

LA PLUVISILVA, O BOSQUE PLANIPERENNIFOLIO TROPICAL

Alfonso San Miguel Ayanz

Dep. Sistemas y Recursos Naturales.- E.T.S. Ing. Montes F y MN.- Univ. Politécnica de Madrid

alfonso.sanmiguel@upm.es - <http://www2.montes.upm.es/dptos/dsrn/SanMiguel/index.htm>



CONCEPTO

- Todos los árboles perennifolios
- Rain forest, wet forest, moist forest
- Se incluyen los semiperennifolios ($< 1/3$ cubierta externa caducifolia)

- Complejidad extrema
 - Estructural
 - Formas de vida
 - Especies

- Tipos:
 - De tierras bajas
 - Montanos
 - Nublados o nubosos
 - Riparios (de igapó)
 - De varzea



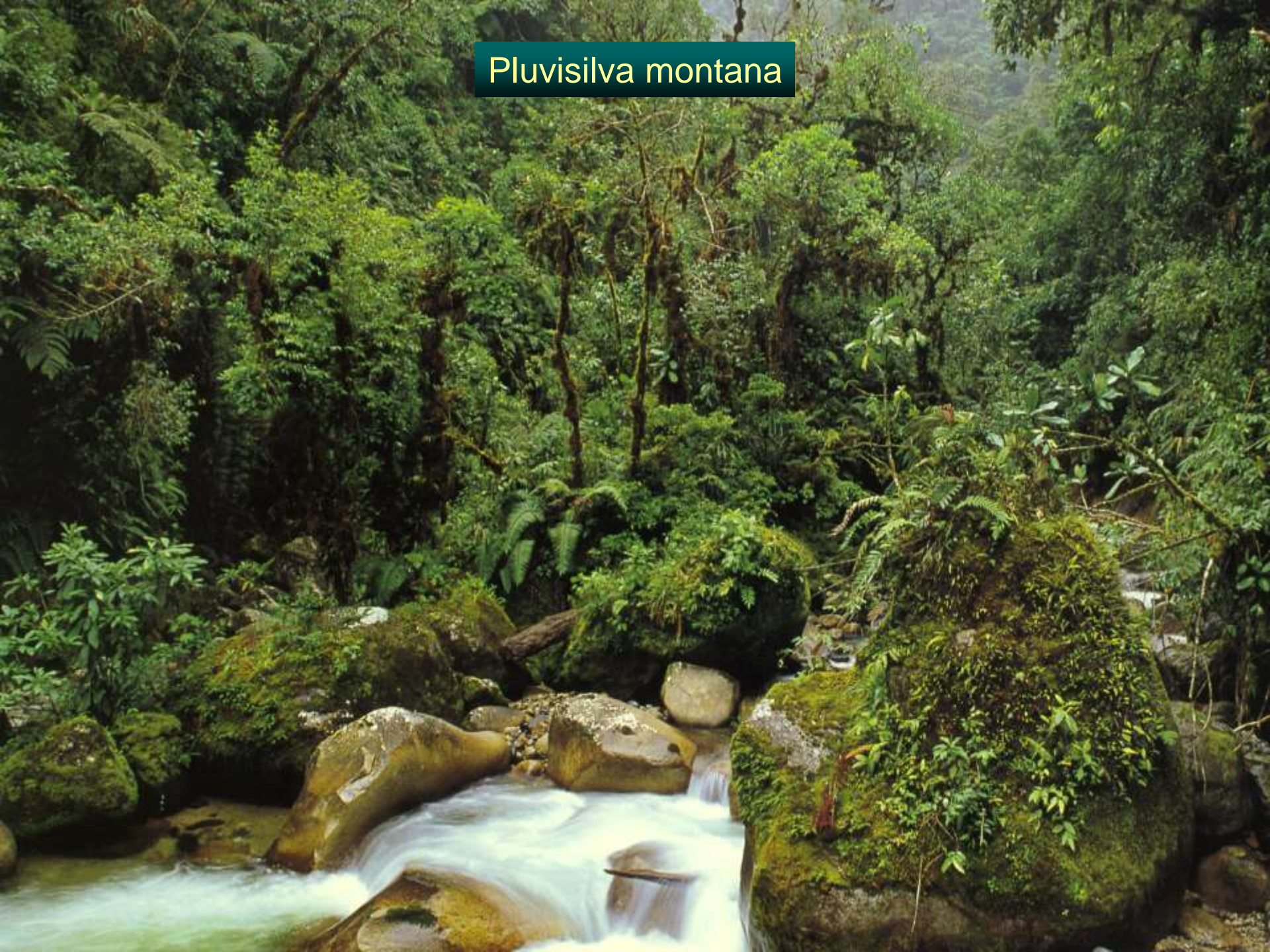


**PLUVISILVAS
DE TIERRAS BAJAS,
RIPARIAS (IGAPÓ),
DE VARZEA**

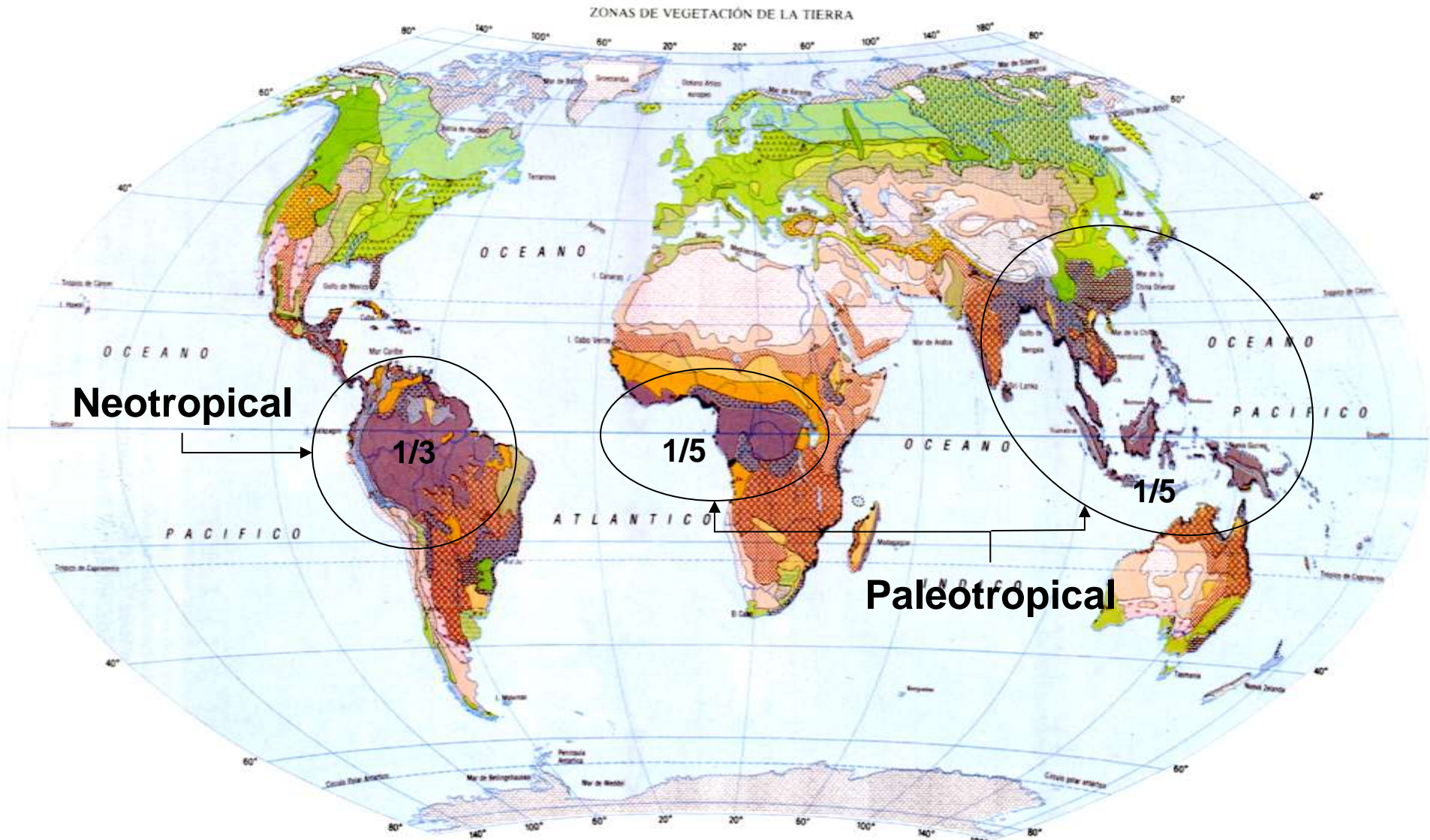
EL BOSQUE NUBOSO,
O NUBLADO
(CLOUD FOREST)



Pluvisilva montana



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA



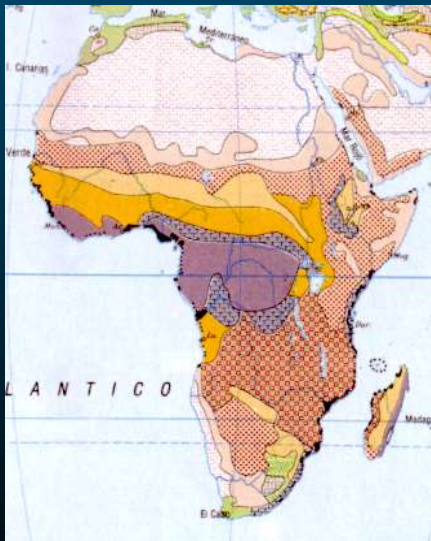
AMÉRICA

- **Muy extensas**
- **Alta biomasa total**
- **Muy baja biomasa comercial**
- **Muchos bosques primarios**
- **Pocos bosques manejados**
- **Altas tasas de deforestación**
- **Tribus indígenas**



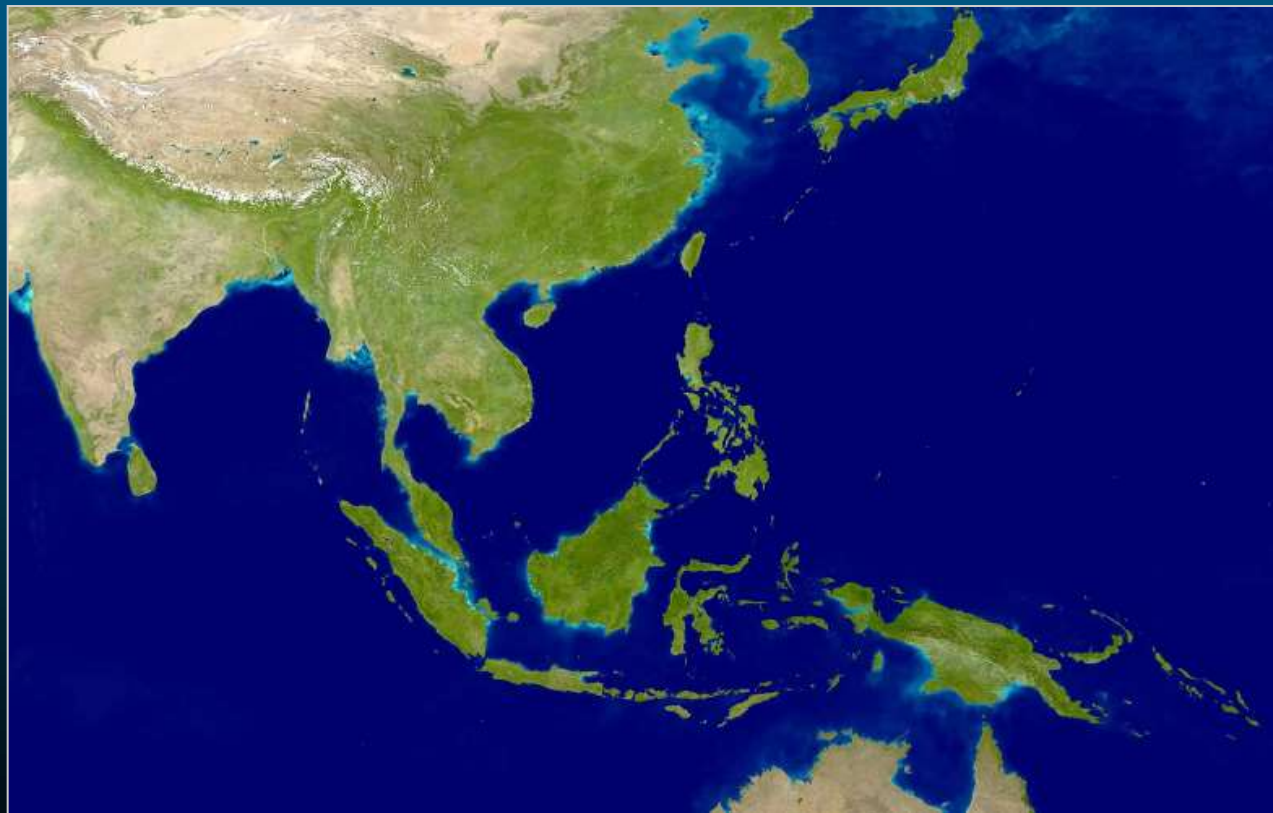
AFRICA

- No muy extensas
- Biomasa total media
- Biomasa comercial media
- Bosques primarios \pm abundantes
- Bosques no muy manejados
- Tasas de deforestación medias
- Fuerte influencia de Francia



SURESTE ASIÁTICO

- Masas extensas
- Biomasa total muy alta
- Biomasa comercial alta
- Bosques primarios escasos
- Bosques bastante manejados
- Aprovechamiento intenso

