

# SELVICULTURA EN LOS BOSQUES TROPICALES HÚMEDOS

*Alfonso San Miguel Ayanz*

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

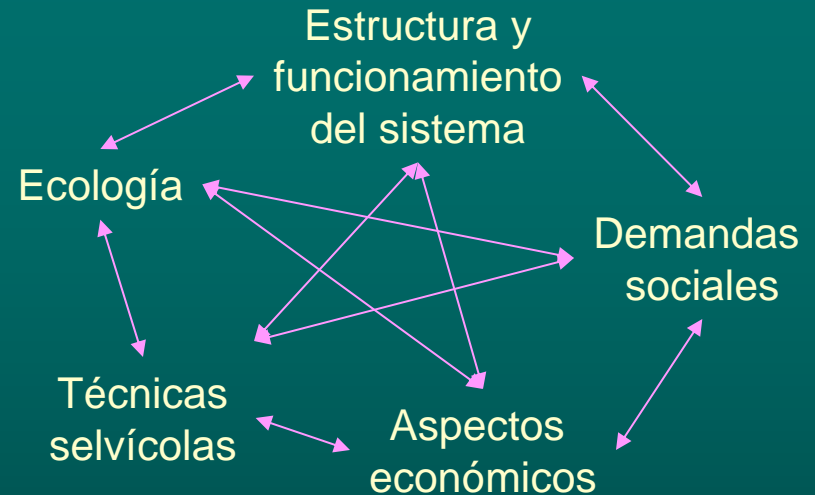
[alfonso.sanmiguel@upm.es](mailto:alfonso.sanmiguel@upm.es) -<http://www2.montes.upm.es/dptos/dsrn/SanMiguel/index.htm>



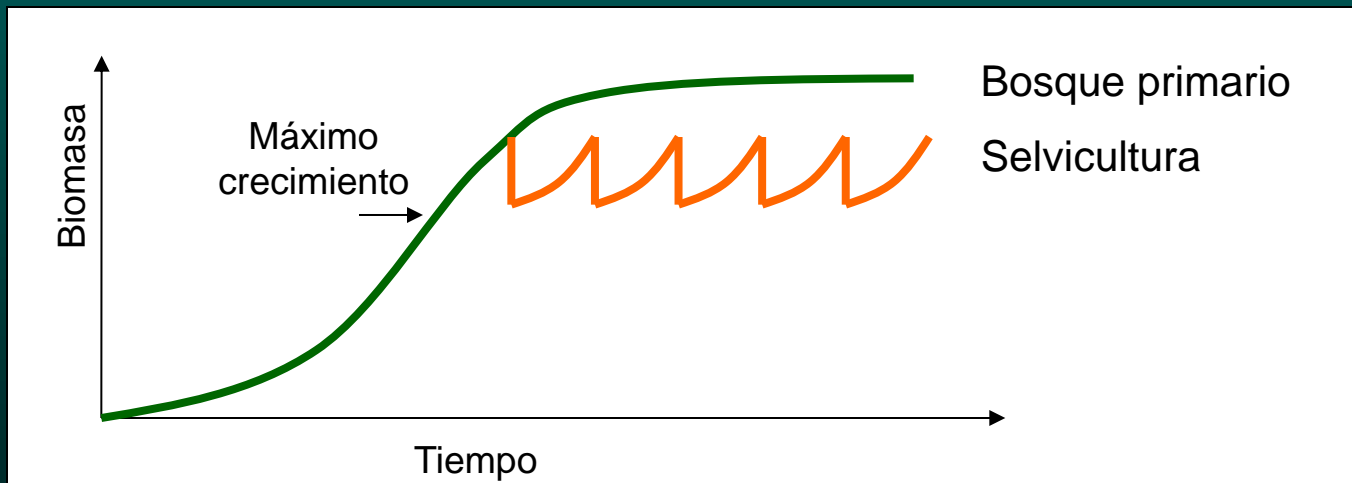
# PLANTEAMIENTO GENERAL

- Concepto de SELVICULTURA

Sistemas  
Empíricos  
(tradicionales)



- Concepto de SUSTENTABILIDAD



*Selvicultura sustentable es la que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades (Nilsson, 1999)*



## PROBLEMAS

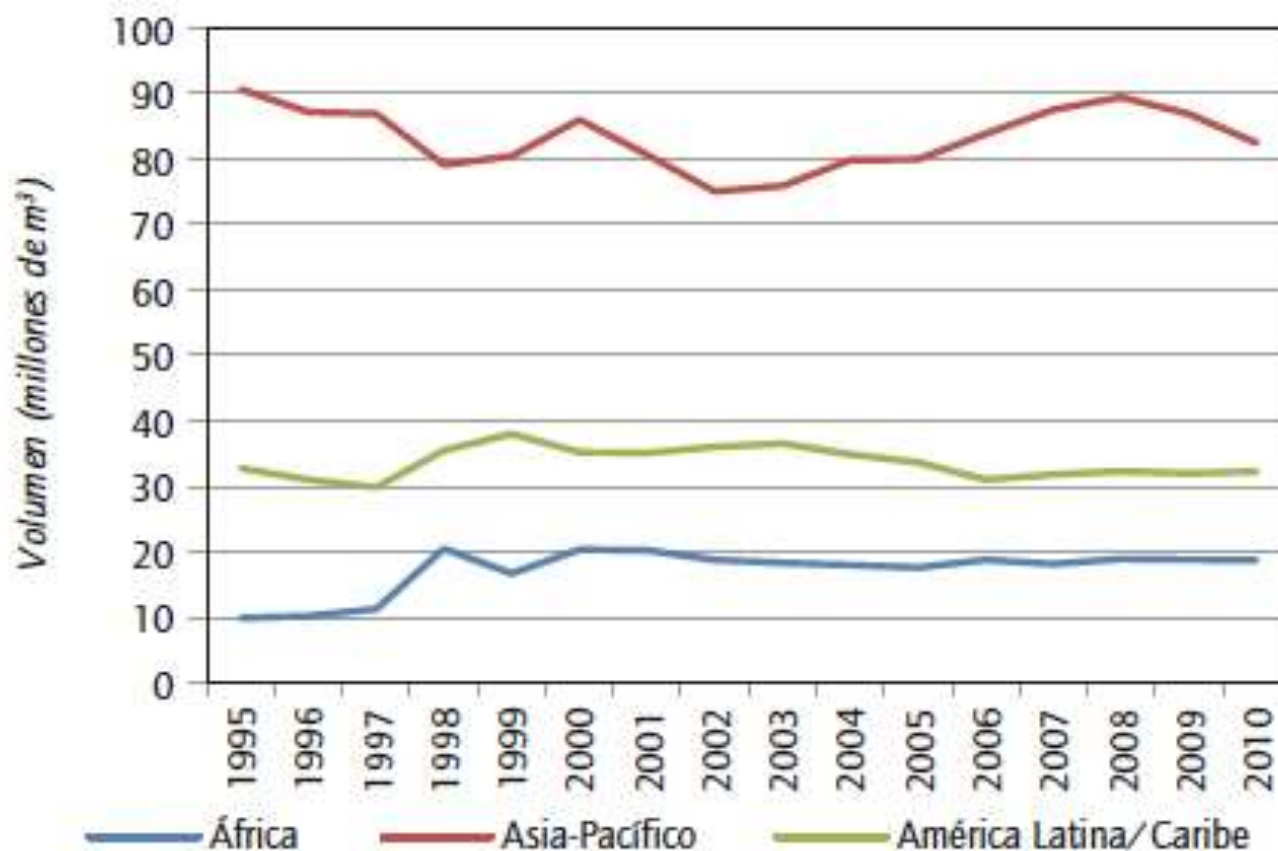
- Extrema complejidad florística y estructural
- Escaso número de especies comerciales
- Desconocimiento de características tecnológicas de especies
- Baja abundancia de individuos por especie (en especial, comerciales)
- Bajo volumen maderable comercial por hectárea
- Identificación de especies
- Diversidad de temperamentos (que se desconocen)
- Desconocimiento de estrategias de regeneración
- Aspectos económicos y sociales
- Aspectos políticos (tenencia de tierra, ...)
- Etc, etc

*En bosques tropicales húmedos primarios es muy difícil y caro hacer selvicultura sustentable. Conviene concentrarse en los menos diversos y en los secundarios. En los demás, la selvicultura pasa por una “domesticación” o “mejora” previa: ENRIQUECIMIENTO y LIBERACIÓN”.*

## PROCESO HISTÓRICO HABITUAL

- Cortas selectivas (habitual todavía en la mayoría de los países)
- Repoblación artificial:
- Selvicultura racional
- Selvicultura con base científica
- Certificación
- Selvicultura comunitaria
- Agroforestería
- Agrobosques

Figura 2: Producción de maderas tropicales por regiones, 1995–2010

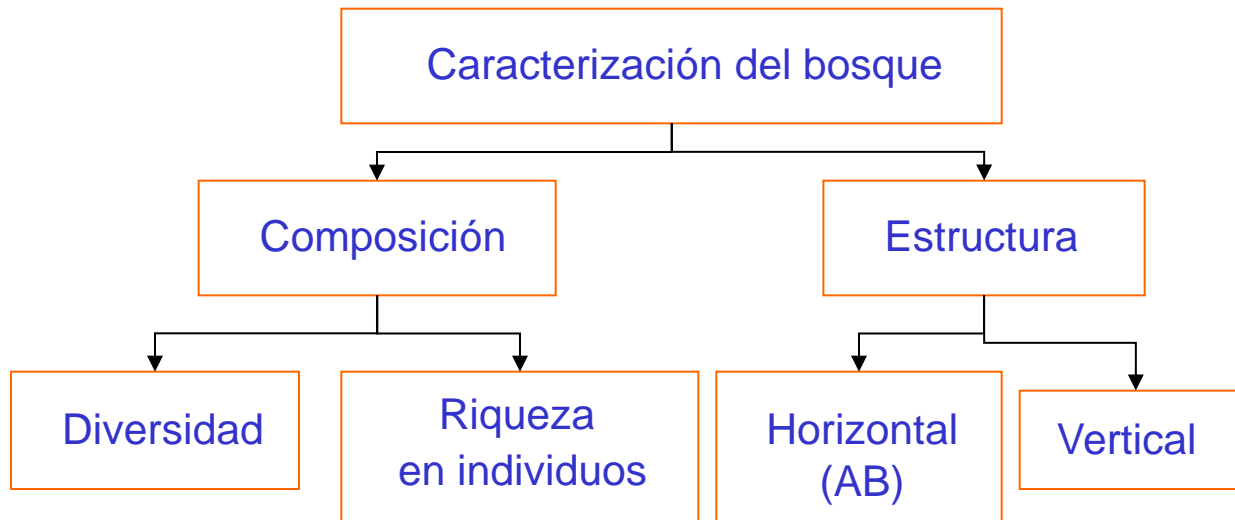


*Nota: Los datos reflejan las estadísticas oficiales de producción de la mayoría de los países.*

*Fuente: OIMT (2010).*

# INVENTARIACIÓN

- TEORÍA: ¿Qué interesa medir?
- PRÁCTICA: ¿Qué se mide? Complejidad, Economía



Louman *et al.*, 2001

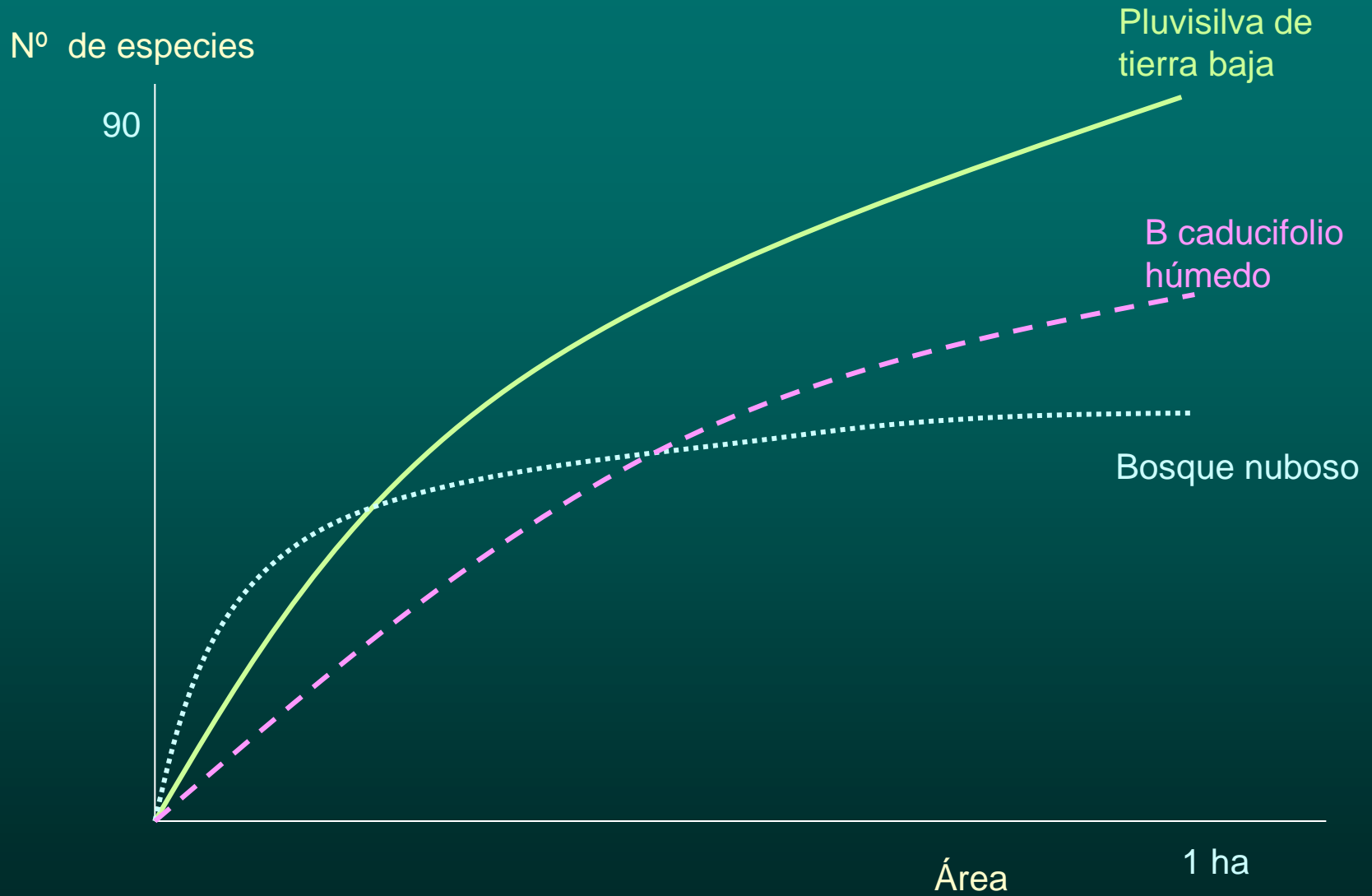
*Los esfuerzos se concentran en los árboles maderables:*

