pacífico-Darién	rfo-varzea-igapota firme	baja fertilidad de los suelos	explosión de plagas y malezas	anegabilidad	lixiviado de los suelos, lateralización	varzea	Inundaciones	desmonte mecánico y químico	agricultura itinerante agricultura multiestrato
2 Preamazónico y Allisio	"	"	"	"	"	"	"	"y sobre fertilización"	"
3 Grandes deltas tropicales	rfo-pajonal-selva laguna salina-manglar-selva	salinidad/alcalinidad-Inundaciones-mareas	cambios químicos en el suelo y el agua	salinidad y anegabilidad	toxicidad de suelos y compactación	selva, manglar	Inundaciones mareas	polderización, abatimiento de la freática	camellones o chinampas
4 Gran Pantanal y Llanos de Mamoré	prado-pajonal-selva	Inundaciones Incendios	explosión de malezas y plagas	anegabilidad	compactación de suelos	selva	" e incendios	"	"
5 Atlántico serrano y Andino basal	ninguno	pendiente, relieve	erosión, explosión de plagas y malezas	pendiente	erosión	selva	ninguno	tumba-roza-quema a mano	agricultura itinerante agricultura multiestrato
6 Cerrado y Llanos colombianos-venezolanos	estero-sabana inundable-sabana no inundable-selva	Inundaciones e incendios	fertilidad del suelo-toxicidad de Al	roca madre, posición de la freática	"	varzea	Incendios e inundaciones	fertilización química	minipoldes y camellones
7 Sabana de los "tepuls" o planaltos de Guayana	sabana-selva	Incendios	no están manejados	Incendios	no hay	selva	Incendios	no hay	cacería con fuego
8 Castings y Caribe	varzea-Mata	anegamiento	arbusitización	roca madre-posición de la freática	erosión	selva	sequías extremas	irrigación	árboles y arbustos
9 Gran Chaco	estero-pajonal-bosque	salinidad-anegamiento	compactación-erosión y sedimentación	edáficos, anegabilidad y salinidad	compactación y erosión	bosque y estero	Inundaciones, sequías, incendios	desmonte mecánico	" recarga de acuíferos zooncladeros
10 Desierto y predesierto peruano	desierto-arbustal de neblina, desierto-arbustal freático-bosque freático	sequía, presencia de la freática	salinización secundaria	neblina o camachaca freática	salinización secundaria y erosión	bosque de freatófitas	Inundaciones	irrigación con sobre uso de agroquímicos	riego con atraparocios
11 Andino fresco	no hay	no hay	erosión	pendiente y relieve	erosión	selva	no hay	desmonte mecánico	agricultura itinerante
12 Puna	bofedal u oconal, pastizal arbustal bosque	exposición, pendiente incendio, sequía extraordinaria	erosión, medanización, salinización	pendiente, exposición freática, salinidad y movimiento de las arenas	erosión, medanización, salinización	pajonal y bofedal	sequías extraordinarias e incendios	agricultura tradicional. Rodeos de camélidos	agricultura tradicional cría de camélidos

13 Páramo	pastizal-arbustal bosques	pendiente, freática	erosión	pendiente, freática, incendios	erosión	pastizal	no hay	tradicional	¿?
14 Austrobrasileño	campo-selva	incendio	erosión	pendiente	erosión	selva	incendio	desmonte mecánico sobrefertilización	agricultura itinerante
15 Pampas	pajonal-pastizal anegadizo, pastizal de tierra firme-bosque	incendio, anegamiento, erosión, salinización, alcalinización, lluvia de ceniza	salinización, compactación, alcalinización, erosión erógena	vecindad de la freática y de la tosca	erosión	pastizal	incendio inundación lluvia de ceniza	agricultura moderna, abuso de agroquímicos	labranza cero, manejo de microcuencas
16 Espinar de Chile Central	metorral-sabana-bosque	incendios	erosión	pendiente, profundidad del suelo	salinización secundaria	bosque	incendio	desmonte, riego	riego con atraparocio, enriquecimiento forrajero del arbustal
17 Selva valdiviana	turbera-bosque selva	freática, pendiente, cubierta de nieve	erosión en cárcava	pendiente	erosión deforestación	selva	incendio, tectonismo	tumba-roza-quema	pastoreo rotativo
18 Bosques mixtos	turbera-pastizal-bosque	tectonismo, vulcanismo, incendios, avalanchas de nieve, cubierta de nieve	erosión, enfermedades forestales	pendiente, exposición, posición de la freática	erosión deforestación	bosque	incendio, avalanchas, lluvias de cenizas, temblores	desmonte selectivo negativo, ganadería extensiva	tala selectiva positiva (1) manejo intensivo de mallines
19 Deltas y lagunas costeras subtropicales y templados	estero-juncal-pajonal-pastizal-bosque	incendios, inundaciones	compactación, incineración de suelo	anegabilidad, inflamabilidad	enmalezamiento compactación deforestación	bosque	incendio inundación	desmonte, polderización	camellones o chinampas.
20 Patagonia extrandina	mallín-estepa arbustiva-estepa graminosa	viento, presencia de freática	erosión,ólica salinización secundaria	pendiente, viento	salinización secundaria, medanización	mallines	no hay	riego tradicional	pastoreo intensivo en mallines cirtubas por sas rompevientos
21 Altoandino	turbera-arbustal-pastizal	freática, profundidad del suelo	congelamiento del suelo	pendiente, freática	erosión	pastizal y mallín cordillerano	incendio	ganadería extensiva	camélidos sudamericanos agrí. en invernáculo
22 Monte	arbustal-bosque de freáticas	freática, salinidad, movimiento y profundidad	salinización secundaria	pendiente, freática, viento	salinización	bosque	no hay	riego en manto	riego incaico aterrazado, enriquecimiento forrajero del arbustal
23 Fluvio lacustre tropical	la tradicional en ambiente lentico pero con arbustal bosque flotante y 2 tipos forestales arraigados anegadizos	niveles de agua fluctuantes eutroficación natural	enmalezamiento de arrozales. Evolución a ambientes distróficos acelerada	nivel del "pelo de agua"	corpos de agua distróficos	bosque anegadizo	inundaciones	creación mecanizada de microrelieve	camellones o chinampas

(1) Tala selectiva negativa, es selección de los árboles más vigorosos y mejores semilleros para abatimiento. La inversa es tala selectiva positiva