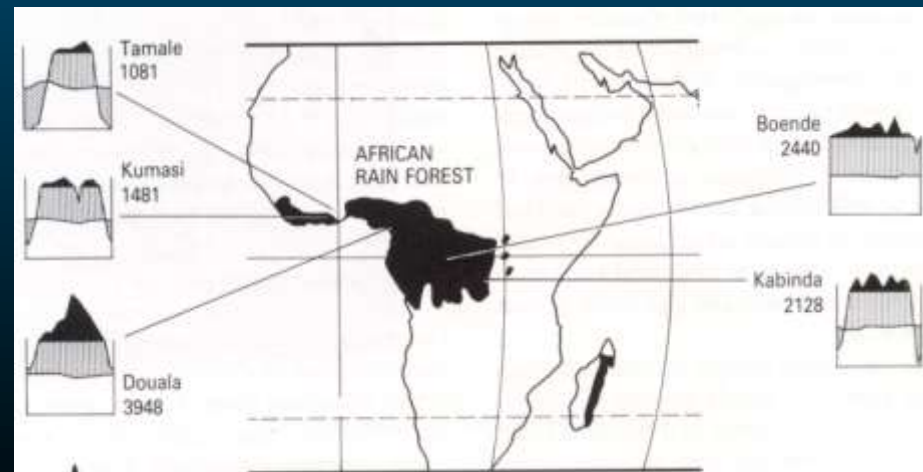
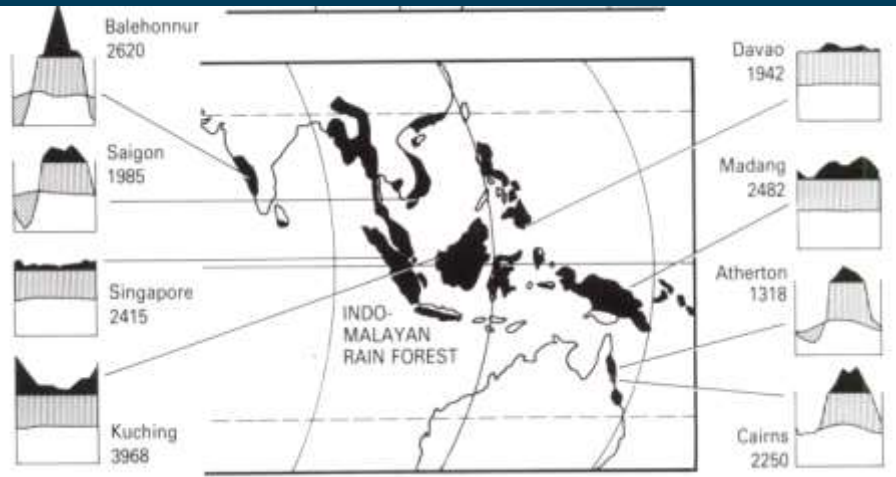
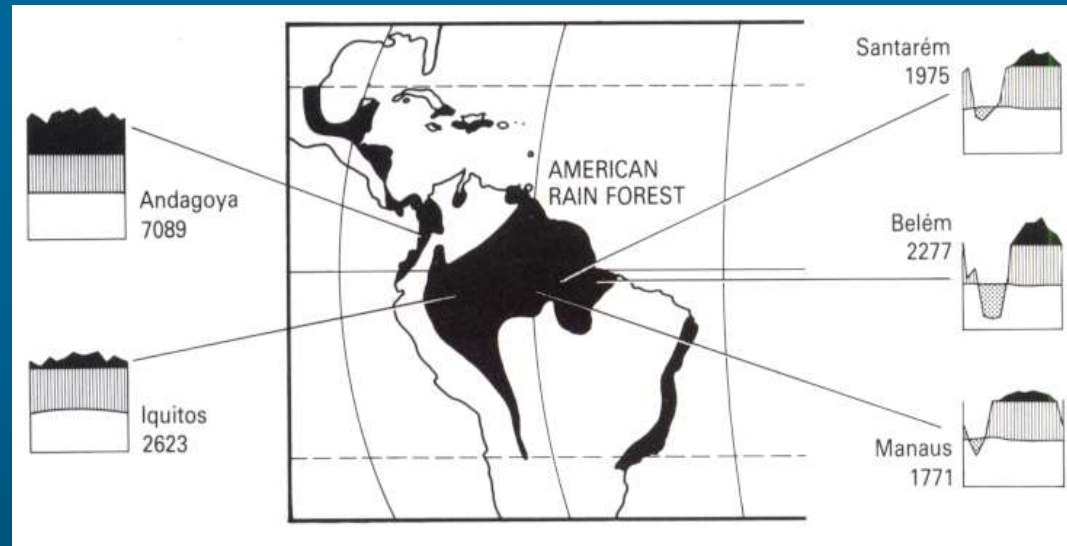


MACROCLIMA

- Ecuatorial y (tropical)
- Temperaturas altas (no mucho)
- Poca variación estacional
- Sin sequía o casi
- Precipitaciones \pm convectivas
- Fotoperiodo \pm constante

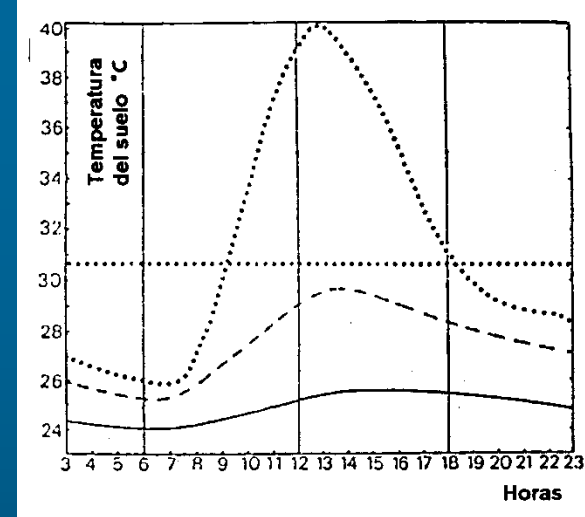


NO HAY FACTORES DE ESTRÉS

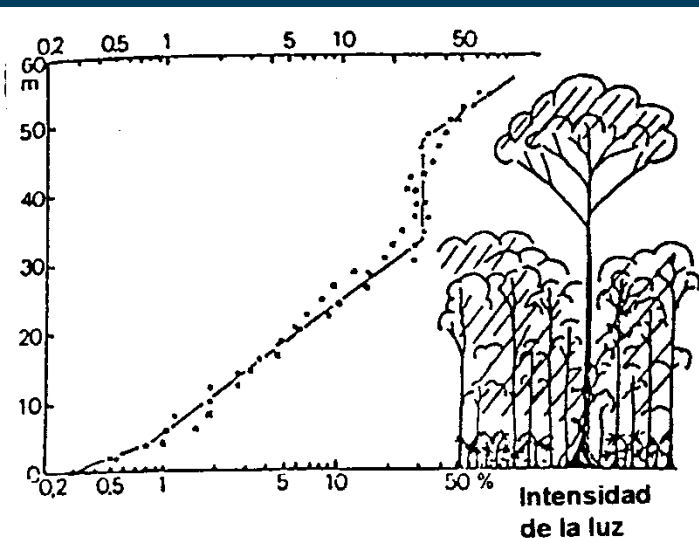
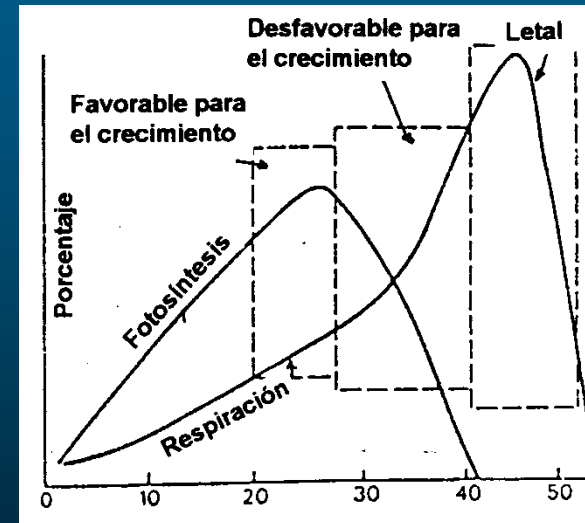


MICROCLIMA

- Dentro del bosque la temperatura no varía; en los claros, si



- Pequeñas diferencias de temperatura pueden alterar el balance fotosíntesis/respiración: **POLIMORFISMO FOLIAR**



- La luminosidad disminuye bruscamente desde la cubierta hasta el suelo, donde es casi nula. **LA LUZ ES UN FACTOR LIMITANTE ESENCIAL => LUCHA POR LLEGAR A LA CUBIERTA SUPERIOR**

MICROCLIMA

- Dentro del bosque la humedad es siempre muy alta
- Las precipitaciones aportan nutrientes
- El lavado de nutrientes de hojas y tallos (transcolación y escurrimiento) permite la existencia de numerosos epífitos
- Los vientos suelen ser suaves, pero tienen un importante efecto desecante. Bajo las copas no hay viento
- Los huracanes, ciclones o tifones son esenciales en la dinámica sucesional

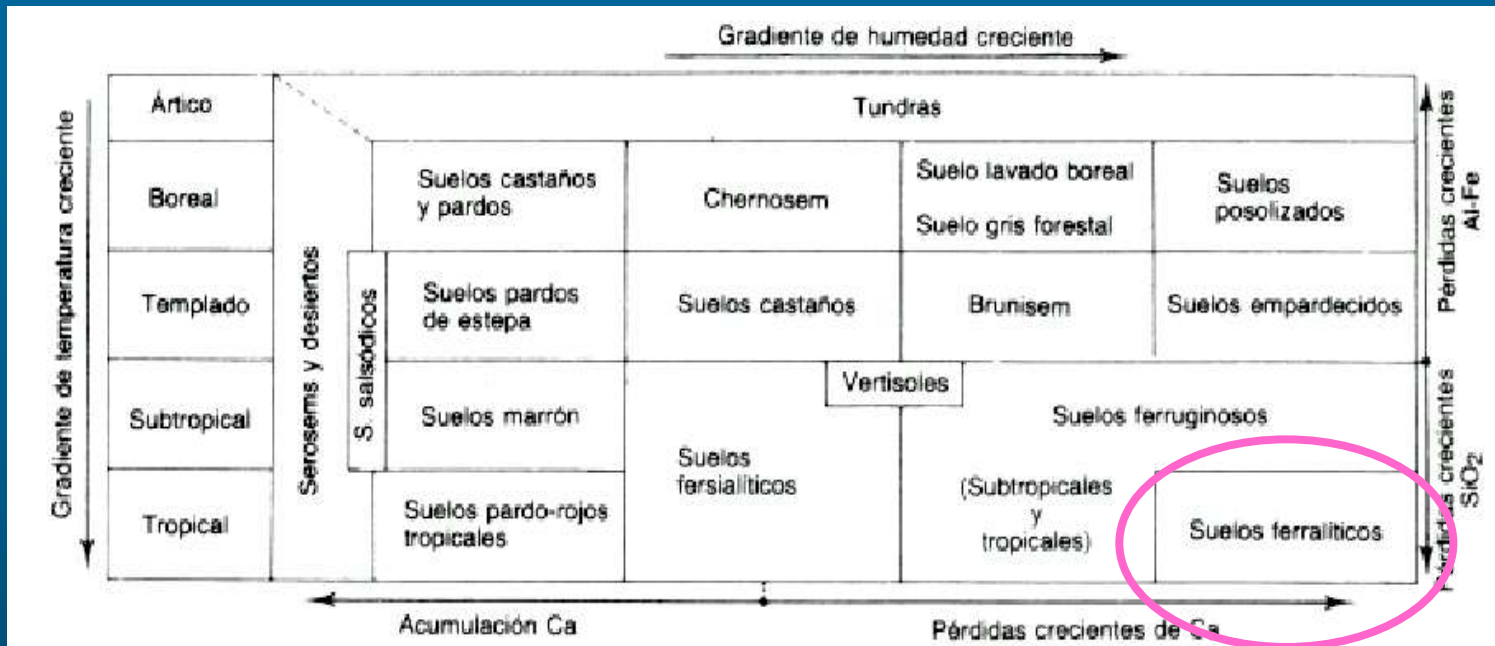


SUELOS DE PLUVISILVAS

- **DIVERSIDAD, pero predominio de características comunes debidas al clima:**
 - **Barrujo escaso: descomposición muy acelerada por macro y microfauna**
 - **Alteración geoquímica => ARCILLAS y liberación de Si, Al, Fe**
 - **Horizontes argílicos**
 - **Importantísima función estructural de la M.O.O. , las raíces y la fauna edáfica**
 - **Color rojizo-amarillento: óxidos de Fe y Al**
 - **Fuerte lavado: descarbonatación,
descalcificación,
lixiviación**
 - **pH generalmente ácido**
 - **Escasa fertilidad**