### Especies arbóreas:

- Abundancia (nº individuos)
- Frecuencia: distribución espacial
- Dimensiones. Dn, DBH, DAP
- Estructura vertical
- Calidad de fuste
- Regeneración natural: categorías por tamaño
- Forma de copas

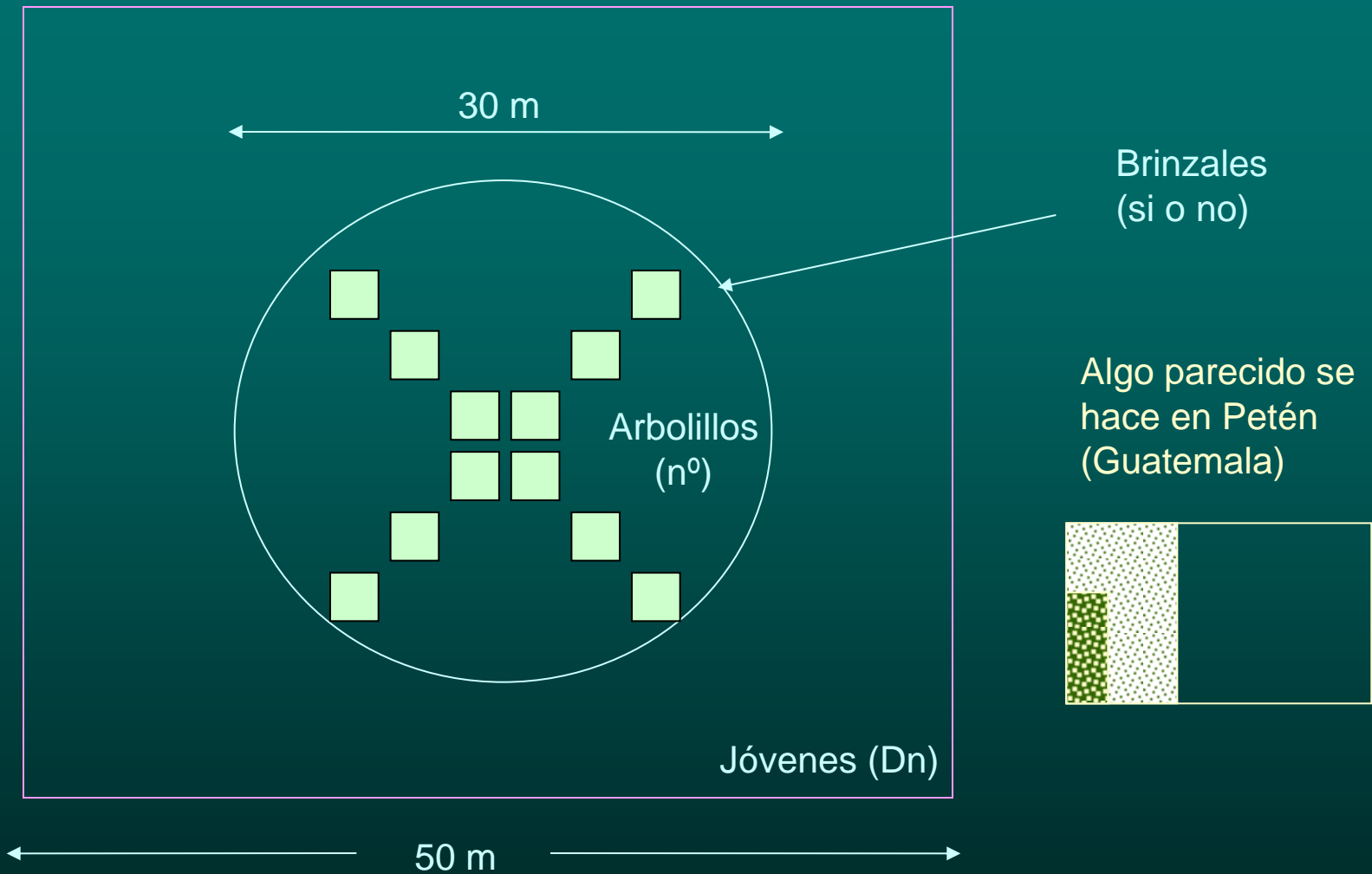
Sistema de muestreo. Estratificación previa (esencial)

Área mínima





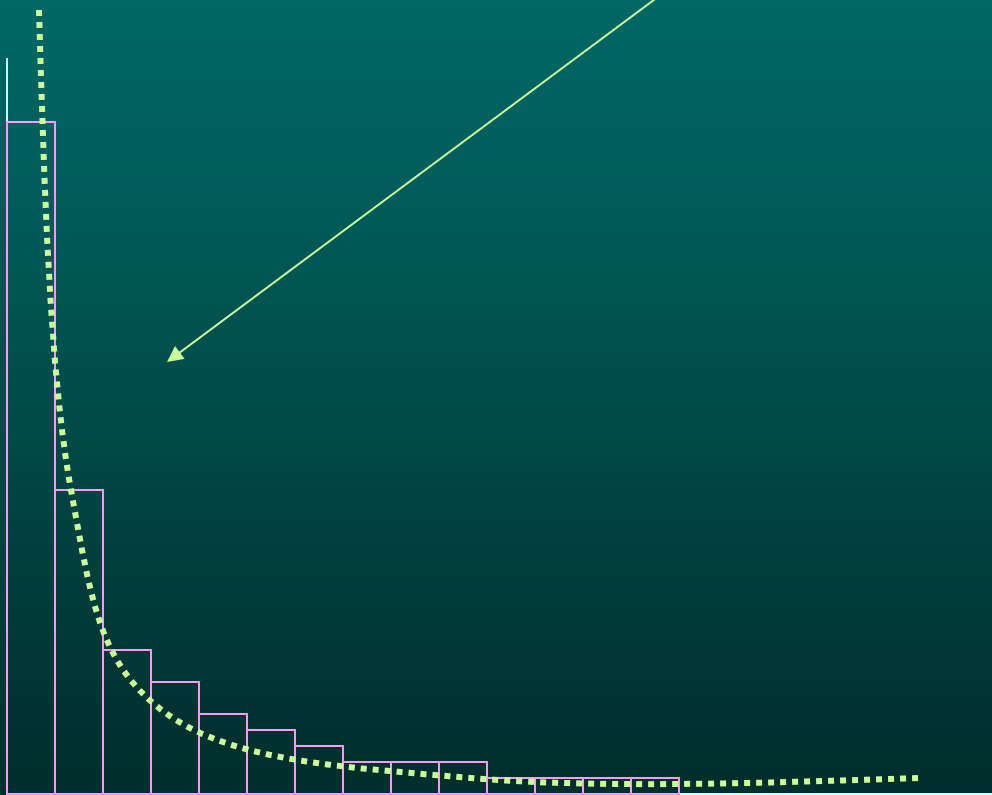
# Parcela inventarial de Brun



Costa Rica: todos los pies de > 30 cm DAP en parcelas de 0,3 ha; Nicaragua: todos los de > 40 cm en parcelas de 1 ha

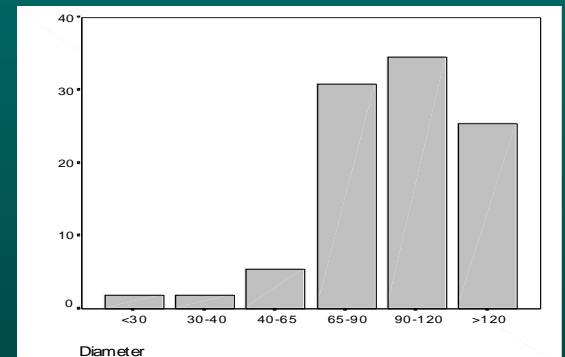
# INVENTARIACIÓN

## Área Basimétrica (Basal): Total y por especies

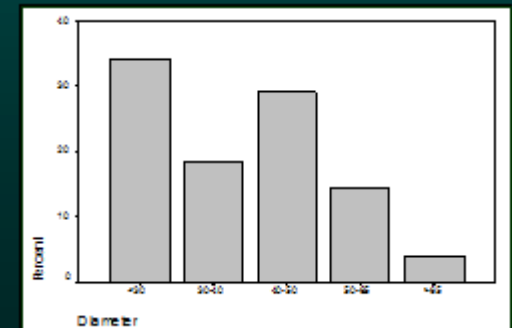


Semitolerante, media sombra

### DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA *Dinizia excelsa* (Angelim vermelho)



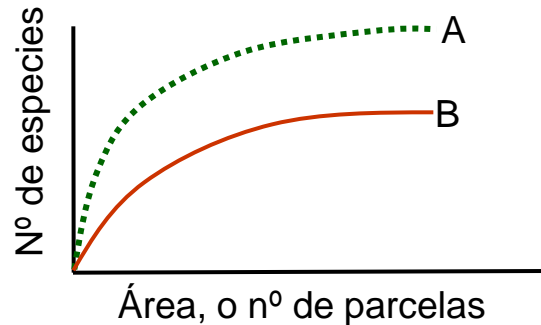
### DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA *Dialium guianense* (Jutai pororoca)



Tolerante, de sombra

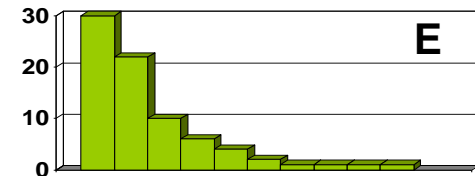
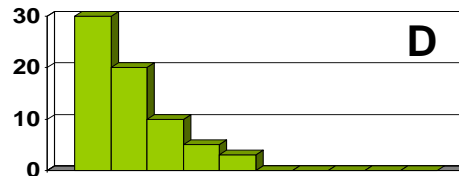
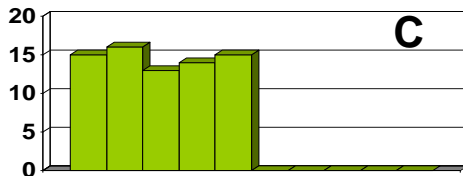
# DIVERSIDAD BIOLÓGICA. CONCEPTOS

**HETEROGENEIDAD = f (Nº de ESPECIES, Nº individuos/especie)**

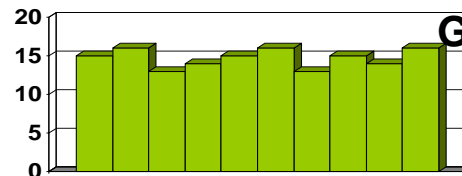
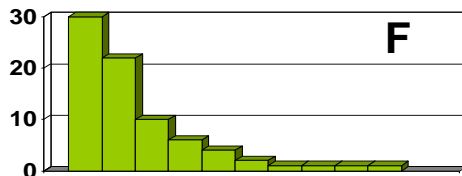


**Regularidad:** distribución de abundancia entre especies

➔ A tiene mayor riqueza en especies que B



C y D tienen igual riqueza en especies, pero C es más regular y heterogénea  
D y E tienen similar regularidad, pero E es más rica en especies y más heterogénea



F y G: igual riqueza en especies; G es más regular y más heterogénea que F

# INVENTARIACIÓN

## ÍNDICES:

Índice de Valor de Importancia (IVI):

$IVI = \text{Abundancia relativa} + \text{Frecuencia relativa} + \text{Dominancia relativa}$

Índice de Complejidad (CI):

$CI = 10^{-3} h (\text{altura media}) b (\text{área basimétrica}) d (n^{\circ} \text{pies}) s (n^{\circ} \text{esp})$

Índice de Mezcla (MQ):