Meso- y microorganismos edáficos en sistemas tropicales





**SUELOS DE
PLUVISILVAS (II)**

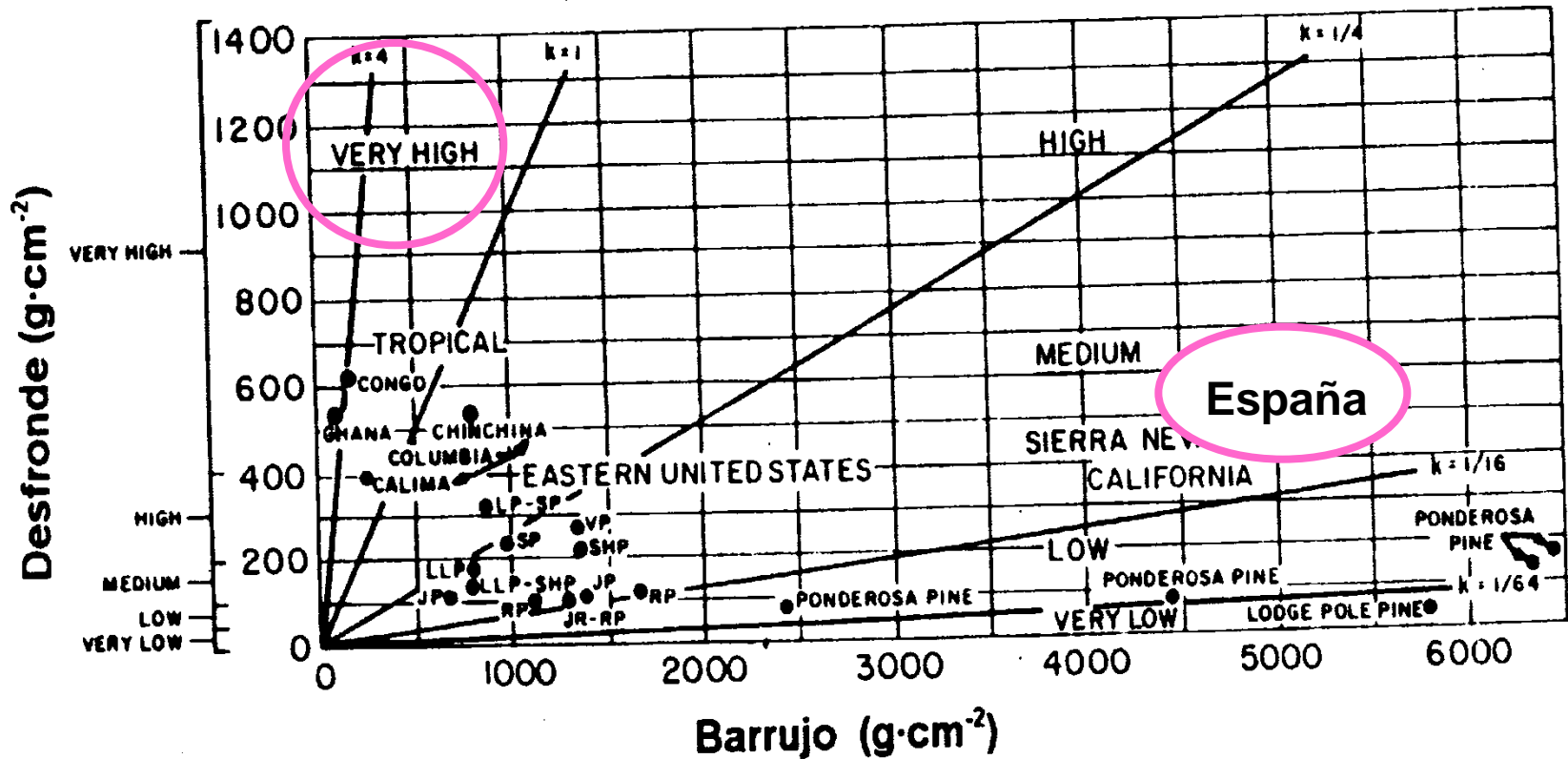


SUELOS DE PLUVISILVAS (III)

Altísima velocidad de humificación de la materia orgánica

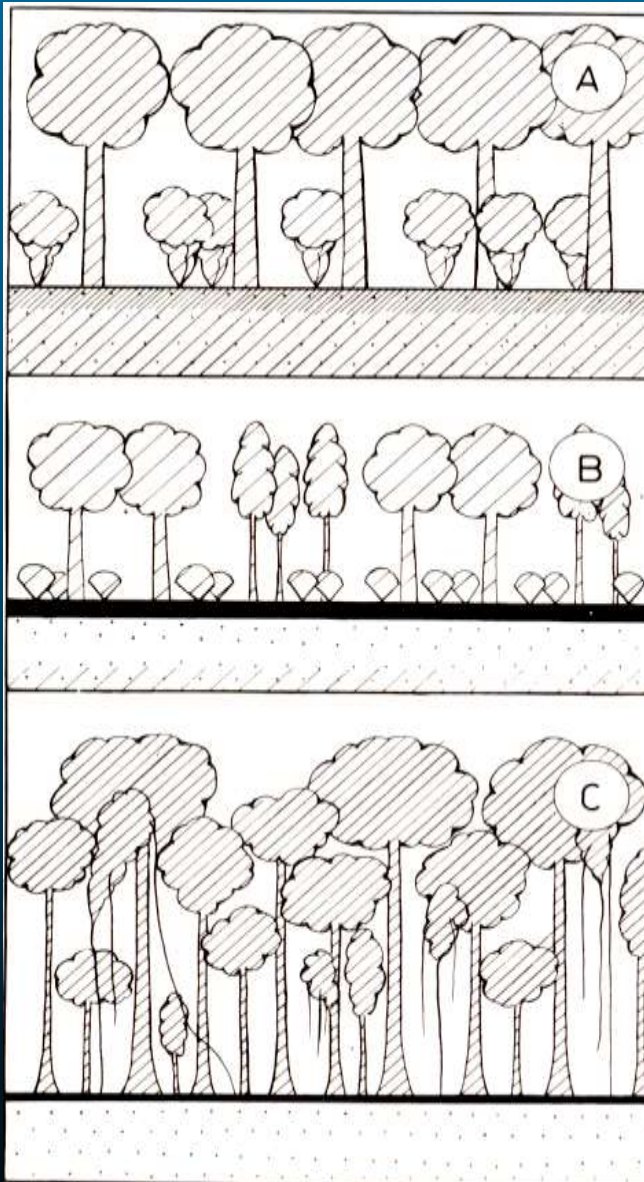
Relación Desfronde / Barrujo máxima

Escasa profundidad de raíces: ~ 60 cm





BIOMASA Y PRODUCCIÓN



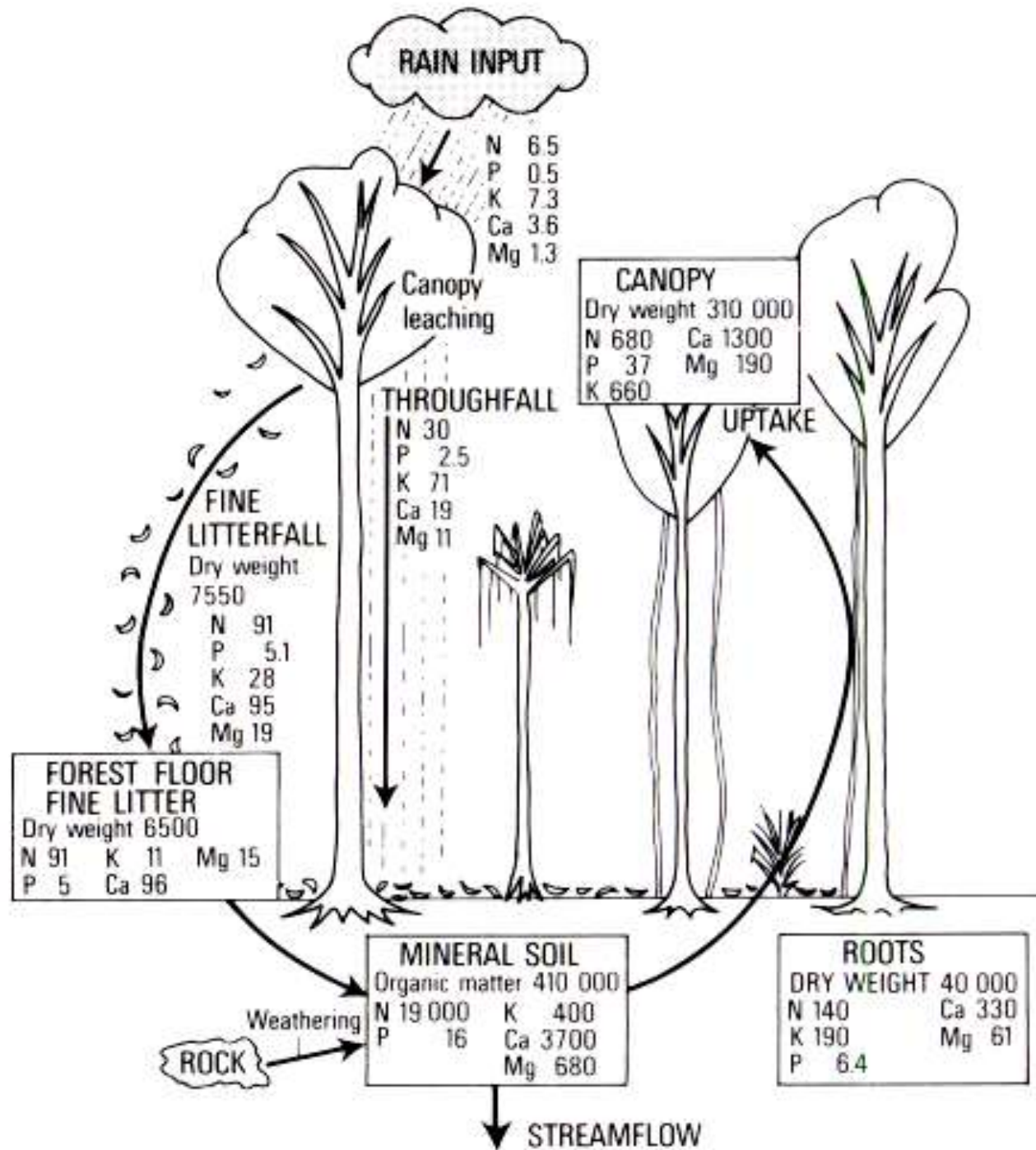
- Biomasa viva y necromasa máximas
- Índice de área foliar (LAI) máximo: 12-15 (Esp: 4)
- PPB altísima: 120 t/ha-a
- Respiración altísima
- PPN alta, pero similar a bosques templados (depende del estado sucesional)
- Desfronde máximo. Barrujo escaso. $K = 4$
- Ciclos de nutrientes muy acelerados
- Almacenamiento de nutrientes en biomasa
- Raíces poco profundas
- Biomasa hipógea/epígea pequeña (0,03-0,1)
- Producción de madera muy baja en bosques primarios
- Producción de madera puede ser alta en plantaciones y bosques secundarios o “domesticados”

BIOMASA Y PRODUCCIÓN (II)

	Max	Max	Max	Max	Max	Min
	<i>Biomasa total</i> t/ha	<i>Biomasa hojas</i> t/ha	<i>Broza de hojas caídas (LF)</i> t/ha	<i>LNF (raíces y madera muertas)</i> t/ha	<i>PN₂</i> t/ha	<i>Materia orgánica muerta sobre el suelo</i> t/ha
Tundras árticas	5	1,5	0,26	0,74	1,0	3,5
Tundras arbustivas	28	3,2	0,90	1,5	2,5	83,5
Bosques de <i>Picea</i> de la taiga boreal	100	8	1,8	1,7	4,5	30
Bosques de <i>Picea</i> de la taiga central	260	16,0	3,0	2,0	7,0	45
Bosques de <i>Picea</i> de la taiga austral	330	18,5	3,4	2,1	8,5	35
Bosques de <i>Pinus</i> de la taiga austral	280	10,0	4,7	2,5	6,1	44,8
Bosques de robles (Dubrava)	400	4,0	4,0	2,5	9,0	15,0
Pradera-estepa	25	8,0	8,0	5,7	13,7	12,0
Estepa media	25	4,5	4,5	6,7	11,2	6,2
Estepa árida	10	1,5	1,5	2,7	4,2	1,5
Semidesierto de <i>Artemisia</i>	4,3	0,1	0,1	1,0	1,2	—
Semidesierto salado	1,6	0,2	0,2	0,4	0,6	—
Sabana herbosa (India)	26,8	2,9	2,9	4,4	7,3	—
Bosque ecuatorial caducifolio	410	12,0	14	7,0	24,5	10
Bosque ecuatorial perennifolio	500	40,0	16,5	8,5	32,5	2,0

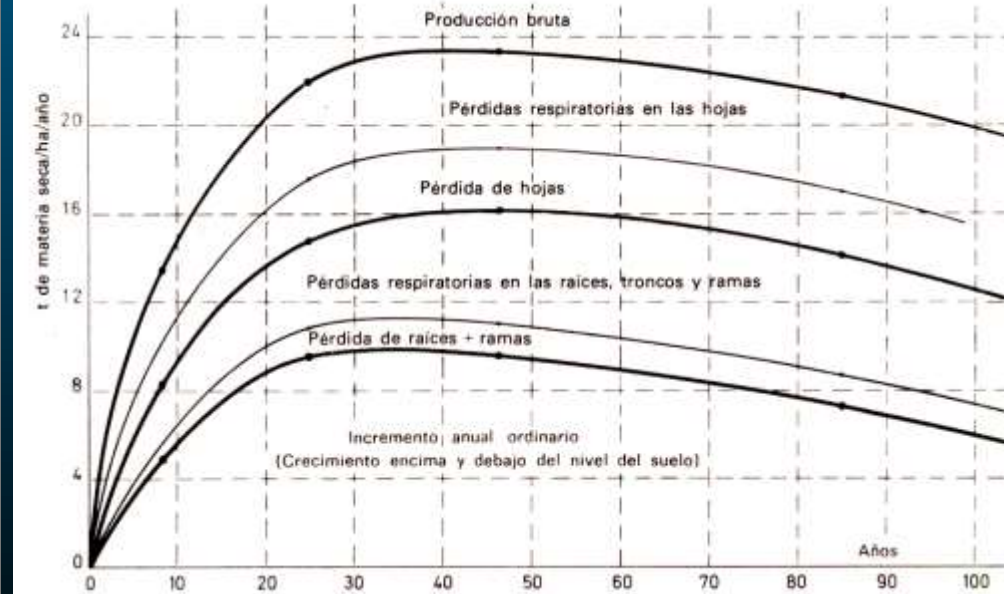
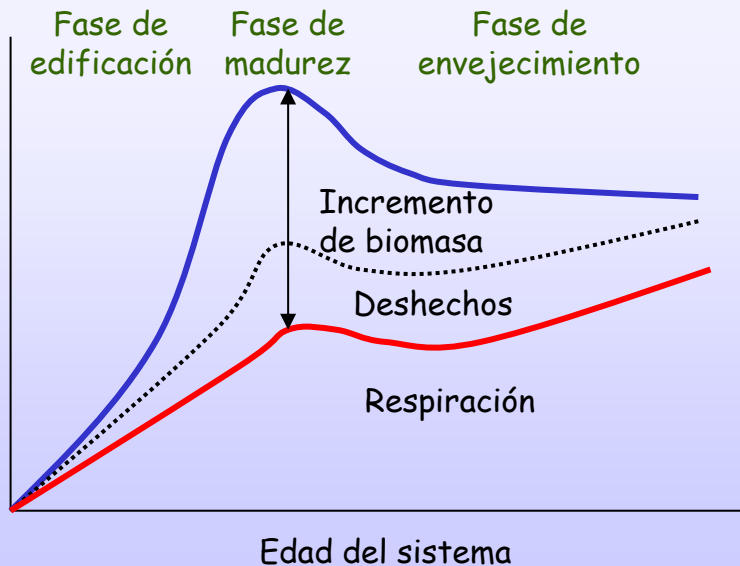
BIOMASA Y PRODUCCIÓN (III)

CICLOS BIOGEOQUÍMICOS



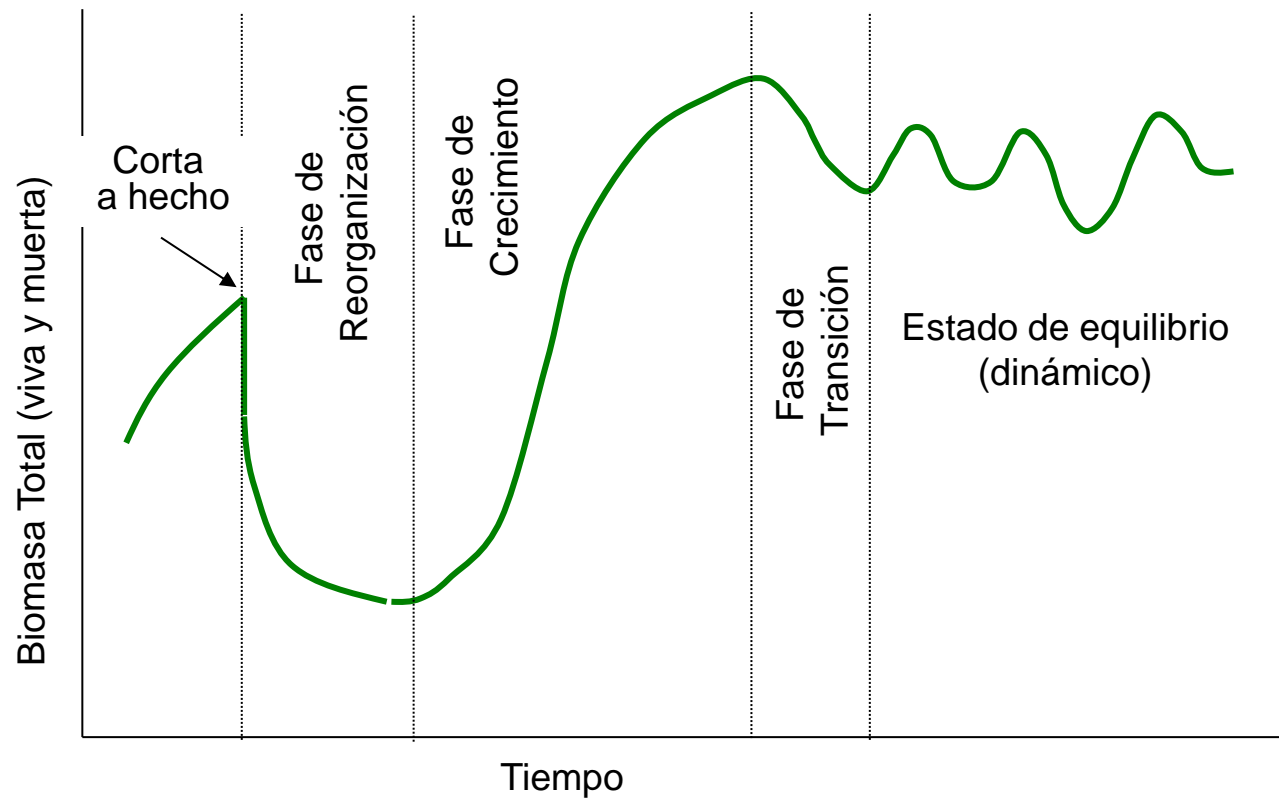
BIOMASA Y PRODUCCIÓN (IV)

La producción primaria neta varía con la edad; puede ser muy alta en sistemas jóvenes, pero tiende a anularse al aumentar la edad. Por eso, en los bosques primarios es bajísima, pero en los secundarios y las plantaciones puede ser muy alta: 50 m³/ha-a o más.



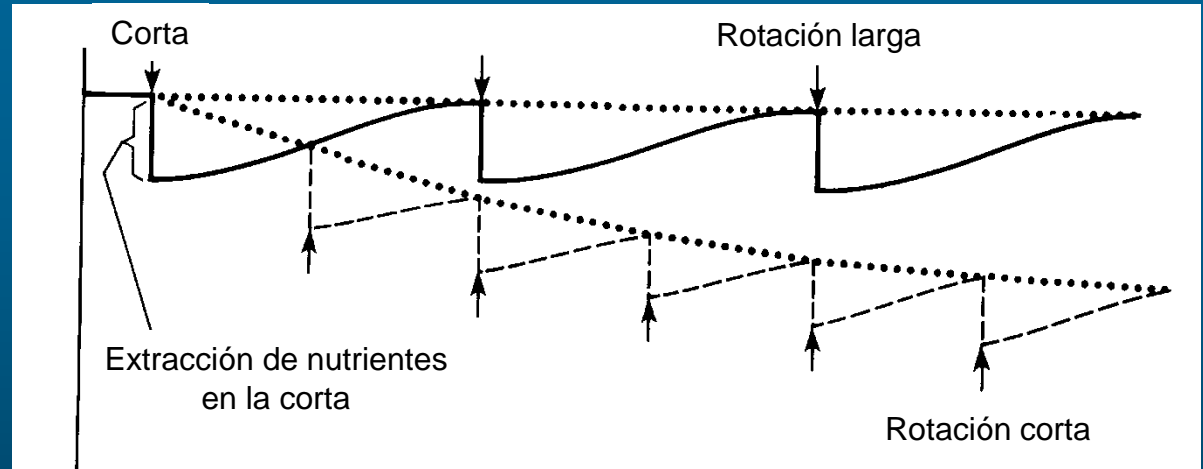
BIOMASA Y PRODUCCIÓN (V)

Evolución de la biomasa y mineralomasa con la edad del bosque
(Bormann & Likens, 1994. Hubbard Brook, New Hampshire, USA)

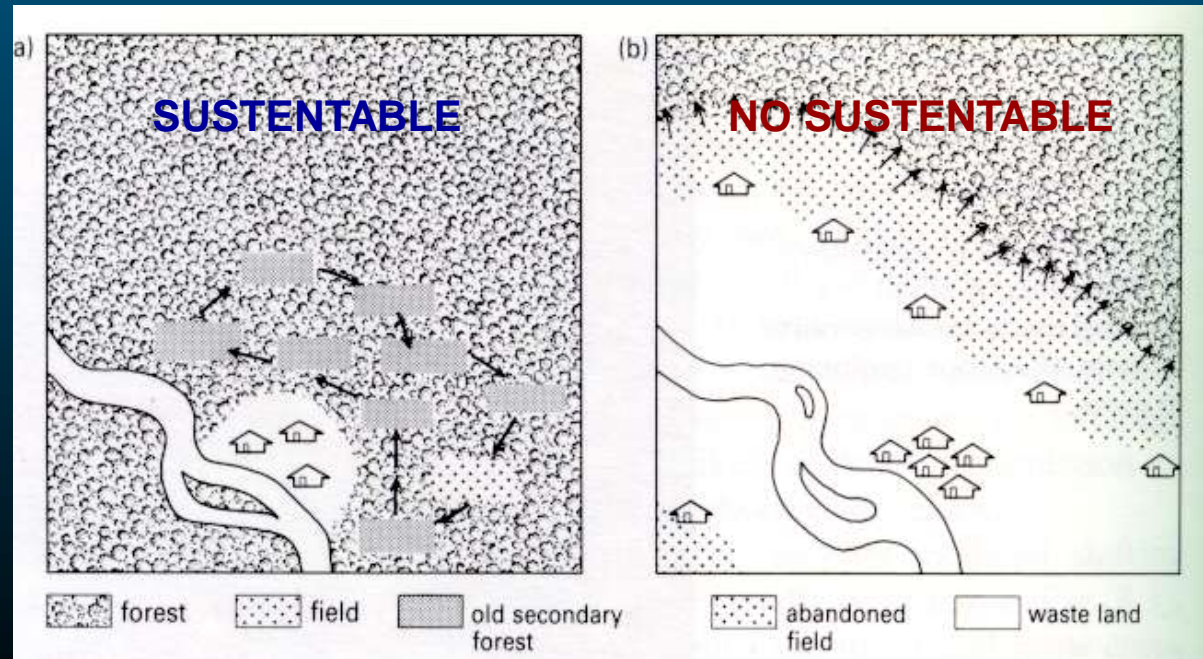


BIOMASA Y PRODUCCIÓN (VI)

Mineralomasa y turnos



Mineralomasa, turnos y tamaño de claros



DEFORESTACIÓN

PROCESO HABITUAL DE COLONIZACIÓN DE PLUVISILVAS



1973: 6%



1975: 14%



1976: 28%



1978: 37%



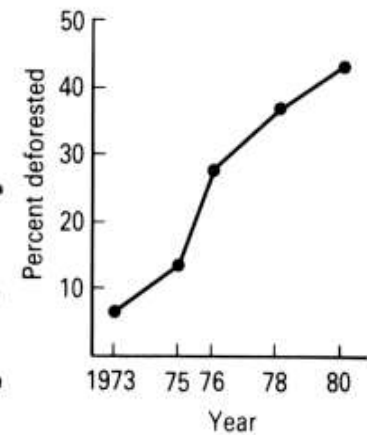
1980: 44%



1978: 37%



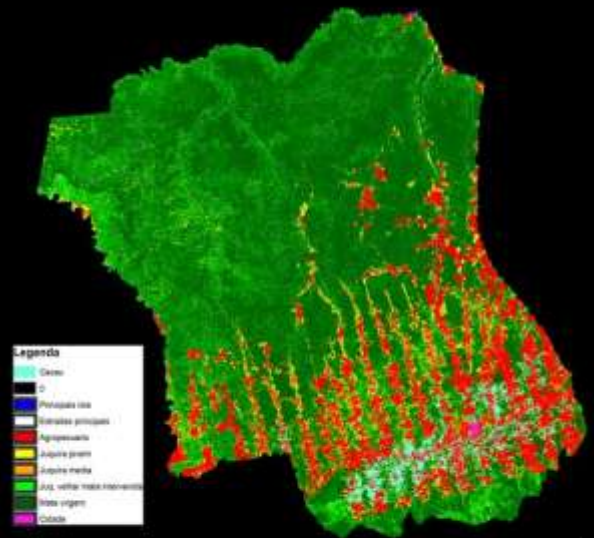
1980: 44%





MAPEAMENTO PRELIMINAR DO MUNICIPIO DE MEDICILÂNDIA (2006)

Amazonia. Godar. J. 2009



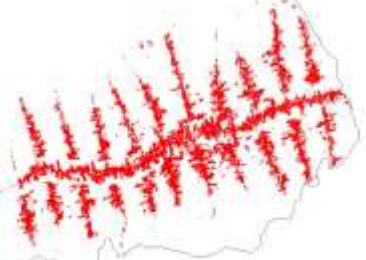
Legenda

- Área
- 0
- Proteção total
- Distritos principais
- Agricultura
- Área gram
- Área mata
- Área várzea mata nativa
- Mata origin
- Urban

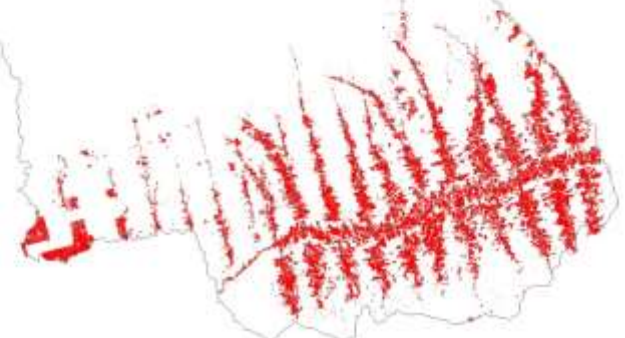
Rio: 3000 Ha (0,48%)	Reserva forest: 3,96 % - 32200 Ha	Urban: 0,05 % - 420,39 Ha
Proteção: 0,03% - 420 Ha	Área média: 3,40 % - 13487 Ha	
Agricultura: 25,43% - 39802 Ha	Área várzea/mata nativa: 13,45 % - 129679 Ha	
Cidade: 2,6% - 16201 Ha	Mata virgem: 42,56 % - 366608 Ha	