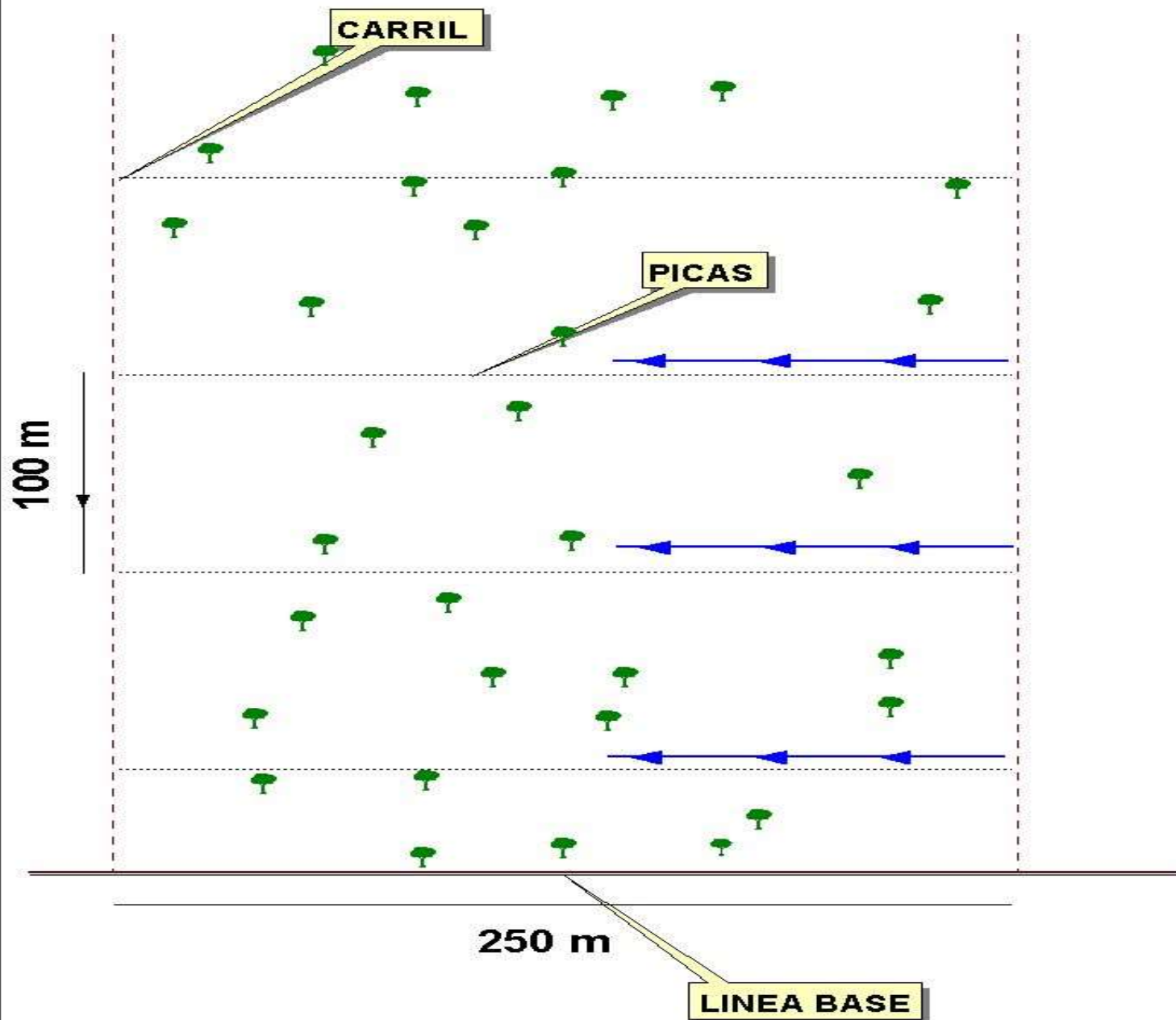
$MQ = n^{\circ} \text{ de especies} / n^{\circ} \text{ de individuos}$

## APROVECHAMIENTO DE IMPACTO REDUCIDO (AIR o RIL)

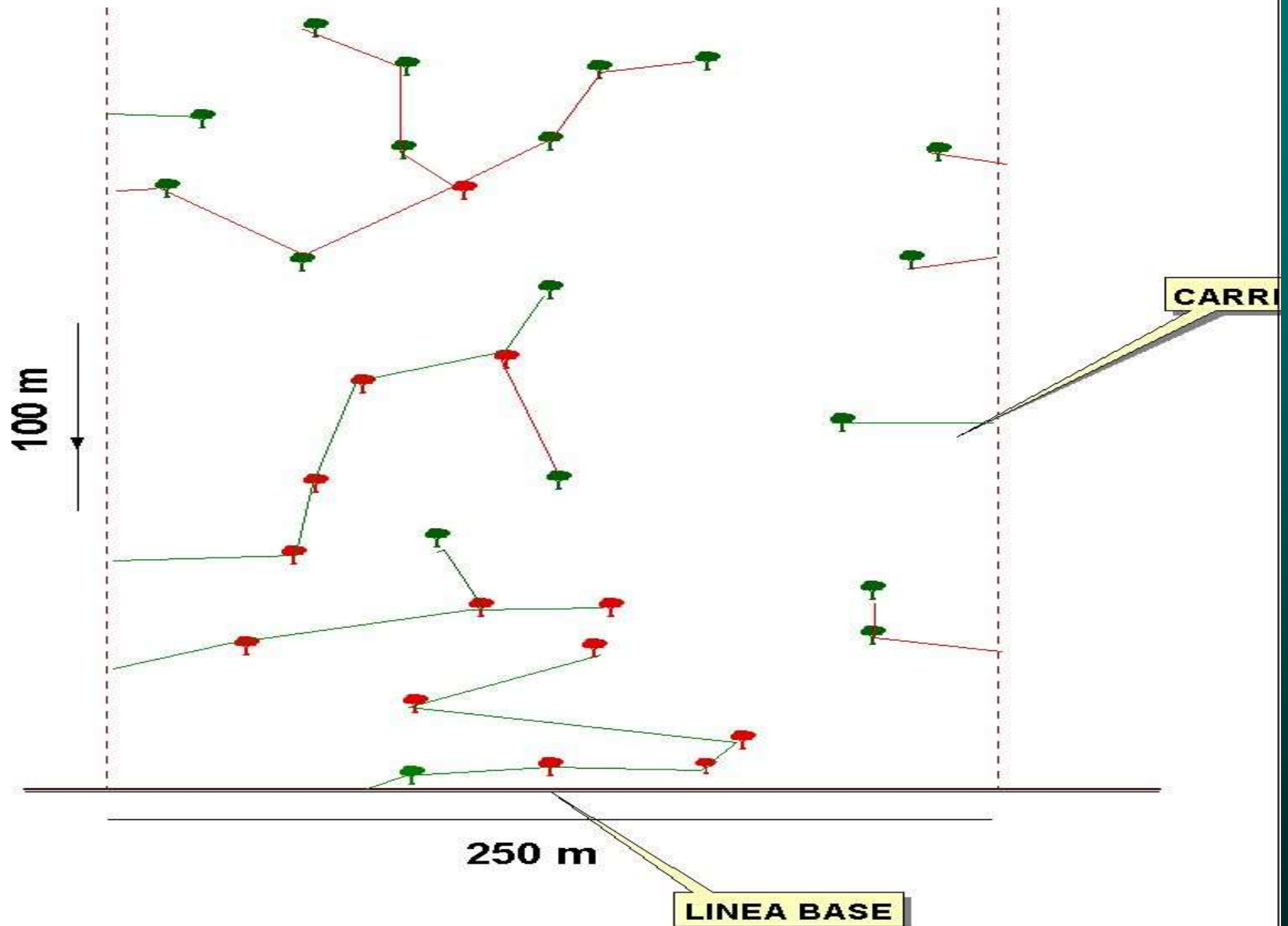
- Inventario y cartografía de árboles comerciales maduros
- Cartografía del terreno y Áreas Protegidas
- Definir rotación entre cortas
- Plan de Manejo: pistas, saca con skidder
- Corte de lianas y bejucos, un año antes
- Limitar corta a 30% Área Basimétrica (8 pies/ha)
- Corta dirigida. Correcto troceo de los fustes
- Arrastre de trozas desde pistas. Mínima presencia de tractor en el bosque
- Protección del barrujo y cursos de agua (zonas de amortiguación)
- Drenajes en la red de pistas forestales
- Detención de operaciones cuando llueve



# Diseño del Censo en Picas Sistemáticas

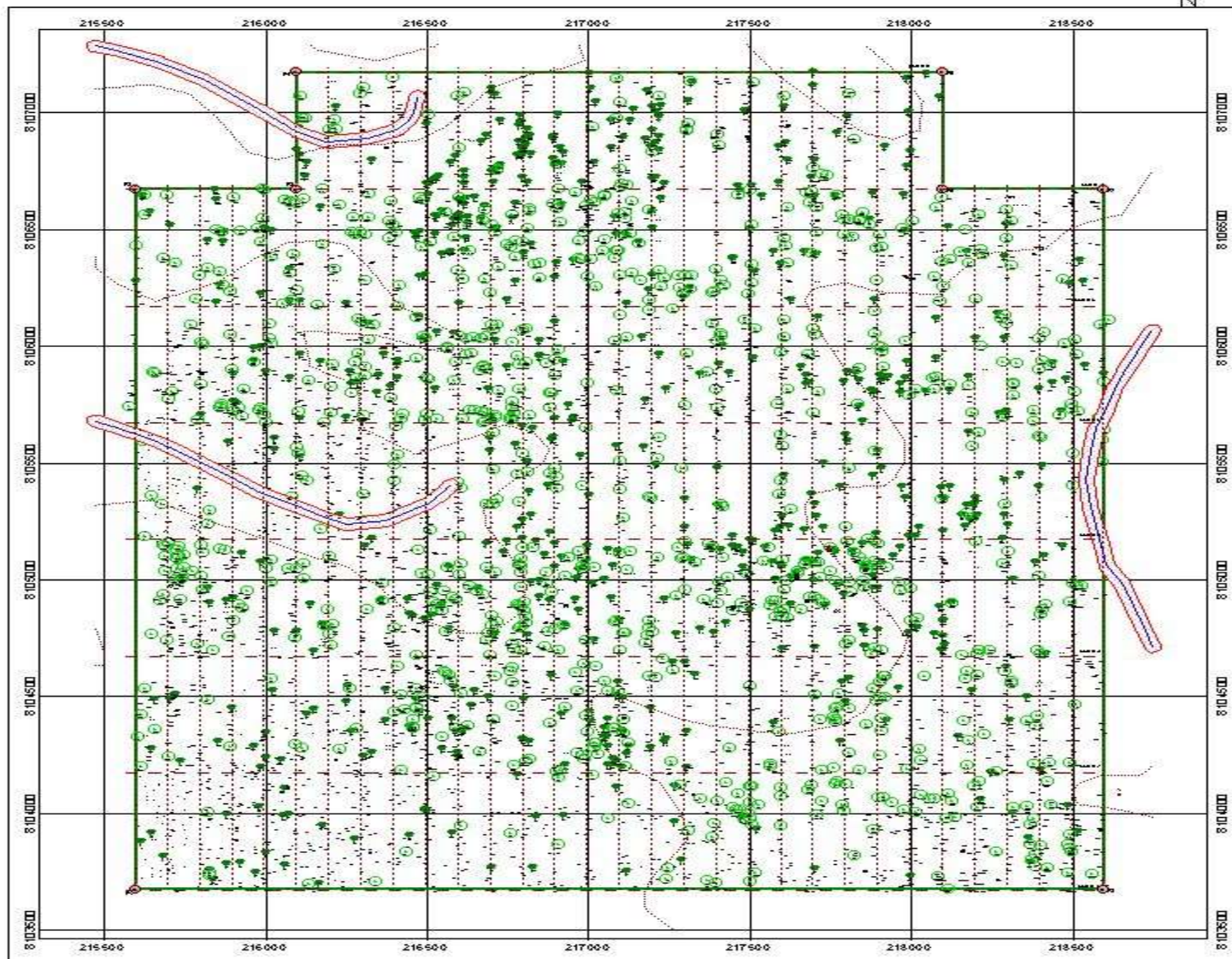


# Diseño del Censo en Conexion Directa



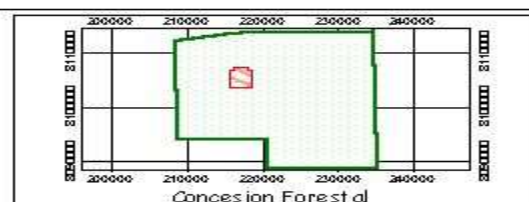
# Plano Operativo 4.1 Planificación del Aprovechamiento

Especies Valiosas



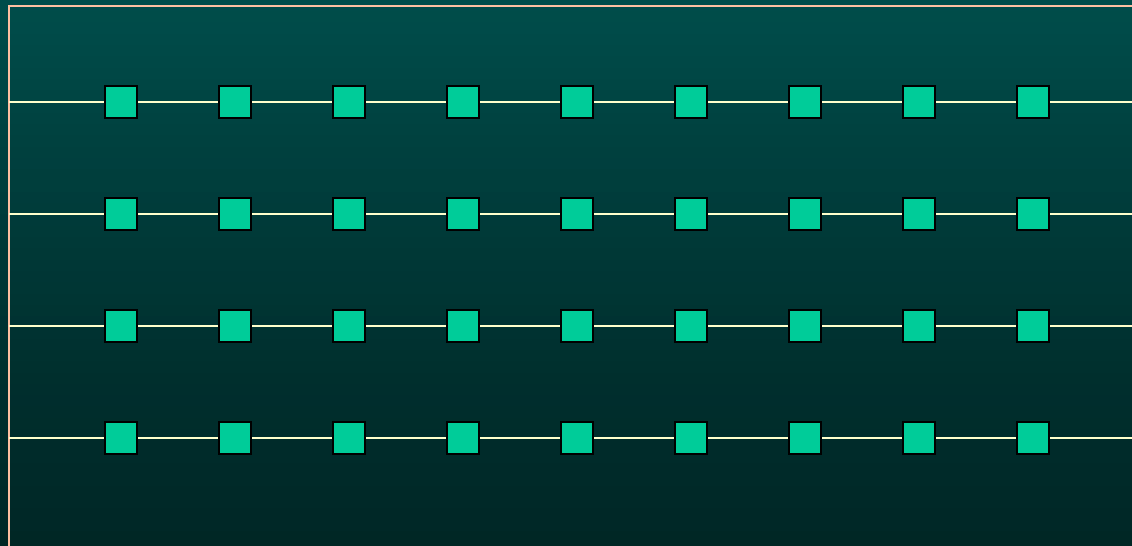
**Estado de Especies**

Simbología	Especie	DMC
●	CUCHI	40
●	QUILPAU	45
●	QUITA	40
●	JICHITUREQUI	40
●	MOCHADO	40
●	ROBLE	40
●	SIRARI	40
●	SOTO	40
●	TAJEBO	40
●	VERDOLAGO	45