Medicilandia, Amazonia. Godar, J. 2009
Proyecto FORLIVE

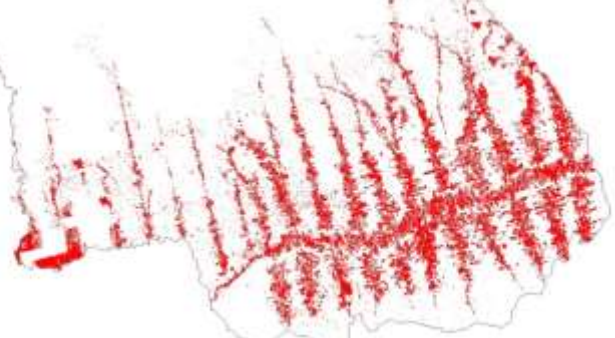
1979



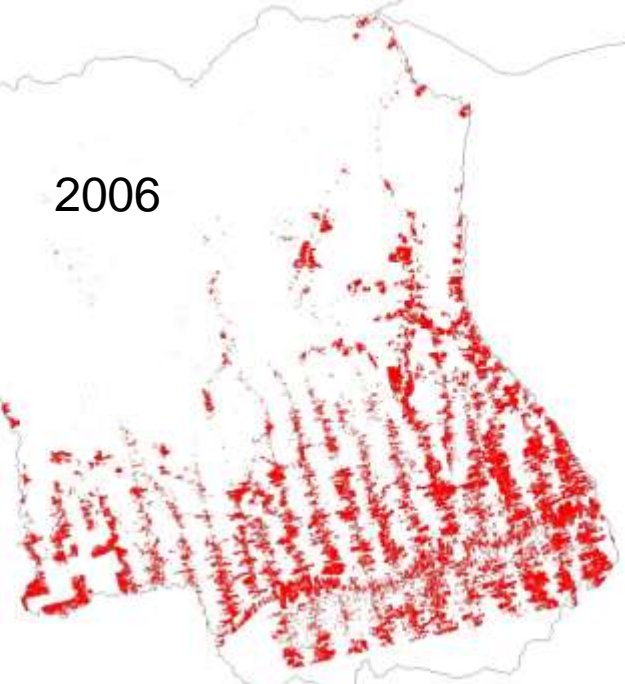
1987



1991



2006

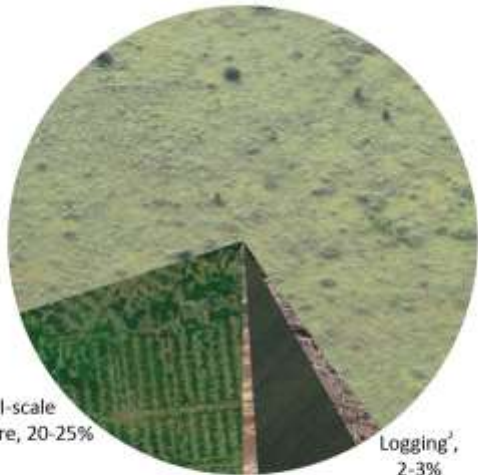


Brasil. Amazonía

Causes of Deforestation in the Brazilian Amazon, 2000-2005

source: mongabay.com

Cattle ranching, 65-70%



Small-scale agriculture, 20-25%

Logging², 2-3%

Other¹, 1-2%
Large-scale agriculture, 5-10%

Share of deforested land ultimately converted for extensive agriculture³



¹) Other includes fires, mining, urbanization, road construction, dams; ²) Logging generally results in degradation rather than deforestation, but is often followed by clearing for agriculture; ³) Data from Holly Gibbs 2009

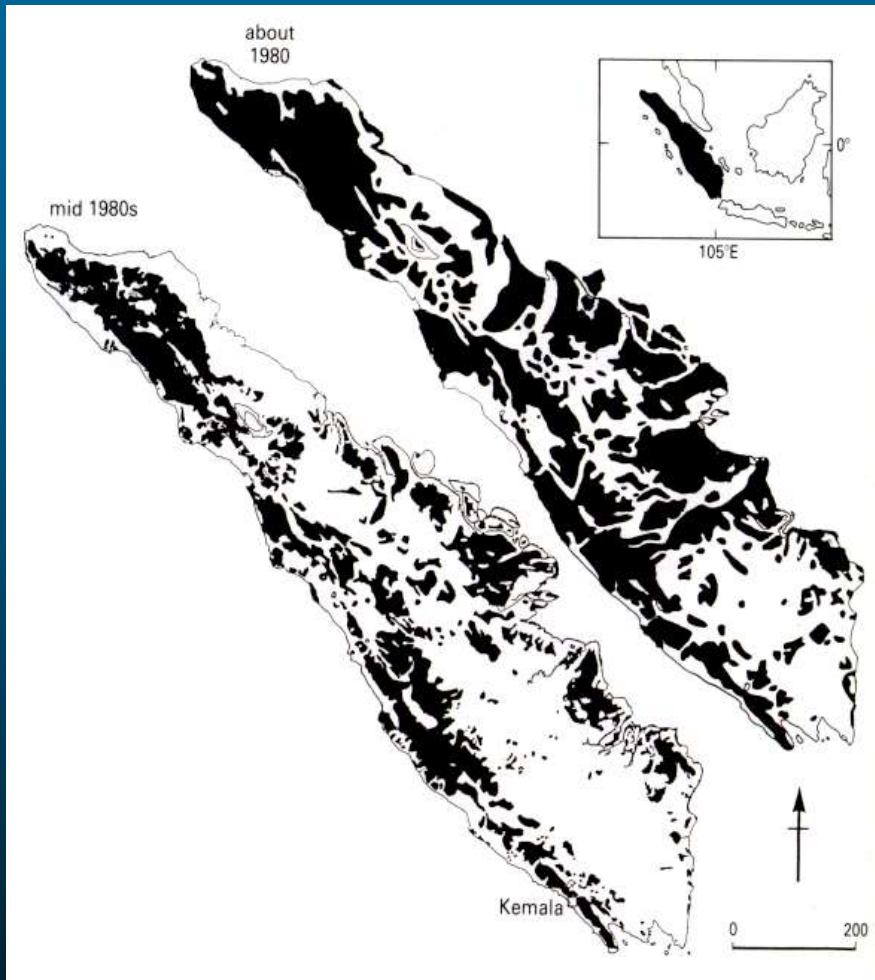
DEFORESTACIÓN

Filipinas

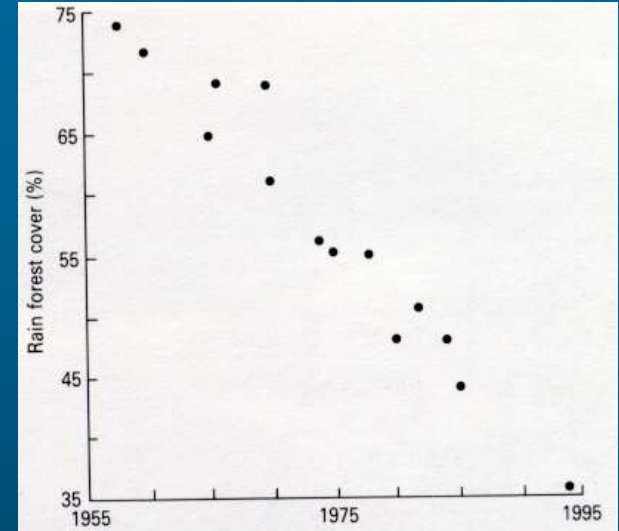


DEFORESTACIÓN

Malasia peninsular



Sumatra



PLANET ACTION
FOR THE PEOPLE AND PLANET

**Assessing Deforestation in Borneo:
Threat to Orangutans and Climate**

Ms. Leslie Bollick
Dr. Biruté Mary Galdikas
Dr. Nancy Briggs

Supported by: SPOT Planet Action, USAID, ESRI
Conservation Program, Center for Spatial Technologies
and Remote Sensing, University of California at Davis

Orangutan Foundation
International

COMPOSICIÓN, POR FORMAS DE VIDA, DE LAS PLUVISILVAS



- | | |
|---|--------------------------------|
| 1, 2 y 3.- Epífitas: 100 spp. | 9.- Helechos: 22 spp. |
| 4.- Palmeras: 2 spp | 10.- Caulifloría |
| 5.- Palmeras trepadoras | 11.- Hierbas gigantes: 10 spp. |
| 6.- Árboles: 78 spp | 12.- Estranguladores: 3 spp. |
| 7.- Lianas: 20 spp | 13.- Arbol emergente |
| 8.- Hierbas altas: 8 spp. | 14.- Hierbas bajas: 39 spp |
| Muérdagos: 1 spp, Reptadoras, Arbolillos, Arbustos, Parásitas,... | |

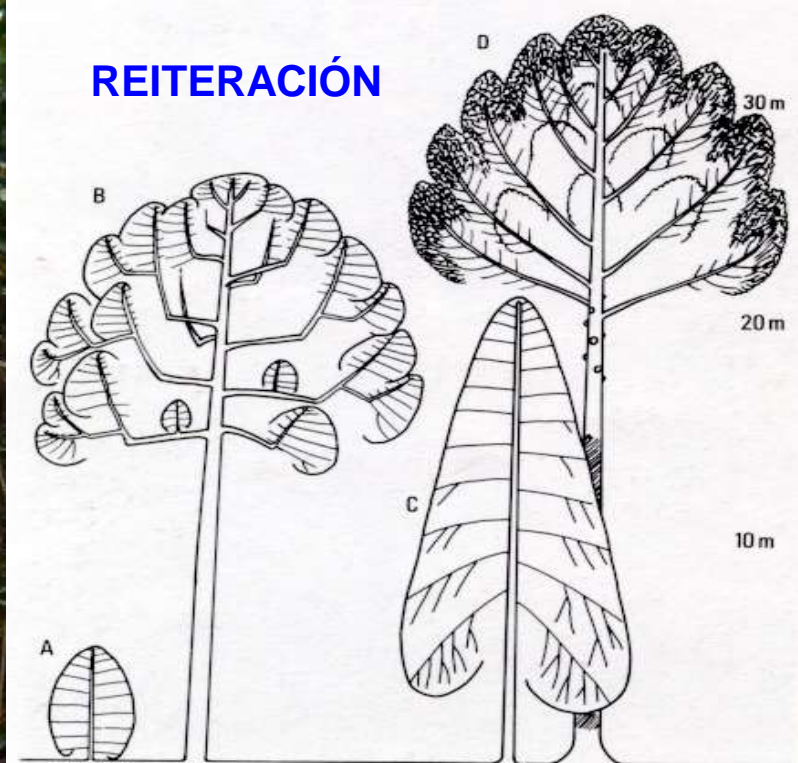
- Altísima espesura y diversidad
- Predominio de leñosas
- Leñosas en muchas familias botánicas
- Lucha por la luz: la vida se concentra en las copas
- Estrategias búsqueda de luz: troncos, lianas, trepadoras, epífitas,...
- Ausencia de ritmos generales
- Muchas especies arbóreas
- Escasa profundidad de raíces
- Raíces fúlcreas, tabulares, columnares.
- Distancia individuos de una especie
- Entrelazamiento por lianas
- Identificación por corteza



Representación de especies en Cibodas (Java)



Pluriestratificación
Emergentes. Dominantes. Dominados



Raíces fúlcreas - Contrafuertes



Grandes copas emergentes

Gotos en hojas



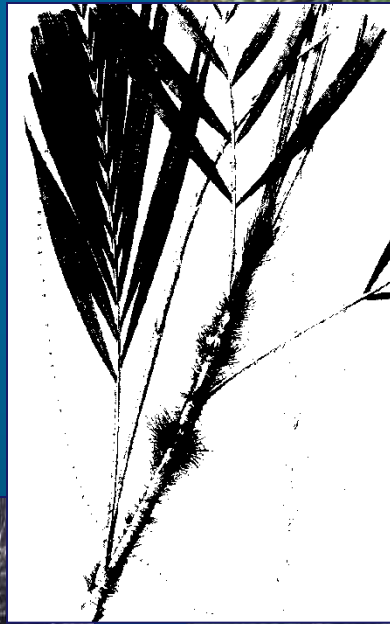


LIANAS

RATTAN (*Calamus*)

Palmeras trepadoras

Múltiples utilidades





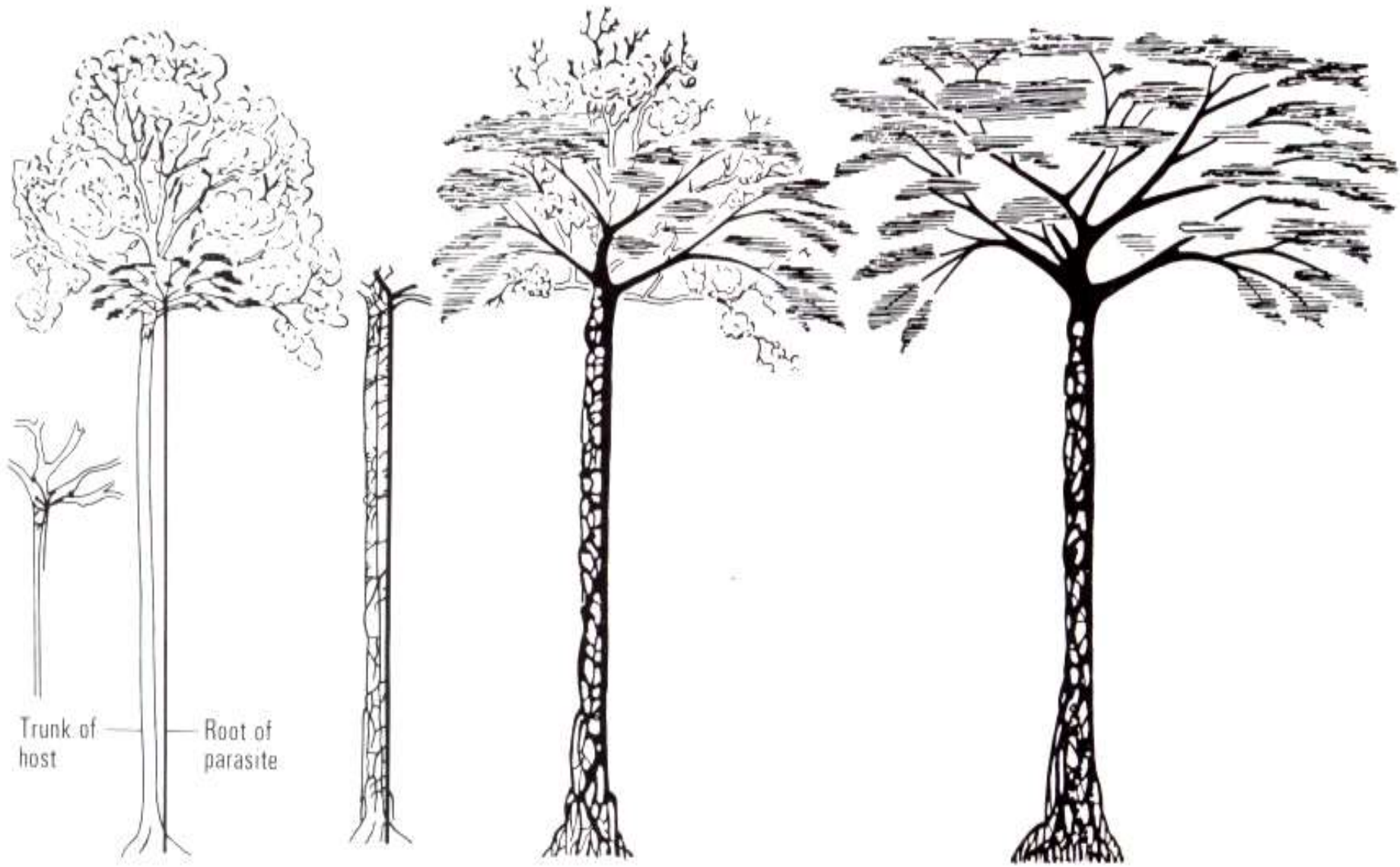
EPÍFITOS:

Holo- y Hemi- (primarios y secundarios)



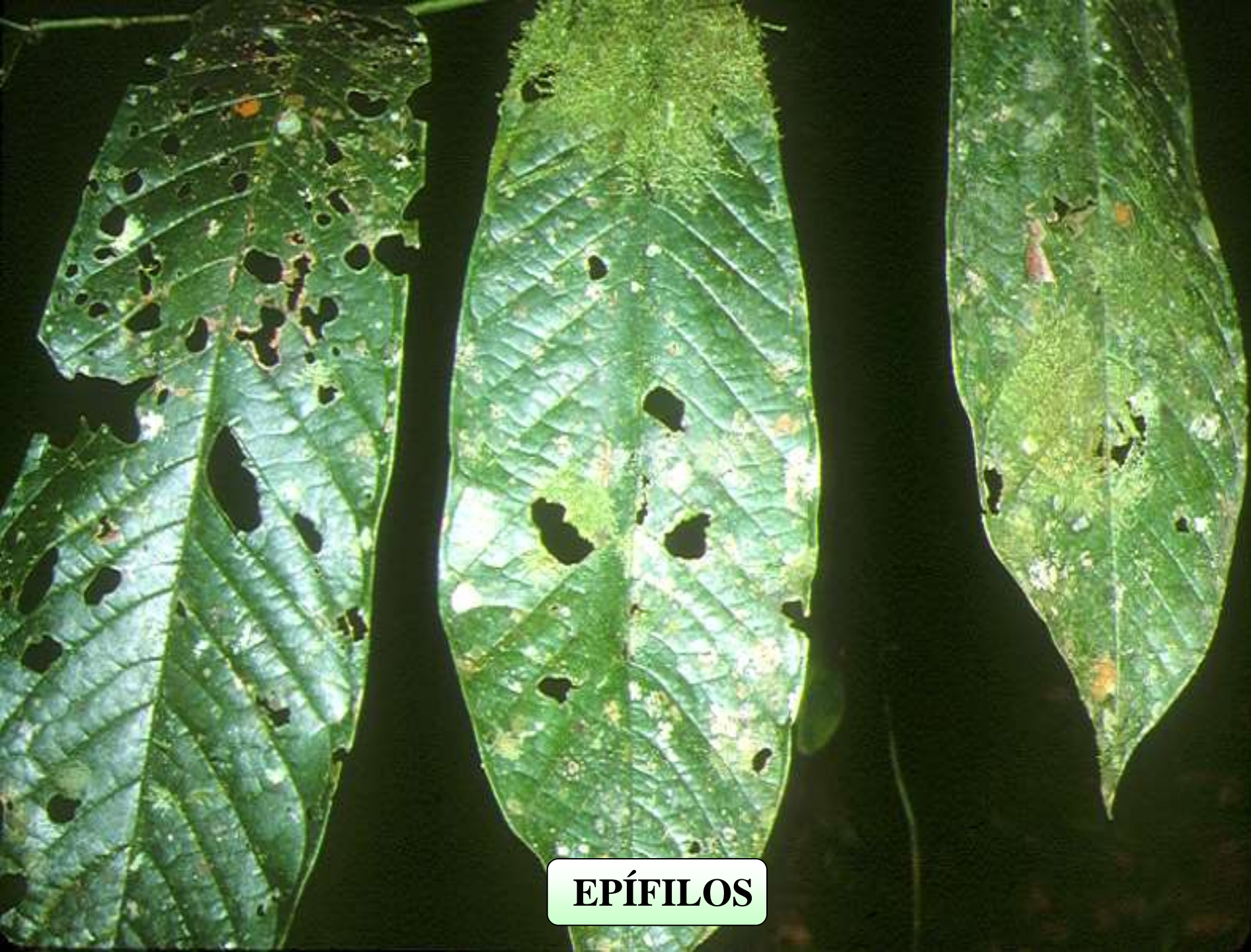
EPÍFITOS:
Abundantes, desconocidos, lenta colonización. Epifitosis

HEMI-EPÍFITOS. ESTRANGULADORES









EPÍFILOS



TREPADORAS “CREEPERS”

BAMBÚ

Gramíneas leñosas

Tallo: caña

Regeneración vegetativa
y sexual

Fuertes rizomas

Masas monoespecíficas

Alta densidad

Múltiples utilidades





PARÁSITOS



Rafflesia



Balanophora
Foto: Meneerke bloem

HEMIPARÁSITOS



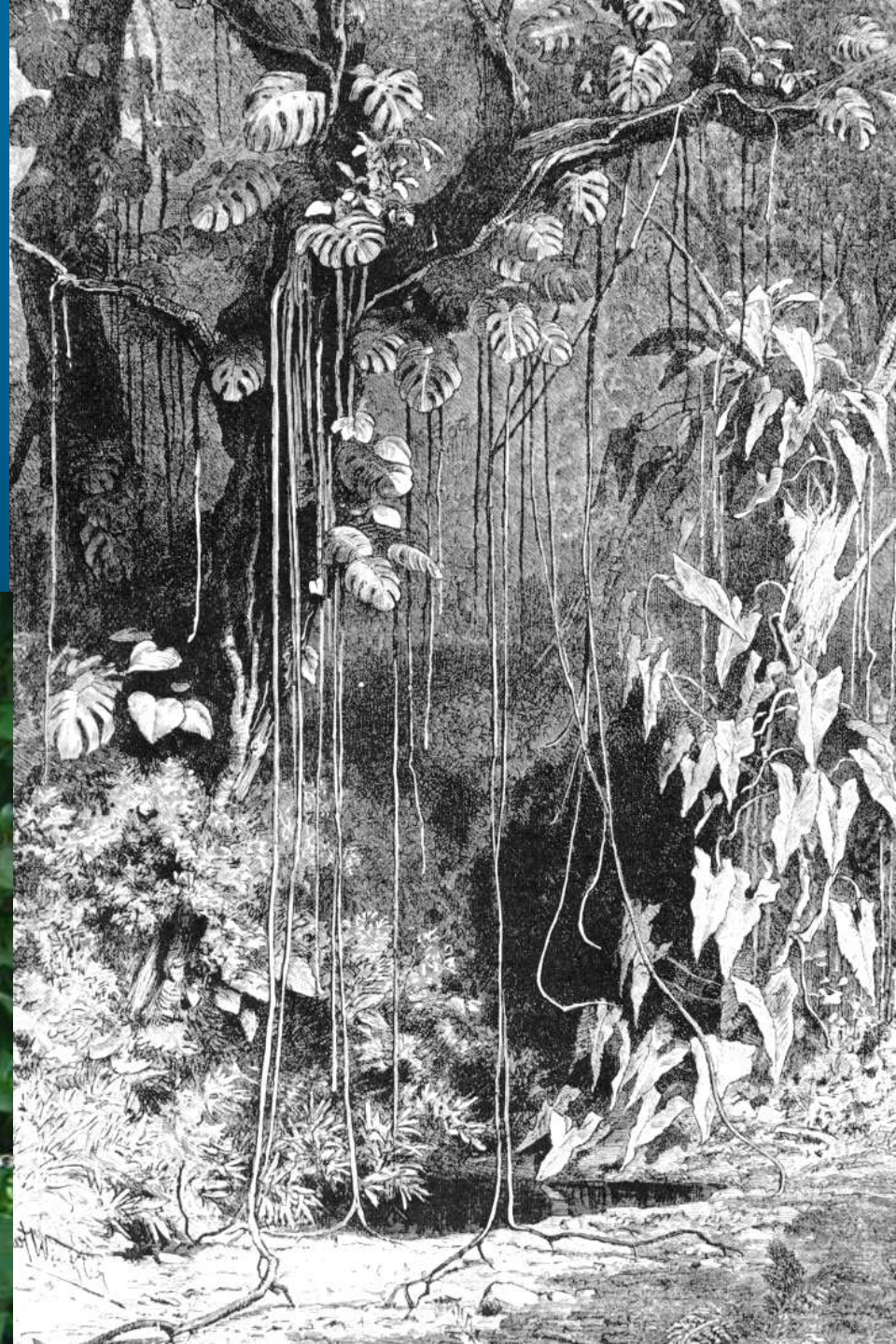
Loranthaceae (Muérdagos)

HELECHOS



HERBÁCEAS

Escasas
Gran talla. Hojas grandes
Iluminación escasa
Regeneración vegetativa
Epífitas, hemi-epífitas