## MUESTREO DIAGNÓSTICO (Hutchinson, 1993)

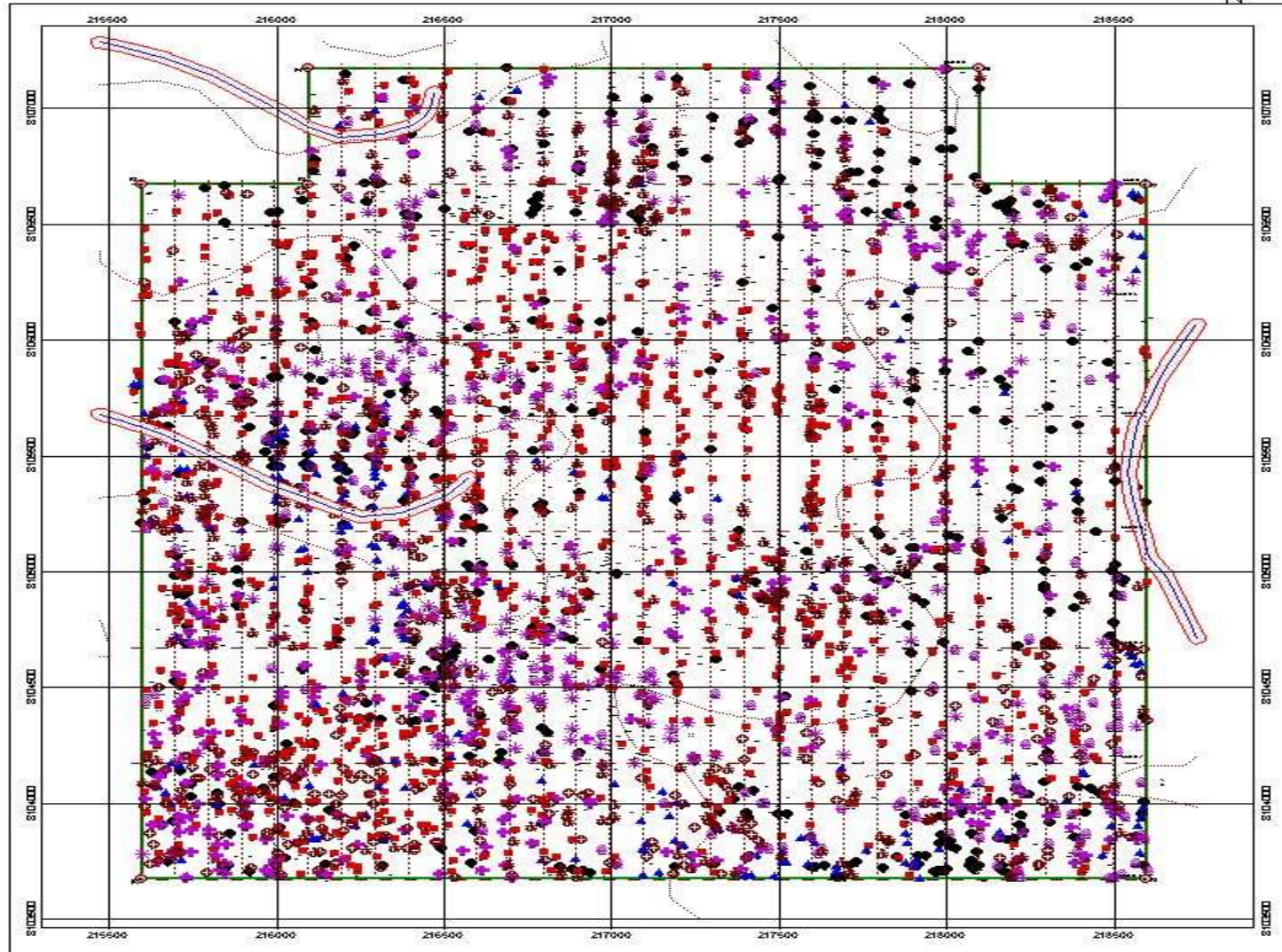
- Muestreo orientado a estimar la productividad potencial de un rodal.
- Acompaña al Inventario Forestal y aporta información sobre los árboles de futuro (deseables sobresalientes o remanentes sobresalientes), o mejores jóvenes ( $DAP < \text{Diámetro Mínimo de Corta o DMC}$ ) en un cuadrado de 10 x 10 m. Mide: DAP, iluminación, lianas
- Se puede hacer antes o después del aprovechamiento.
- Tiene en cuenta la distribución de los jóvenes con futuro, no sólo su número, lo que es importante, dada la distribución del regenerado en grupos.





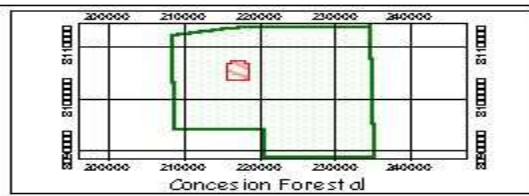
Plano Operativo 4.1  
Planificación del Aprovechamiento

Especies Potenciales



Estado de Especies

Simbología	Especie	D.M.C
■	CUCHI	40
■	CURUPAU	45
■	CUTA	40
▲	JICHITURIQUI	40
▲	MORADO	40
▲	ROBLE	50
○	SANARI	40
○	SETO	40
★	TAJIBO	40
★	VERDOLAGO	45





*En los Bosques Tropicales Húmedos, la selvicultura va unida intrínsecamente a “domesticación”, o incremento del volumen maderable por hectárea y reducción de la complejidad estructural y florística (nº individuos/especie no comercial)*

## FINALIDADES DE LOS TRATAMIENTOS SELVÍCOLAS

- Aprovechamiento sólo (Cortas selectivas). No es selvicultura
- Mejora sólo (para aprovechar en el futuro)
- Aprovechamiento y mejora
- Aprovechamiento y regeneración
  - Inducción
  - Liberación de jóvenes (y previsión de futuro, con latizales)
  - Artificial

# SELVICULTURA: conjunto de actuaciones sobre el bosque

## OPERACIONES SOBRE EL SUELO

- Quema
- Alteración del suelo (laboreo)

## OPERACIONES SOBRE EL VUELO

- Corta de lianas
- Corta principal (aprovechamiento)
- Actuaciones sobre estratos inferiores del bosque
- Actuaciones sobre estratos superiores del bosque
- Liberación
- Refinamiento
- Saneamiento o mejora (extracortables, senescentes)
- Raleo (= claras)

## QUEMAS

- Época seca. No es fácil, pero es muy peligroso
- Para cultivo (cenizas): chacras, rozas, ...
- Para repoblación artificial (obviamente, de sustitución)
- A veces, quemas controladas (o prescritas) P. ej.: Paragominas, Amazonia Brasileña, bosques secos

## LABOREO

- Caro, difícil, peligroso
- A veces para repoblación artificial (sistemas mejicano, Caimital,...)
- A veces, retirada de barro y restos, para facilitar regeneración
- Cultivo intercalar (Sistema Taungya y similares)

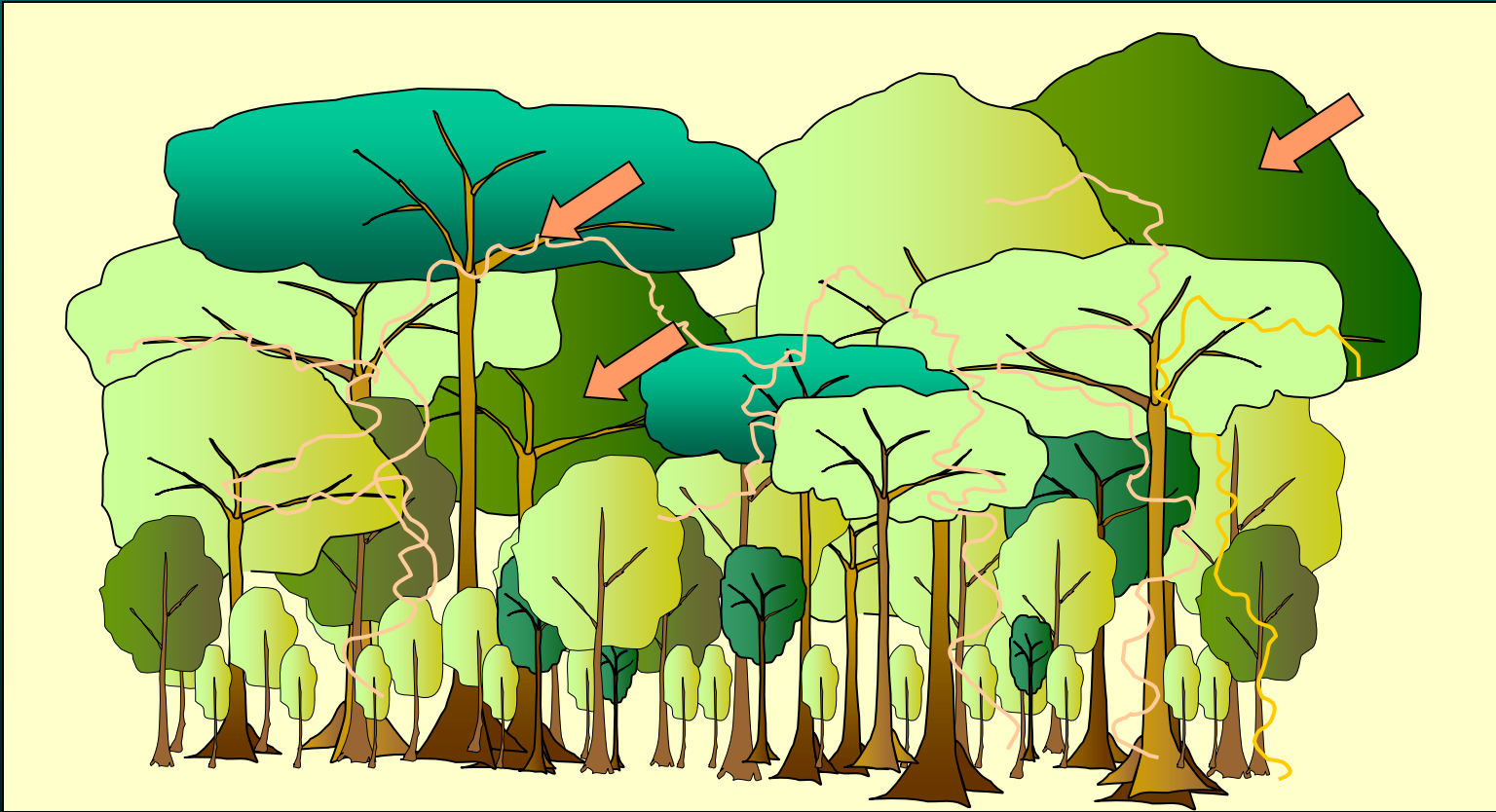
## CORTA DE LIANAS

- Permite el paso
- Incrementa luz
- Desata las copas y evita caídas en grupo
- Reduce competencia sobre regeneración
- Puede afectar a la fauna necesaria para polinización y dispersión
- Machete, hacha, motosierra
- A ras de suelo y a unos 2 m



## CORTA PRINCIPAL

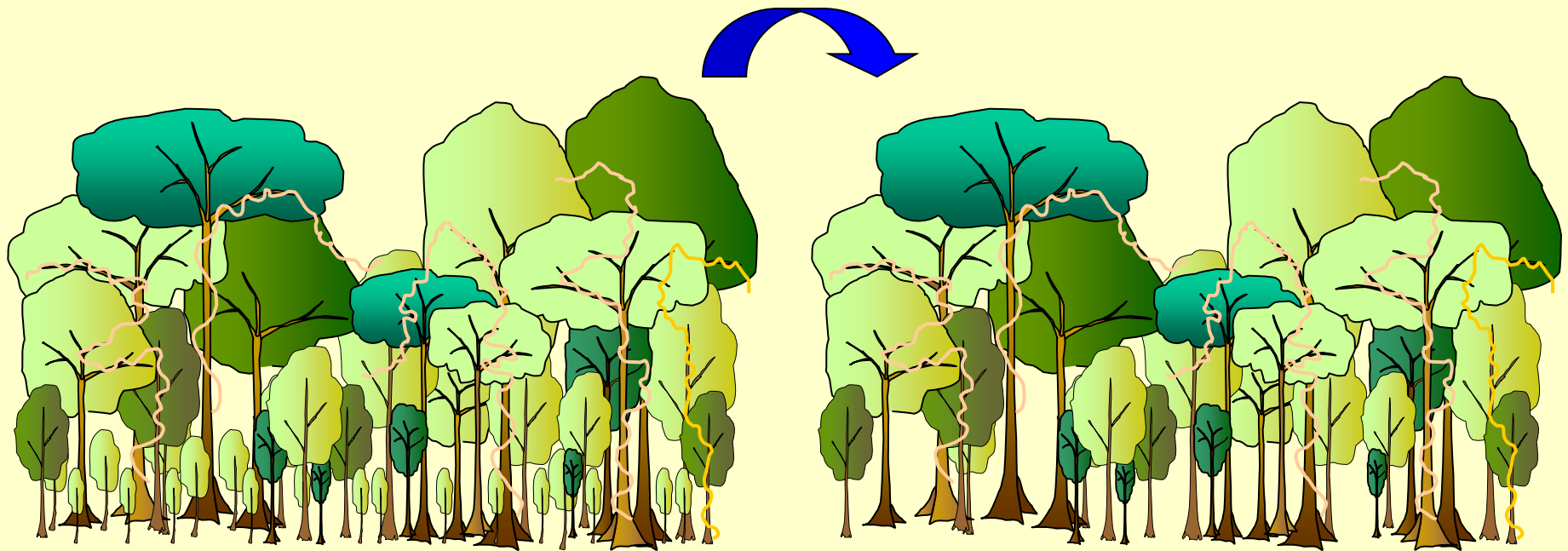
- Afecta a pies de DAP > Diámetro Mínimo de Corta, o DMC (~ 60 cm)
- Puede afectar a todos o solo a algunos (cortas monocíclicas o policíclicas)
- En general afecta a pocos pies por hectárea.
- Daños en en sotobosque
- Cortas dirigidas, con motosierra
- Crea huecos: reactiva sucesión y fomenta desarrollo de otros pies