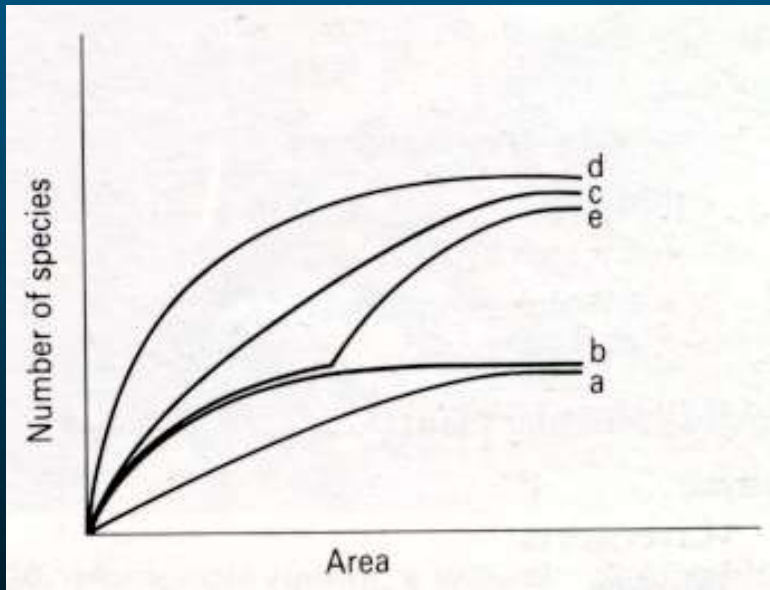


HERBÁCEAS

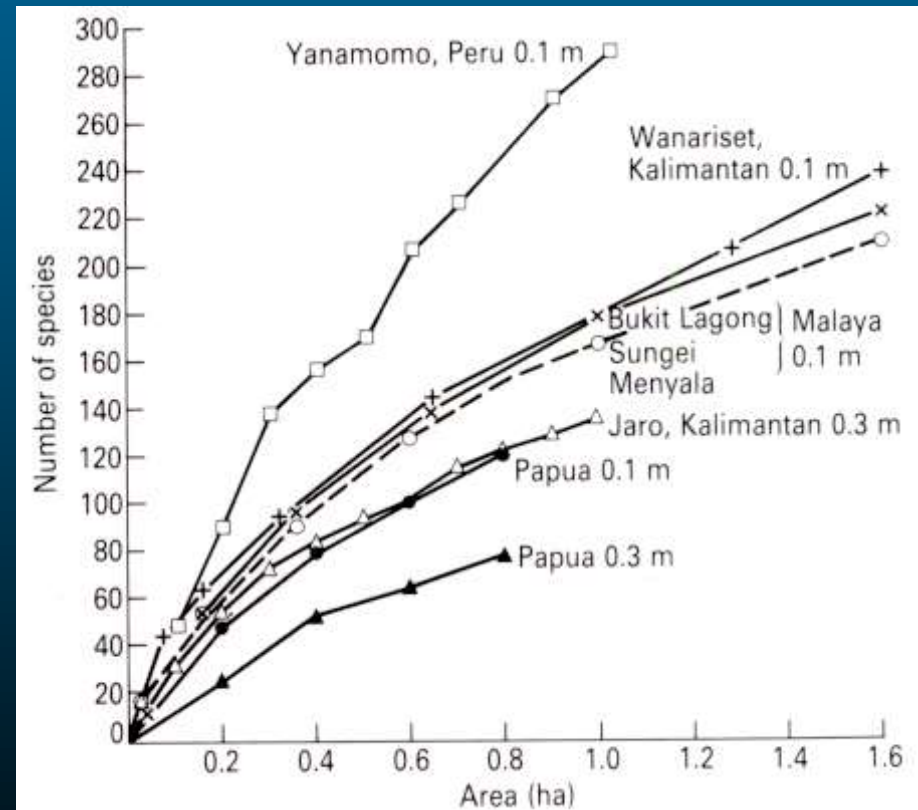


COMPOSICIÓN POR FORMAS DE VIDA

- Importancia de formas de vida
- Diversidad - abundancia - frecuencia



Diversidad α , β , γ



Área mínima

ENORME DIVERSIDAD E IMPORTANCIA DE RELACIONES PLANTA - ANIMAL

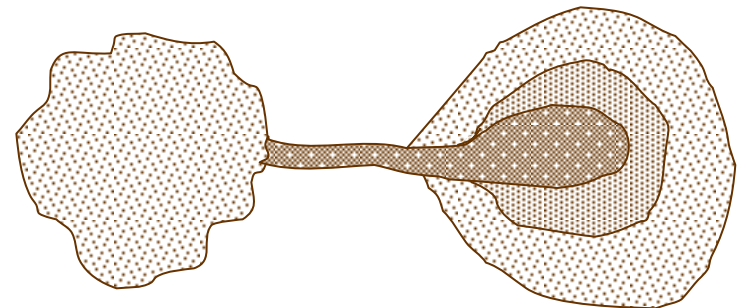
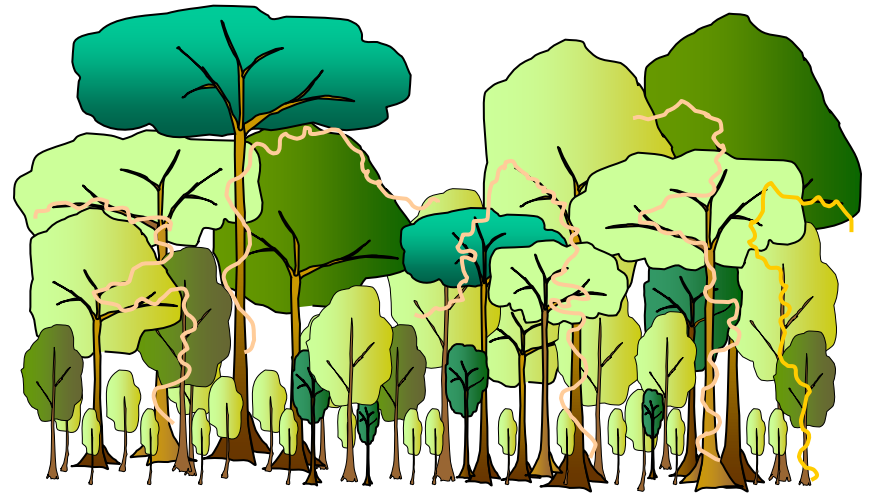


Facilitación, Simbiosis mutualistas,
Polinización, Zoocoria (ver regeneración)



LA SUCESIÓN ECOLÓGICA

- La sucesión ecológica (concepto).
- ¿Climax?
- Importancia en la dinámica y estabilidad del bosque
- Factores de perturbación:
Caída de árboles, corrimiento de tierras, huracanes, grandes fitófagos, vulcanismo, incendios, acción antrópica



LA SUCESIÓN ECOLÓGICA (II)

- Bosque primarios y secundarios
- Estrategias de la r y la K : temperamentos
- Tipos de especies por temperamento:
 - Especies pioneras
 - Secundarias iniciales
 - Secundarias tardías
 - Primarias



- Edad
- Altura
- N° Especies leñosas
- N° de estratos
- Cubierta superior
- Estrato inferior
- Crecimiento
- Longevidad dominantes
- Tolerancia dominantes
- Regeneración dominantes
- Diseminación dominantes
- Madera dominantes
- Tamaño semillas o frutos
- Viabilidad semillas
- Epífitos
- Lianas y trepadoras
- Hierbas

Especies Pioneras

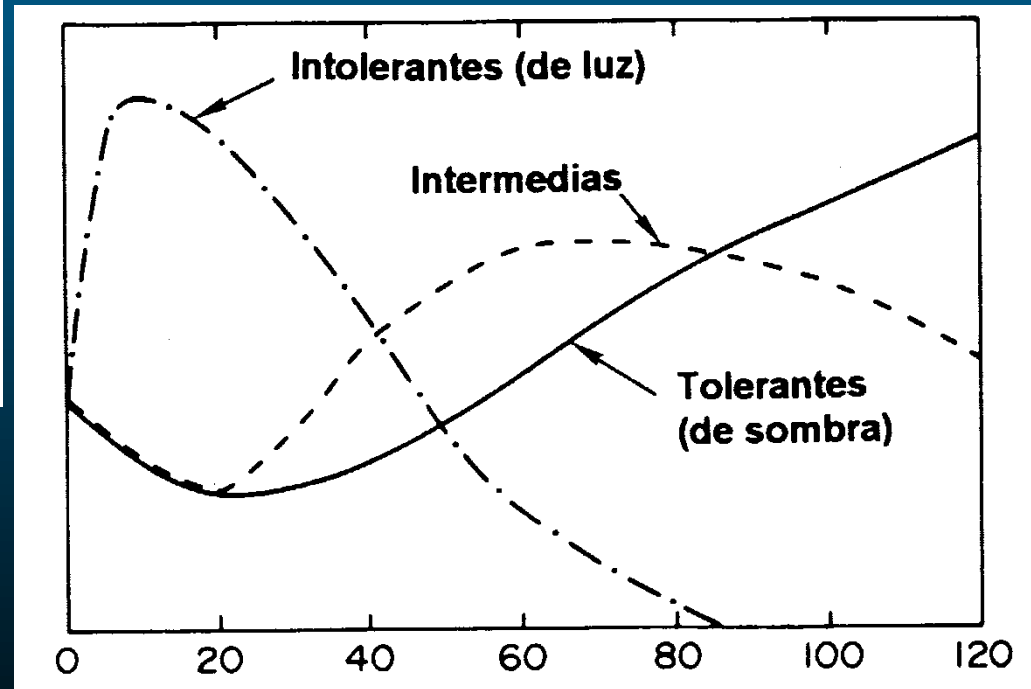
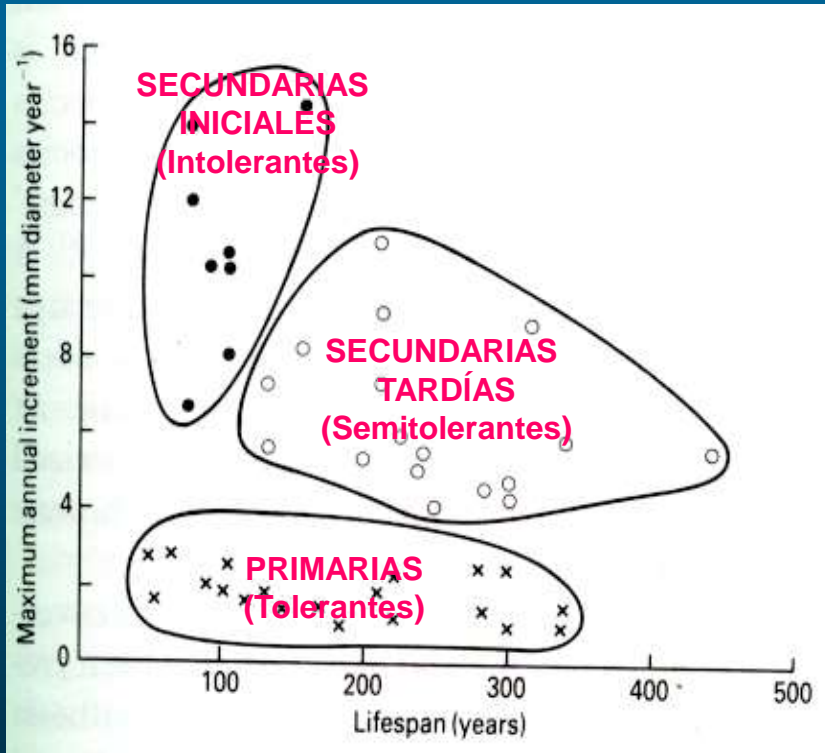


Cecropia (América)



Musanga (África)

PRODUCCIÓN Y TEMPERAMENTO



REGENERACIÓN

COMPLEJIDAD



DIVERSIDAD
ESTRUCTURAL



DIVERSIDAD BIOLÓGICA
alfa, beta, gamma



MÁXIMA ESTABILIDAD
MINIMA ENTROPIA



DIVERSIDAD
GENÉTICA



DIVERSIDAD DE SISTEMAS
DE REGENERACIÓN
(CAOS ORGANIZADO)

REGENERACIÓN

VEGETATIVA

SEXUAL

REGENERACIÓN VEGETATIVA

- **Perpetúa la dotación genética del individuo:**
 - Rejuvenece al principio
 - Reproduce muchas veces
- **Permite “cicatrización rápida” de huecos pequeños**
- **Es muy eficaz frente a perturbaciones de pequeña entidad**
- **Es muy frecuente**
- **Chirpial-brinzales: muy abundantes y esenciales en la regeneración del monte (regeneración avanzada)**
- **Especialmente importante en bambú, herbáceas, helechos arbóreos y manglares**

REGENERACIÓN VEGETATIVA (II)

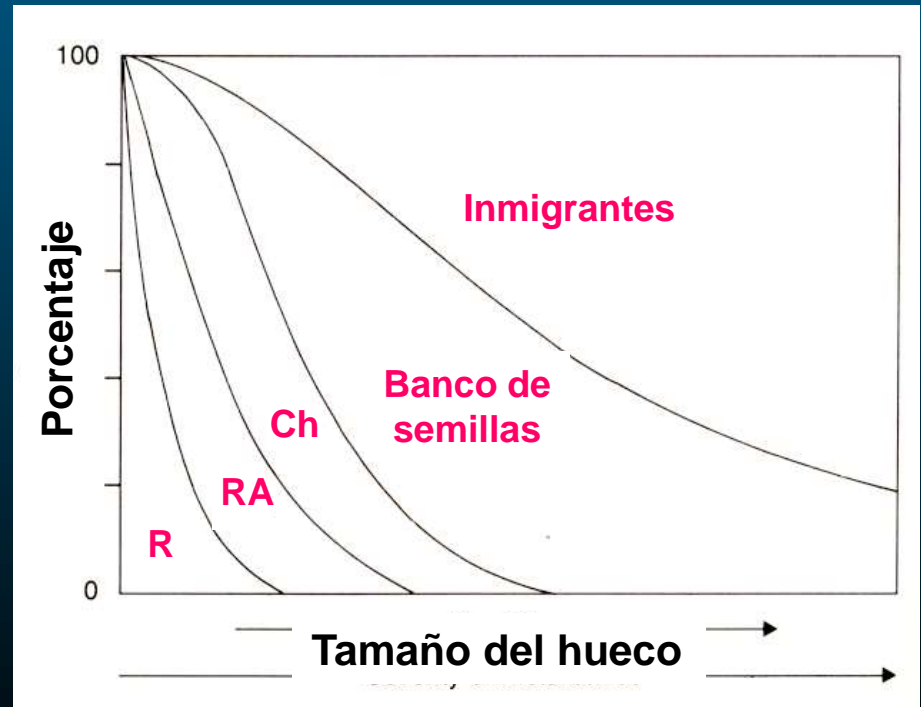
TIPOS

Acodo
Brotos de cepa
Brotos de raíz
(Estaquillas de tallo o raíz)

R: ramas

RA: regeneración avanzada

Ch: Chirpiales



REGENERACIÓN SEXUAL (I)

- **CONOCIMIENTOS ESCASOS**

- **ENORME IMPORTANCIA DE LA FAUNA**

- **MADUREZ SEXUAL**

Precoz

Más rápido con temperamento intolerante

- **FLORACIÓN**

Periodicidad intra-anual: diferente según estratos

No hay ritmos fenológicos generales

Intervalo variable entre floraciones consecutivas

“Estrategias” para favorecer exogamia (> 80%): ¿diversidad genética?