## ACTUACIÓN SOBRE ESTRATOS INFERIORES

- Afecta a pies dominados, de los estratos inferiores, jóvenes o no
- Finalidad: puesta en luz; liberación de regeneración avanzada (brinzales, latizales, fustales)
- Con machete, hacha, motosierra en pies pequeños; anillamiento en mayores
- A veces puede ser liberación o refinamiento



## EL ANILLAMIENTO

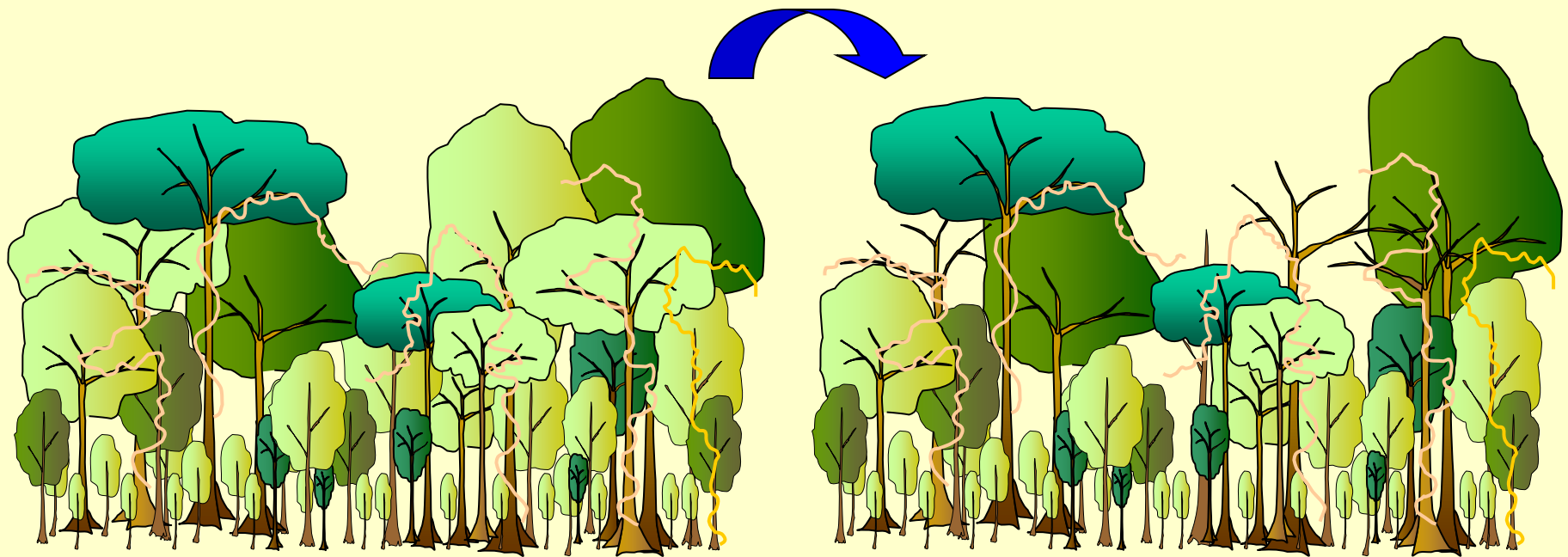
Corta de la corteza y el cambium para impedir la circulación de retorno de la savia y matar al árbol

- Se hace a poca distancia sobre el suelo
- Una incisión , o dos separadas unos 30 cm, quitando corteza
- Sin (80%) o con fitocida (100%) Louman *et al.*, 2001
  - ✓ Antes arsenitos
  - ✓ Luego 2,4 D, 2,4 5-T
  - ✓ Ahora glifosato, Tordon (con gasoil)
  - ✓ Muerte en unos meses (algunas especies hasta 24 meses)



# ACTUACIÓN SOBRE ESTRATOS SUPERIORES

- Afecta a pies dominantes de especies no comerciales
- Finalidad: raleo, reducción AB; liberación de jóvenes; puesta en luz de regenerado conseguido
- Anillamiento
- A veces puede ser liberación



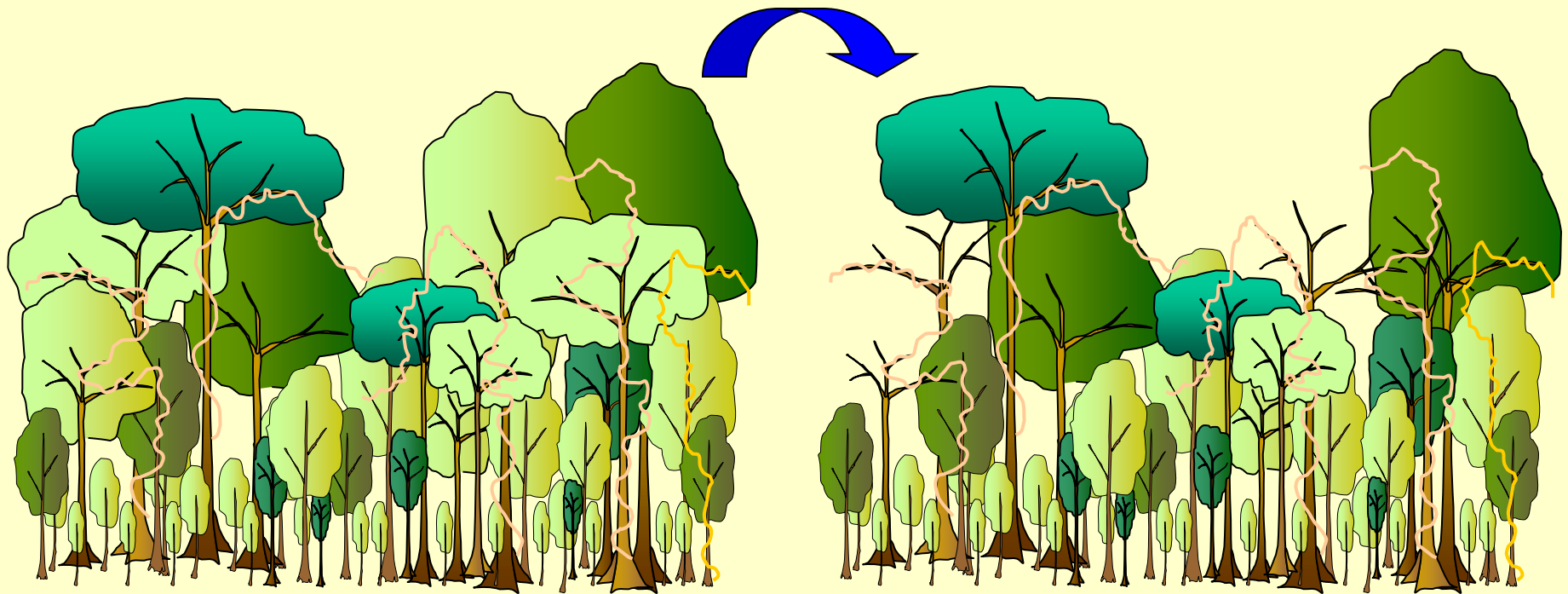
## REFINAMIENTO

- Afecta a pies de especies no comerciales
- No debe eliminar especies, sino reducir representación de las mismas
- Puede afectar a pies de todas las clases de tamaño. En principio, parece lógico hacerlo sobre grandes y medianos (> DMC y fustales), por efecto y coste. 40/20 – 10: radio 10 m jóvenes, pies > 20 cm; fuera > 40 cm
- Finalidad: incrementar abundancia de representación de especies comerciales; incremento de volumen maderable por hectárea, concentración de crecimiento en pies comerciales
- Machete, hacha, motosierra, anillamiento
- Puede afectar a fauna polinizadora o dispersora
- A veces es a la vez refinamiento y liberación



# LIBERACIÓN

- Afecta a pies dominantes o codominantes de especies no comerciales que compiten con jóvenes de especies comerciales. ES FRECUENTE
- Finalidad: reducción de competencia sobre jóvenes de futuro, reducción de AB; incremento de volumen maderable por hectárea, concentración de crecimiento en pies comerciales
- Anillamiento





## SANEAMIENTO

- Afecta a pies extracortables, senescentes o podridos por dentro
- Reduce bastante AB
- Anillamiento
- Riesgo de afección a especies faunísticas (y florísticas)

## RALEO

- Afecta a pies de especies no comerciales o comerciales
- Finalidad: Reducir AB, concentrar crecimiento en árboles de futuro
- Anillamiento
- Posible aprovechamiento de productos (entonces, corta)
- Habitual en plantaciones

# TRATAMIENTOS DE MEJORA O “DOMESTICACIÓN”

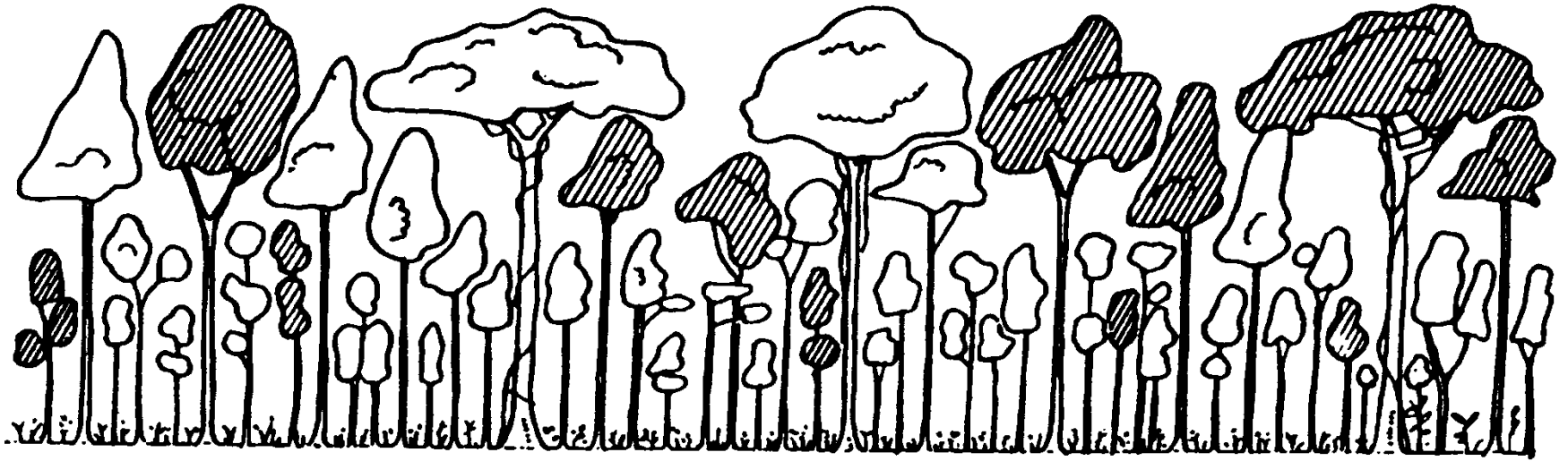
- FINALIDADES:**
- \* Incremento volumen maderable
  - \* Incremento producción maderable
  - \* Reducción de complejidad.

- TIPOS:**
- \* De mejora más o menos pura
  - \* De regeneración (aprovechamiento) y mejora

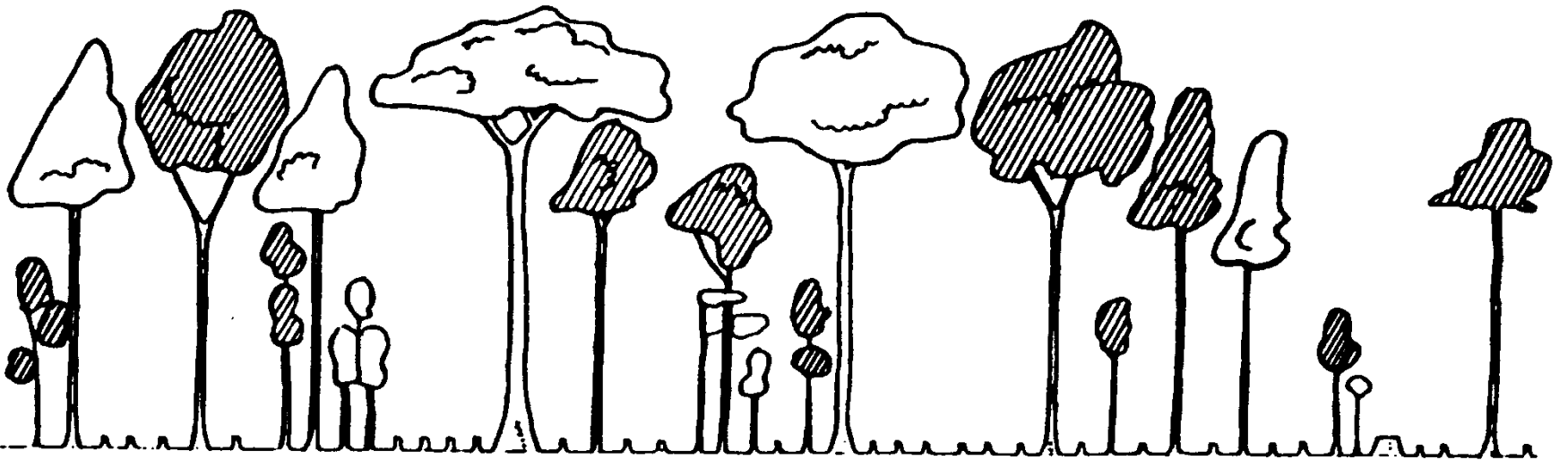
## PROCESO GENERAL:

- \* Inventario:
  - árboles maderables (volumen, distribución)
  - jóvenes (número, distribución)
  - regenerado ( ¿ existencia suficiente ?)
- \* Cartografía
- \* Corta de lianas
- \* Aprovechamiento maderable (si es posible)
- \* Refinamiento (estratos inferiores)
- \* Liberación (estratos superiores)

# UNIFORMACIÓN POR ALTURAS



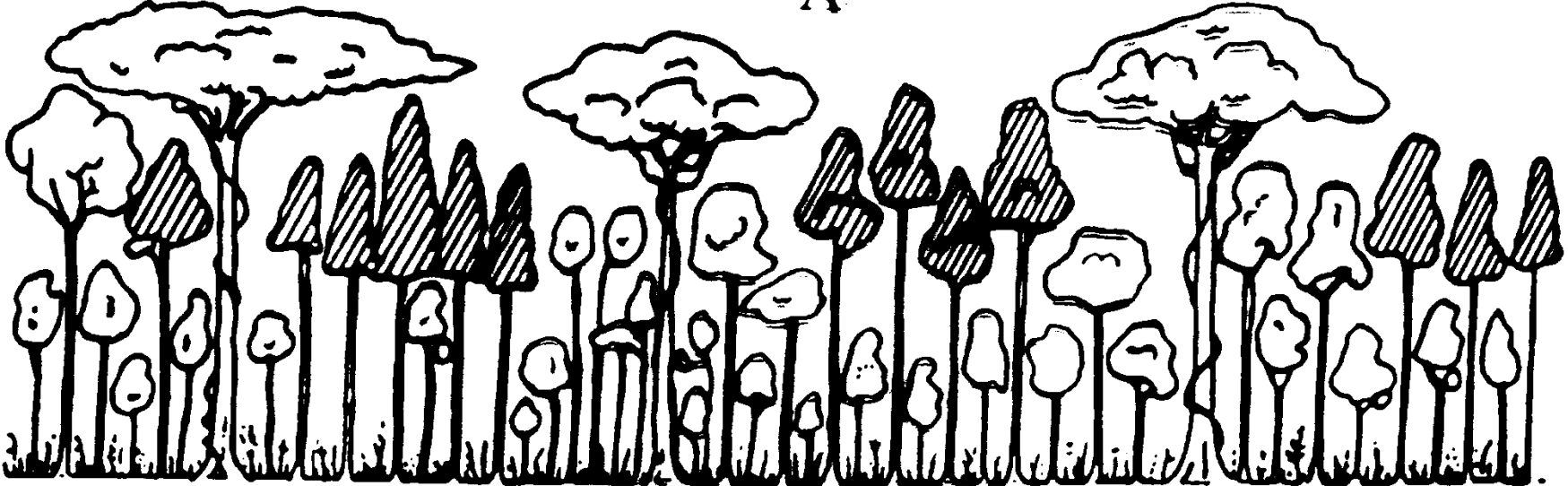
Before thinning



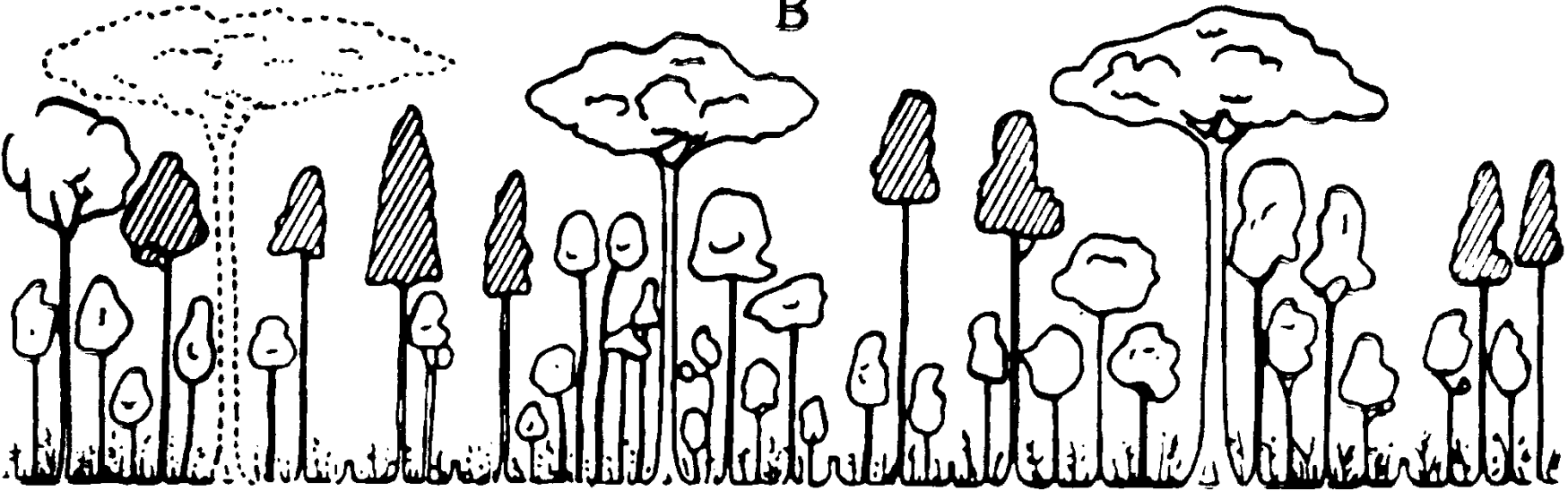
After thinning

# MEJORA DE MASAS DE OKUME

A



B



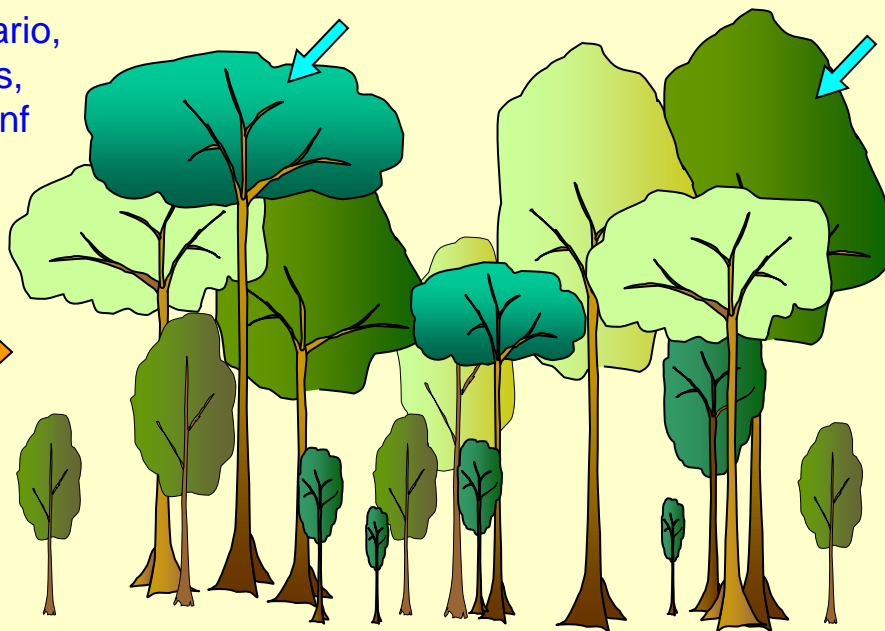
## TRATAMIENTOS MONOCÍCLICOS (CONTINUOS)

- Corta de todos los pies de especies comerciales de  $DAP > DMC$
- Cortas continuas (aunque afecten a pocos pies por hectárea)
- Se repiten en rotaciones (no turnos, porque no corresponde a la edad de cortabilidad) relativamente amplios. 30-40 años
- Interesantes para especies comerciales relativamente intolerantes
- Concentra operaciones y reduce costes
- Mayor daño puntual al sistema, pero cada bastante tiempo
- Variantes:
  1. Adaptaciones sistema clásico. Aclareos sucesivos. Pretenden regenerar
  2. Corta principal (deja cubierta)
  3. Aclarado - Corta principal – Cubierta protectora
  4. Tratamientos previos mínimos (todo a la vez)



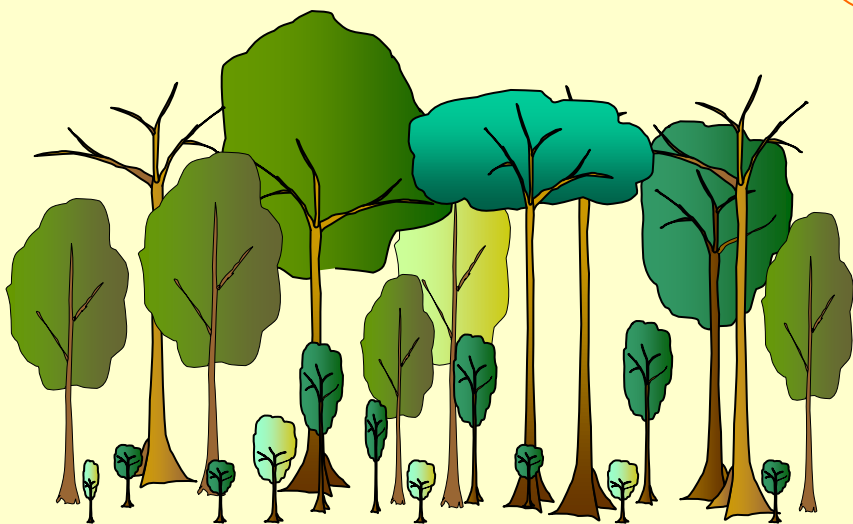


Inventario,  
lianas,  
estr inf

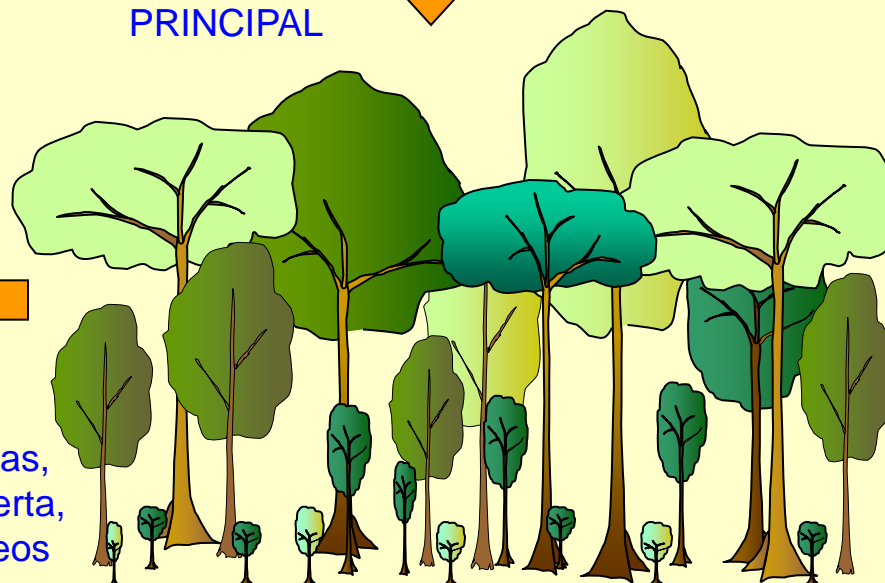


1

CORTA  
PRINCIPAL



Lianas,  
Cubierta,  
clareos



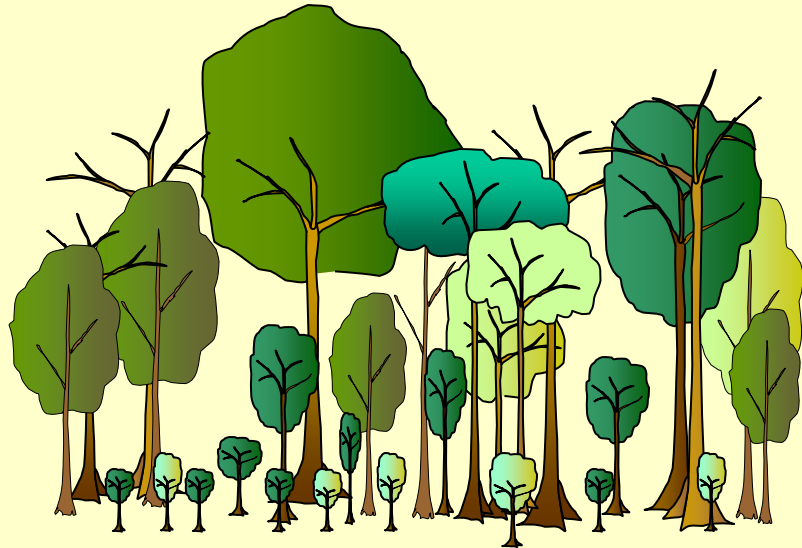


Inventario,  
lianas,  
1 año  
CORTA  
PRINCIPAL

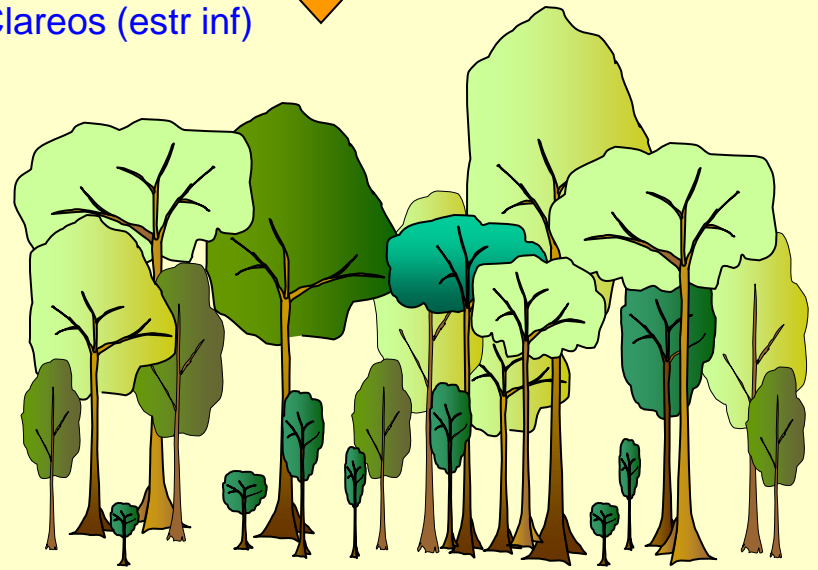


2

Lianas  
Clareos (estr inf)