Especiación: deriva genética (metapoblaciones), selección natural

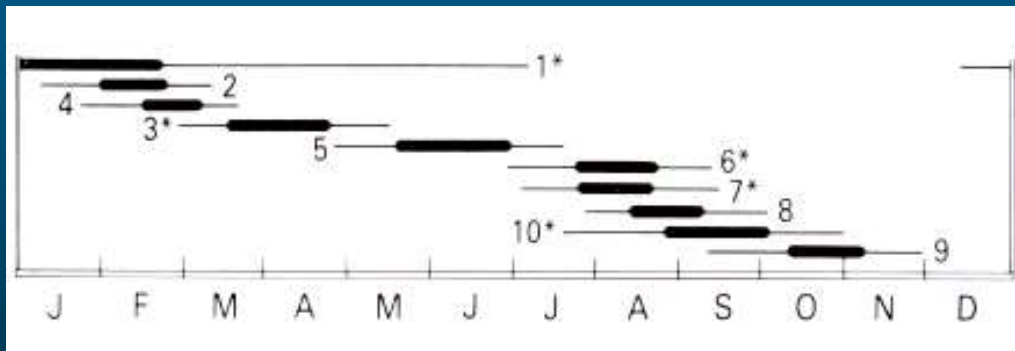
Genotipos por población: marcadores genéticos (eficiencia)

Importancia de fragmentación del hábitat: aislamiento, deriva genética

REGENERACIÓN SEXUAL (II)

POLINIZACIÓN

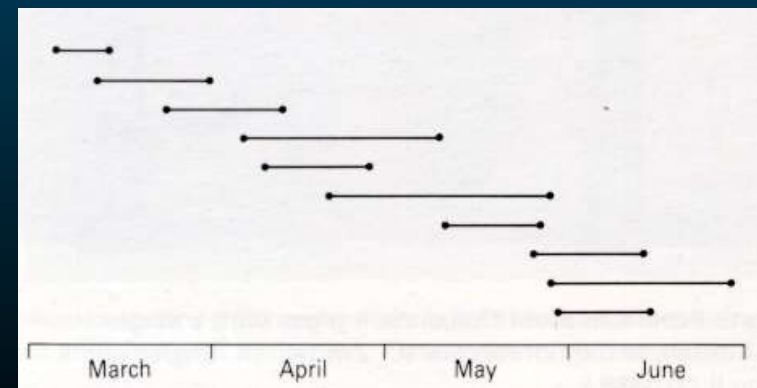
- Floración secuencial en especies con los mismos polinizadores



Costa Rica

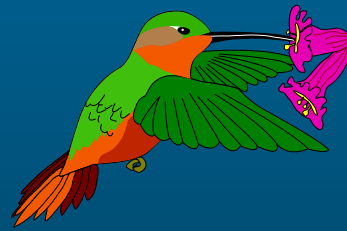
¿ Distancias ?
(Fluorescencia
Marcadores genéticos
geoestadística)

Malasia



REGENERACIÓN SEXUAL (III)

POLINIZADORES Y FLORES



- Flores robustas
- Color vistoso: rojo, naranja, amarillo, verde
- Néctar acuoso y abundante
- Flores separadas de las hojas
- Floración durante el periodo de defoliación

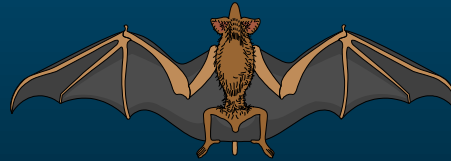


REGENERACIÓN SEXUAL (IV)

POLINIZADORES Y FLORES

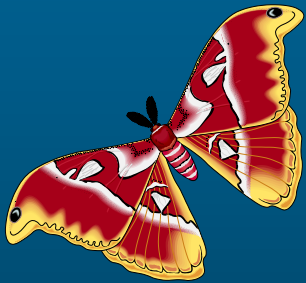


- Flores robustas
- Apertura nocturna
- Pendulifloría o caulifloría
- Néctar viscoso con olor penetrante
- Forma de copa o con estambres largos
- Floración durante el periodo de defoliación



REGENERACIÓN SEXUAL (V)

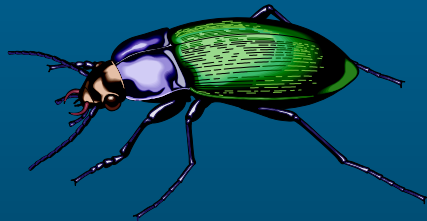
POLINIZADORES Y FLORES



- **Apertura frecuentemente nocturna**
- **Colores pálidos**
- **Aroma dulce**
- **Tubo de la corola largo**

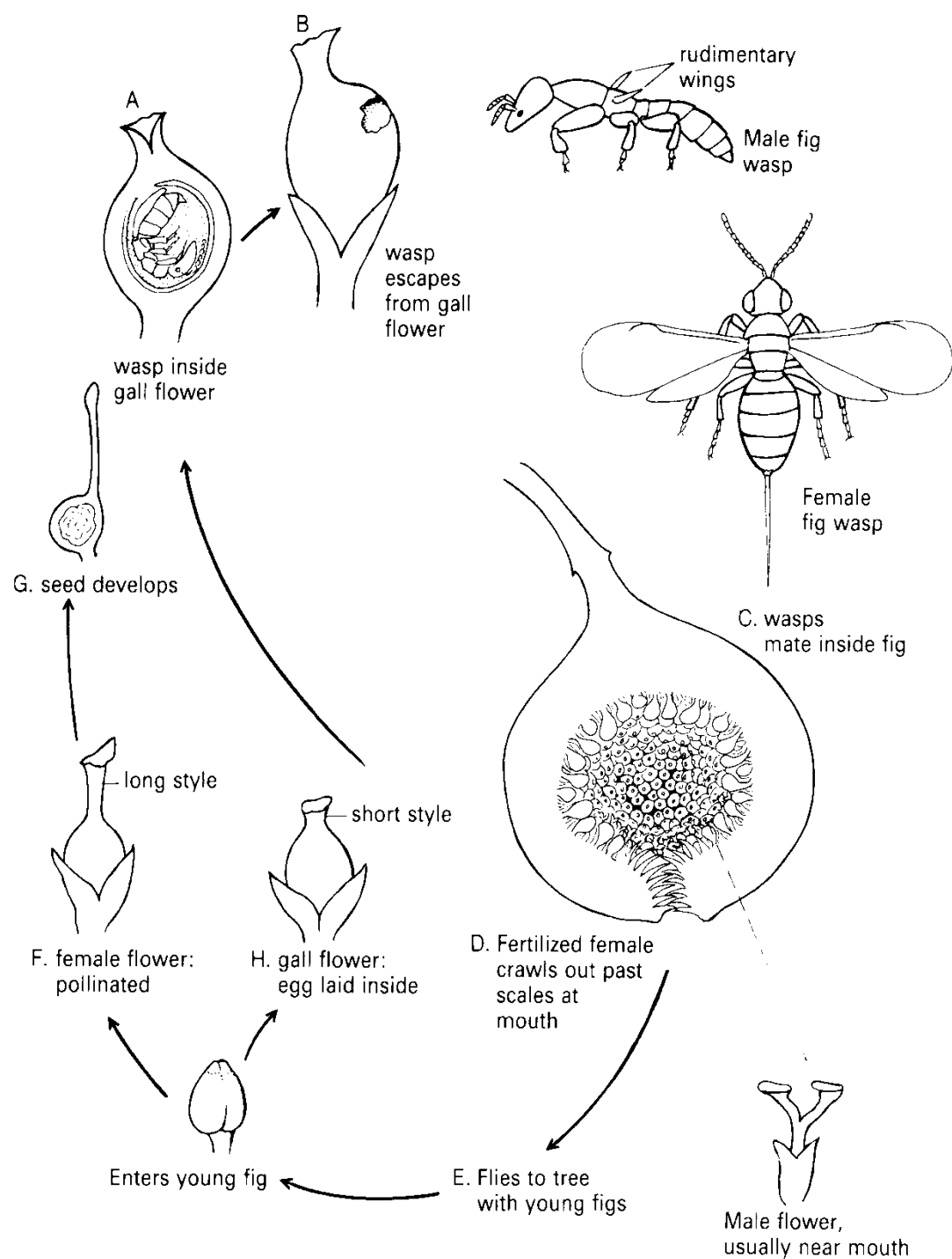
REGENERACIÓN SEXUAL (VI)

POLINIZADORES Y FLORES



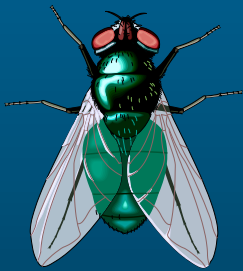
- Fuerte olor (bueno o malo)
- Atraen por el polen
- Forma de plato o cuenco
- Situación entre las hojas
- Muy abundantes
- Diurnas
- Zigomorfas
- Colores brillantes (visibles o UV)
- Sistemas a veces muy complejos

Polinización del género *Ficus* por Himenópteros



REGENERACIÓN SEXUAL (VII)

POLINIZADORES Y FLORES



- Fuerte olor (malo)
- Color marrón, rojizo, moteados
- Forma de receptáculo, a veces trampa
- Situación entre las hojas

REGENERACIÓN SEXUAL (VII) DIVERSIDAD GENÉTICA

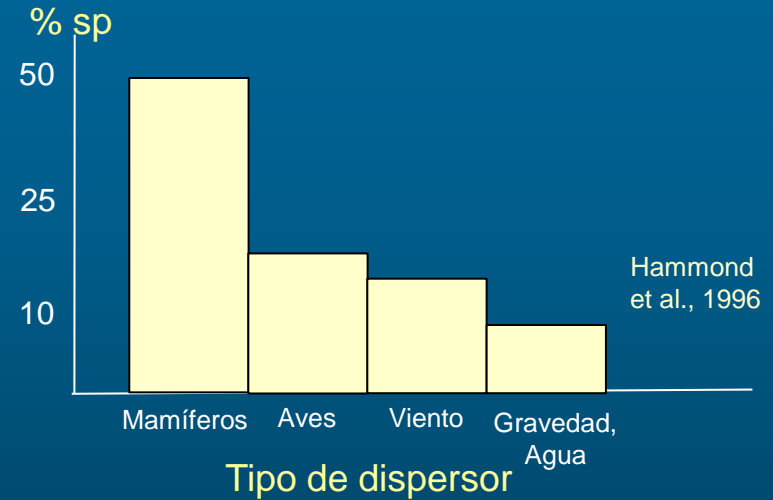
La altísima especialización impone la necesidad de maximizar la diversidad genética: hay múltiples sistemas para evitar la auto-fecundación.

- **TEMPORALES:** sincronización de floración dentro de especies
- **DIOECIA:** individuos machos e individuos hembras
20-25% => separación entre individuos, especificidad
- **MONOECIA:** flores masculinas y femeninas separadas
- **FLORES HERMAFRODITAS** sólo aparentemente
- **PROTANDRIA, PROTOGINIA, HERCOGAMIA**
- **APOMIXIS:** formación de embrión sin fecundación
partenogénesis,
apogamia => haploides, poliploides

REGENERACIÓN SEXUAL (VIII)

FRUTOS. SEMILLAS. DISEMINACIÓN

- Enorme complejidad
- Éxito pequeño,
- Alta oferta de frutos y semillas
- Vecería



- **Aves, quirópteros:** semillas pequeñas
- Otros **mamíferos:** frutos o semillas grandes y carnosos
- **Peces, quelonios:** semillas de bosques riparios
- Endozoocoria y dormancia
- Anemocoria muy escasa, solo emergentes y secundarias iniciales

- **PERIODICIDAD Y CANTIDAD:**

Intolerantes: muchas, dispersas en el tiempo

Tolerantes: pocas y concentradas en el tiempo

Dispersión por mamíferos (mastozoócora)

- Frutos grandes, carnosos
- Colores brillantes
- Semillas duras, tóxicas
- Semillas recalcitrantes



Artocarpus
(árbol del pan)



Agutí



Orang utan



Zoocoria semillas medianas: Guava



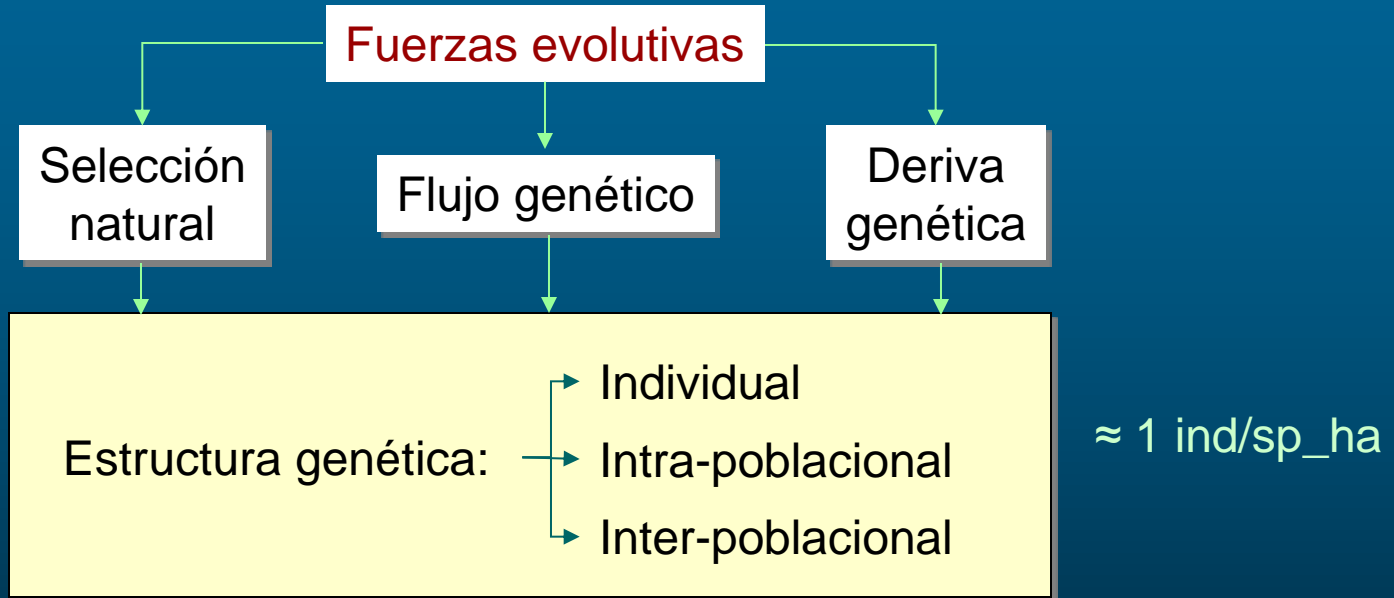
Anemocoria: Jacaranda

REGENERACIÓN SEXUAL (VIII)

ESTABLECIMIENTO DE BRINZALES

- Enorme **mortalidad** inicial: más del 99%
- **Micorrizas**
- **Regeneración a la espera** abundante: brinzal-chirpiales
- **TIPOLOGÍA DE INDIVIDUOS EN INVENTARIOS:**
 - Plántula: $h < 3$ m
 - Arbolillo: $h > 3$ m, $d < 10$ cm
 - Joven o árbol del futuro: $10 \text{ cm} < d < 60 \text{ cm}$
 - Maduro, o árbol del presente: $d > 60$ cm vigoroso
 - Senescente: $d > 60$ cm decrepito, hueco, etc

ECOLOGÍA, GENÉTICA POBLACIONAL Y EVOLUCIÓN



Dispersión de:
• Polen
• Semillas

Fragmentación
y deriva genética

- Aloenzimas, marcadores genéticos: padre y madre. Polen y semillas
- ADN cloroplastos, mitocondrias: madre. Sólo semillas

Domina EXOGAMIA

Dispersión de polen: 50 – 250 m

Diferencias entre temperamentos