Lianas,  
Cubierto,  
clareos



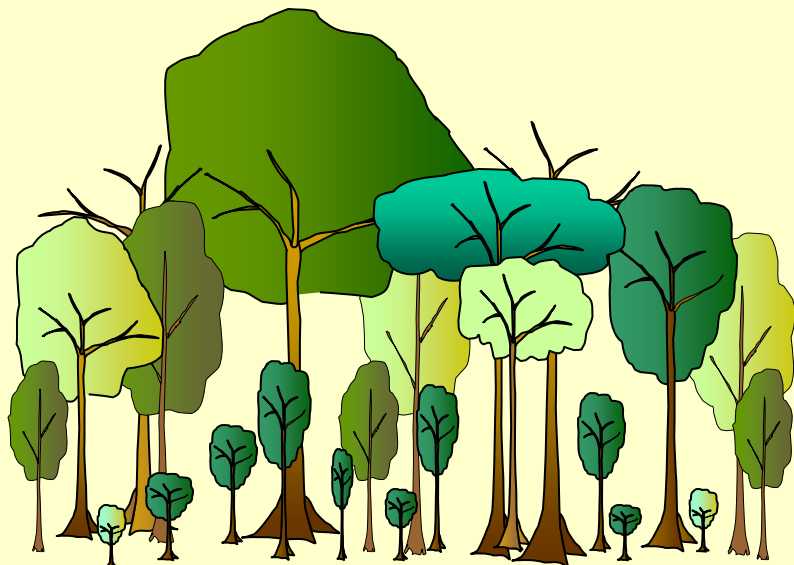


Inventario,  
lianas,  
clareos

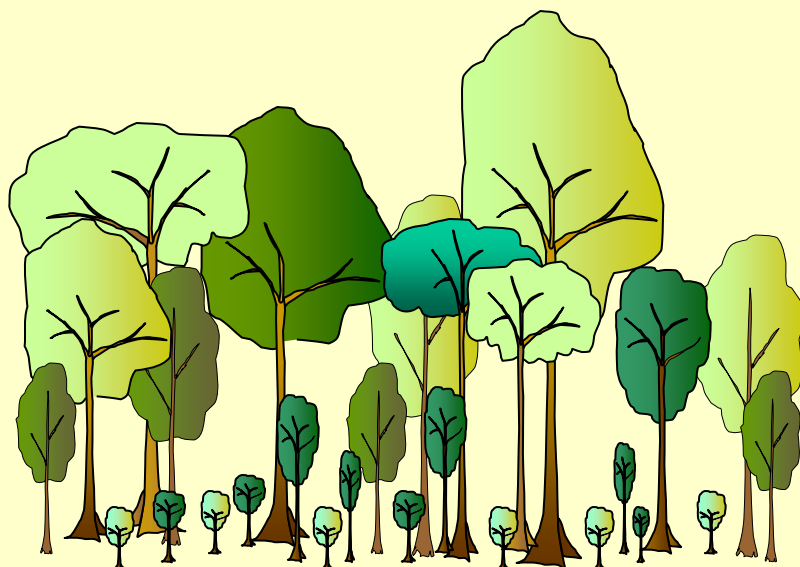


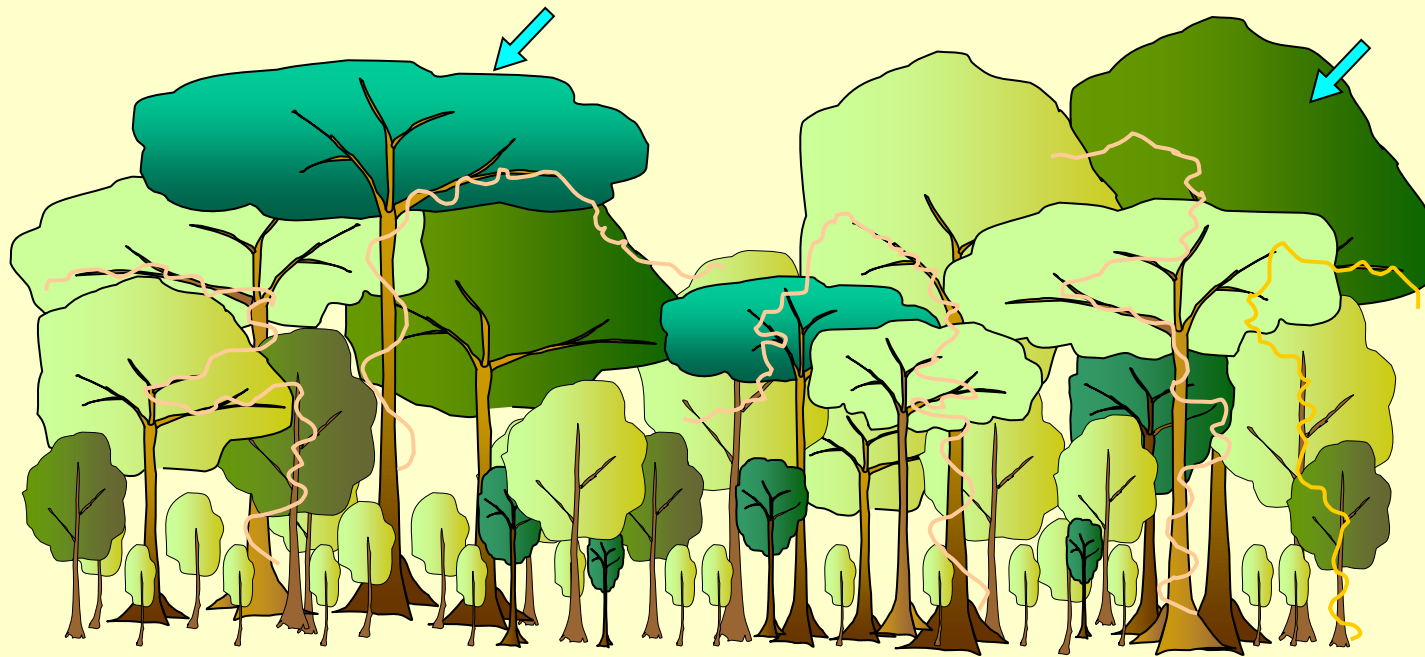
3

CORTA PRINCIPAL  
Clareos (estr inf)



Lianas,  
Cubierta,  
clareos





4



# SISTEMA DE CORTAS A HECHO EN FAJAS ESTRECHAS

## Cooperativa Yanesha (Perú)

### OBJETIVOS:

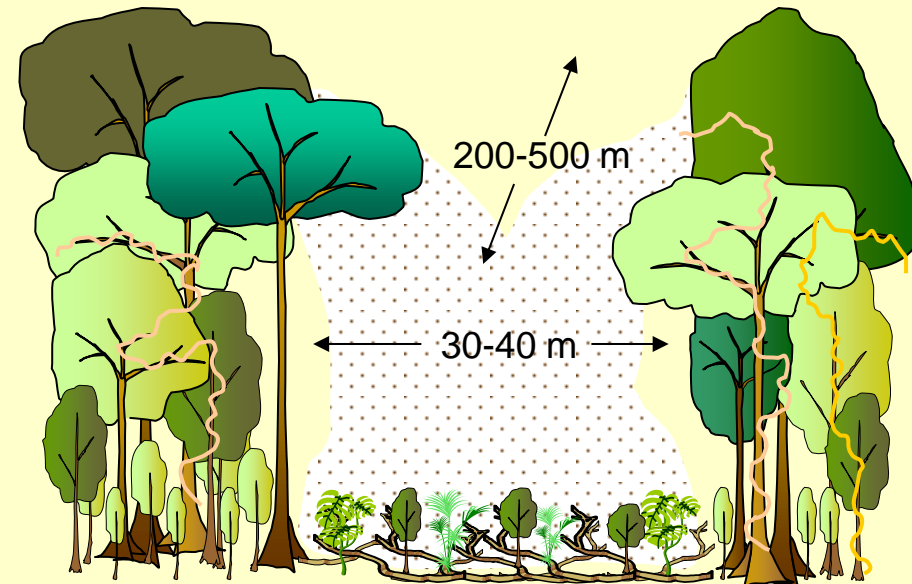
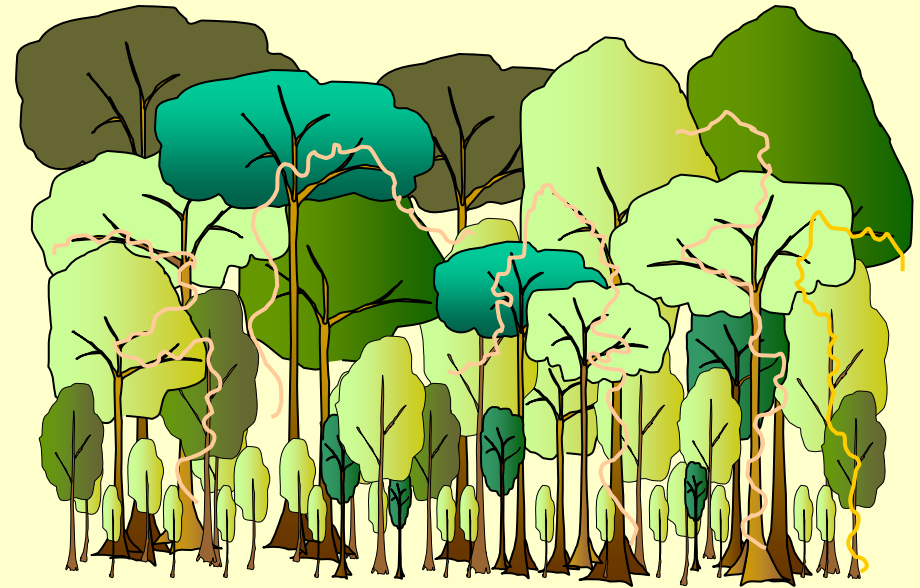
- Perpetuación del sistema forestal
- Mejora de poblaciones locales
- Procesamiento local de productos
- Aprovechamiento máximo de recursos

### DIFICULTADES:

- Utilización de muchas especies y dimensiones
- Ciclos de nutrientes
- Impacto del aprovechamiento
- ¿Se mantiene la diversidad?

### CARACTERÍSTICAS:

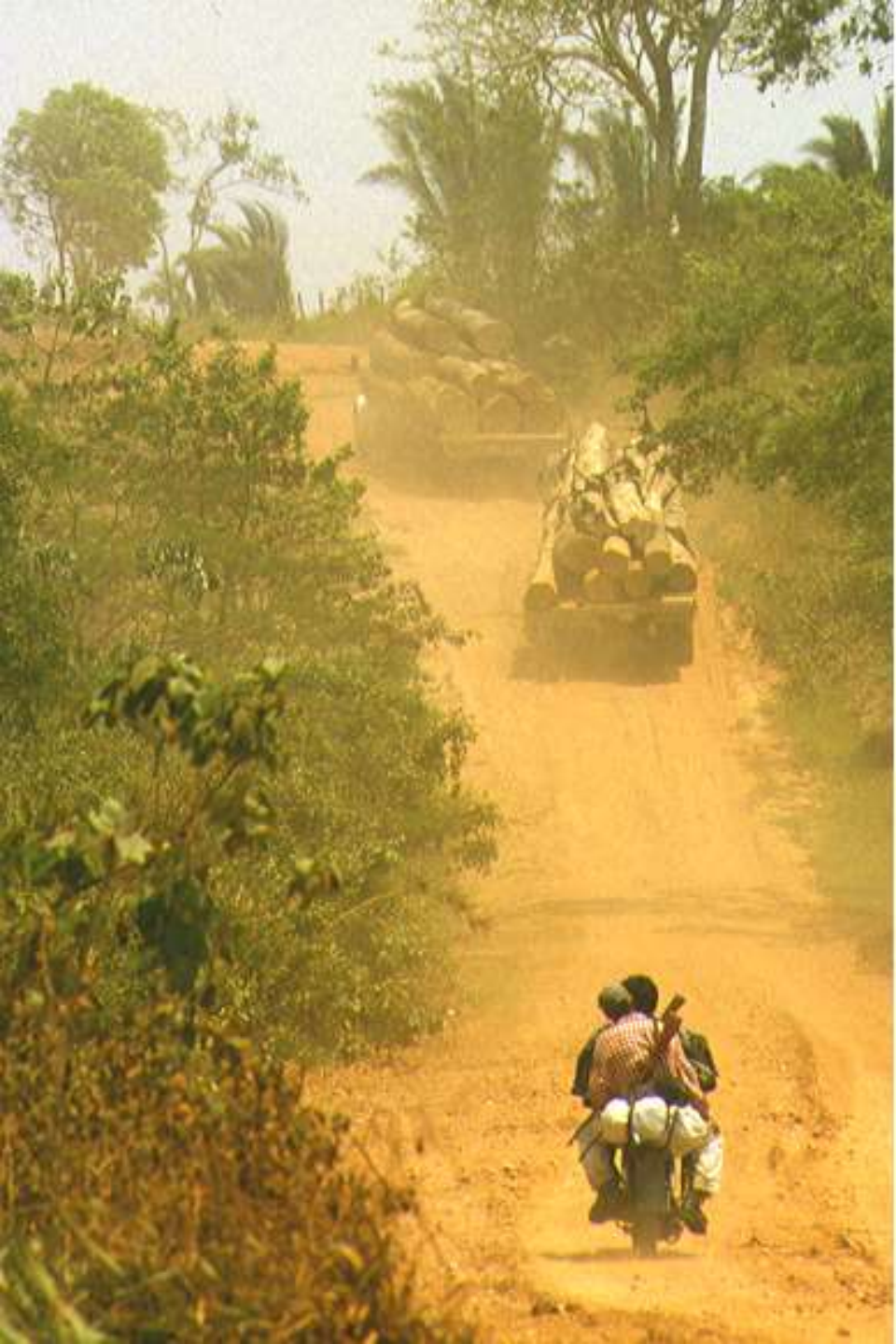
- Mapificación-Planificación
- Se aprovecha casi todo
- Aprovechamiento o elaboración local
- Se saca sólo madera (no corteza o ramillas)
- Desembosque con tracción animal
- Comprobación de índices de diversidad
- Regeneración sexual y vegetativa
- Turnos de unos 40 años
- Posibilidades de 6 a 8 m<sup>3</sup>/ha-año (altísimas)





## TRATAMIENTO MONOCÍCLICOS ÓPTIMO (ahora)

- Inventario árboles valiosos (picas desde pistas, cada 50 m)
- ¿Muestreo diagnóstico?
- Decisión de especies comerciales
- Planificación aprovechamiento para mínimo coste e impacto
- Apertura pistas camiones (drenaje, arroyos) y picas skidder
- Corta de lianas
- Corta principal (época seca). Corta dirigida. Desramado “in situ”
- Marcaje y Liberación de árboles de futuro (lianas también)
- ¿Plantación de árboles en claros?

















## TRATAMIENTOS POLICÍCLICOS (DISCONTINUOS)

- Corta de parte de los pies de especies comerciales de DAP > DMC
- Cortas discontinuas (pocos pies/ha)
- Se concentran las cortas para que los costes sean admisibles (entresaca regularizada o periódica)
- Se repiten en rotaciones (no turnos, porque no corresponde a la edad de cortabilidad) relativamente cortos: 10-30 años
- Interesantes para especies comerciales relativamente tolerantes y para bosques de alto interés ecológico
- Mantiene alta diversidad estructural, pero incrementa costes
- Menor daño puntual al sistema, pero cada poco tiempo



## SISTEMA CELOS (SURINAM)

- Sistema policíclico desarrollado por la Universidad de Wageningen (R de Graaf) para los bosques tropicales húmedos de Surinam
- Para bosques de gran diversidad > 150 especies arbóreas/ha
- Buena representación de especies comerciales (unos 100 ind/ha)
- Volumen maderable total 200 m<sup>3</sup>/ha; AB: 31 m<sup>2</sup>/ha
- Cortas de 30 m<sup>3</sup>/ha cada 20-25 años (1,2 m<sup>3</sup>/ha-año)
- Concesiones de 20000-25000 ha

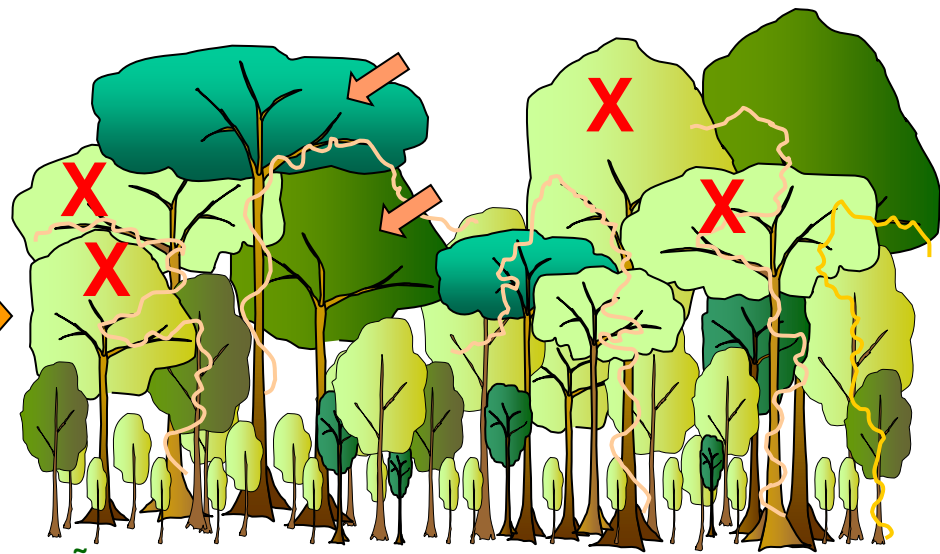
SISTEMA CELOS

Sistema de Aprovechamiento CELOS

Sistema de Manejo CELOS (selvicultura)



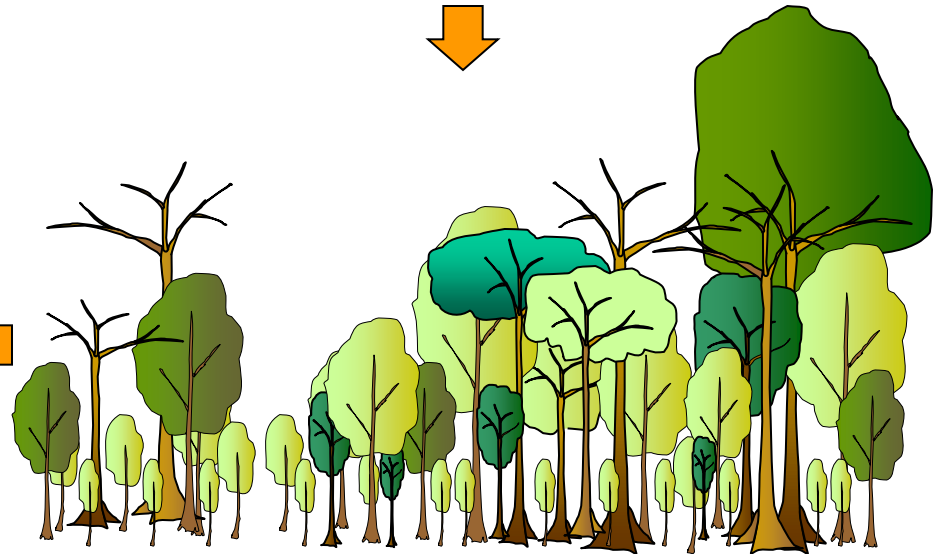
**BOSQUE PRIMARIO.** Antes de la intervención



**AÑO 0:** Corta principal (2 árboles); corta de lianas, refinamiento y liberación ( $d > 30$  cm) Posibilidad: 30 m<sup>3</sup>/ha en 21 años; AB: 31 => 16 m<sup>2</sup>/ha



**AÑO 7:** antes del segundo refinamiento



**AÑO 2:** (tras corta principal y de lianas, refinamiento y liberación)



**AÑO 9: 2 años después del 2º refinamiento**



**AÑO 14: antes del 3er refinamiento**



**AÑO 23: fin de la primera rotación**  
**Bosque complejo, diverso, pero más comercial**

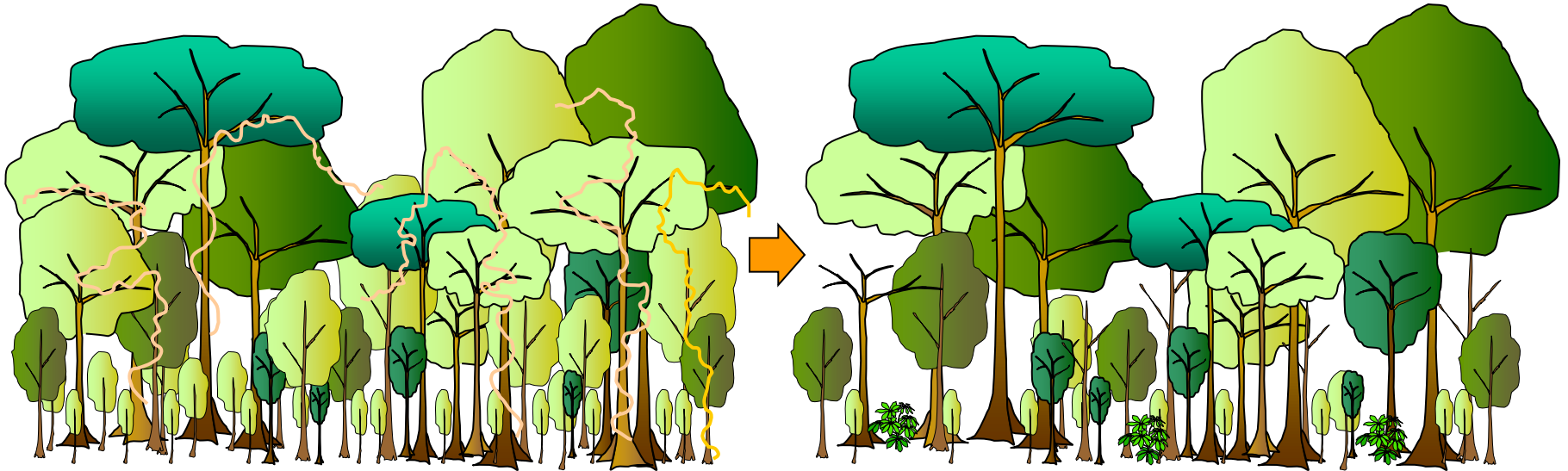


**AÑO 16: 2 años tras tercer refinamiento**

## SISTEMA POLICÍCLICO DE FILIPINAS

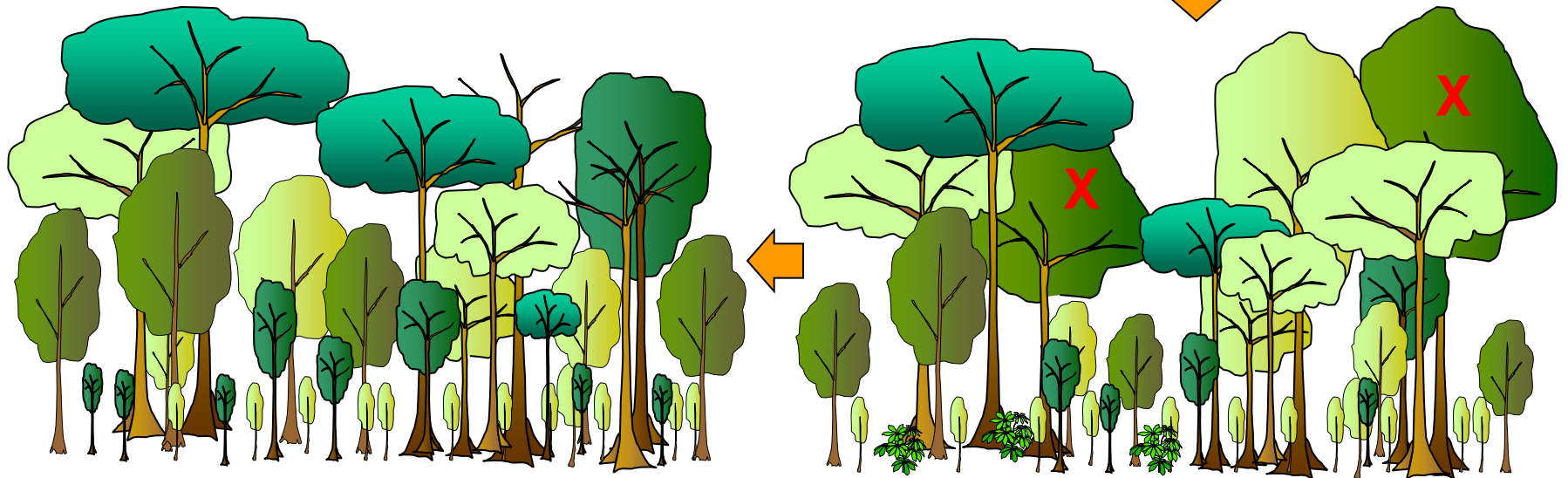
- Sistema policíclico desarrollado en Filipinas a mitad del siglo XX para resolver problemas de cortas selectivas
- Para bosques primarios o secundarios poco alterados
- Cortas cada 30-40 años
- Corta final: 100% de > 80 cm;  
60% de 65 a 75 cm;  
30% de 15 a 65 cm
- Los pies restantes grandes de especies comerciales son reserva de futuro
- A los 10-15 años: refinamiento y liberación
- Mal funcionamiento por Dipterocarpáceas grandes; las pequeñas no eran jóvenes y no reaccionaban a tratamientos

# SISTEMA POLICÍCLICO DE QUEENSLAND



Rotación: 15-20 años

Lianas, estratos inferiores, *Laportea*



Refinamiento, liberación, *Laportea*

Corta principal, ¿laboreo? ¿plantación? *Laportea*