

El bosque como comunidad vegetal

- Teoría organísmica y del continuum
- Propiedades emergentes
- Tipos biológicos, formas de crecimiento y grupos funcionales
- La Fisonomía de los bosques
- Estructura vertical y horizontal
- Estructura cuantitativa
- Estructura de rodales
- Concepto de diversidad
- Tramas tróficas



Comunidad

- El término comunidad incluye a todas las poblaciones (de diversas especies) que ocupan un área determinada y coexisten en el tiempo.
- Corresponde a lo que suele denominarse como comunidad biótica.

¿Qué son las comunidades?

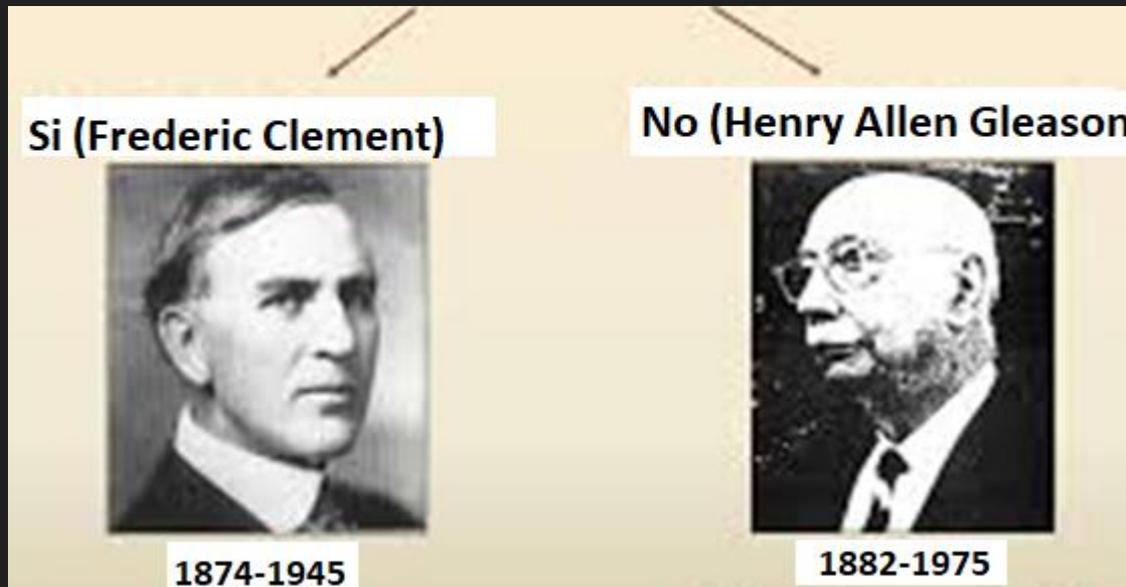
✓ Incluyen distintos niveles tróficos.

✓ Pueden abarcar distintas escalas espaciales.



¿Qué son las comunidades?

¿La composición florística de una comunidad está “predeterminada” ?



La comunidad es vista como un “super-organismo”

La composición de la comunidad depende del azar y las oportunidades

Visión **ORGANÍSMICA** de la **COMUNIDAD**

Clements veía las comunidades vegetales como entidades claramente reconocibles y definibles que se repetían con gran regularidad sobre una región dada de la superficie terrestre.

- Las diversas especies que integran la vegetación en un punto de la superficie terrestre están unidas como los órganos y partes del cuerpo de un ser vivo.
- Poner todas las partes juntas supone crear una especie de super-organismo: **la comunidad vegetal**, que no puede funcionar si no están presentes todos sus órganos.
- Al igual que un organismo, las comunidades pueden clasificarse según un sistema jerárquico. Las formaciones y asociaciones son categorías dentro de ese sistema, tal como lo son la familia, género, especie dentro del sistema de clasificación taxonómico.
- En una misma formación (por ejemplo, bosques montanos, bosques boreales, bosques abiertos), se pueden reconocer asociaciones, caracterizadas por una o más especies dominantes.

Visión **ORGANÍSMICA** de la **COMUNIDAD**

“al igual que un organismo, la formación surge, crece, madura y muere. ”

“las comunidades son nombrables y tienen límites *más o menos* definidos”

“la composición florística general define una asociación...”

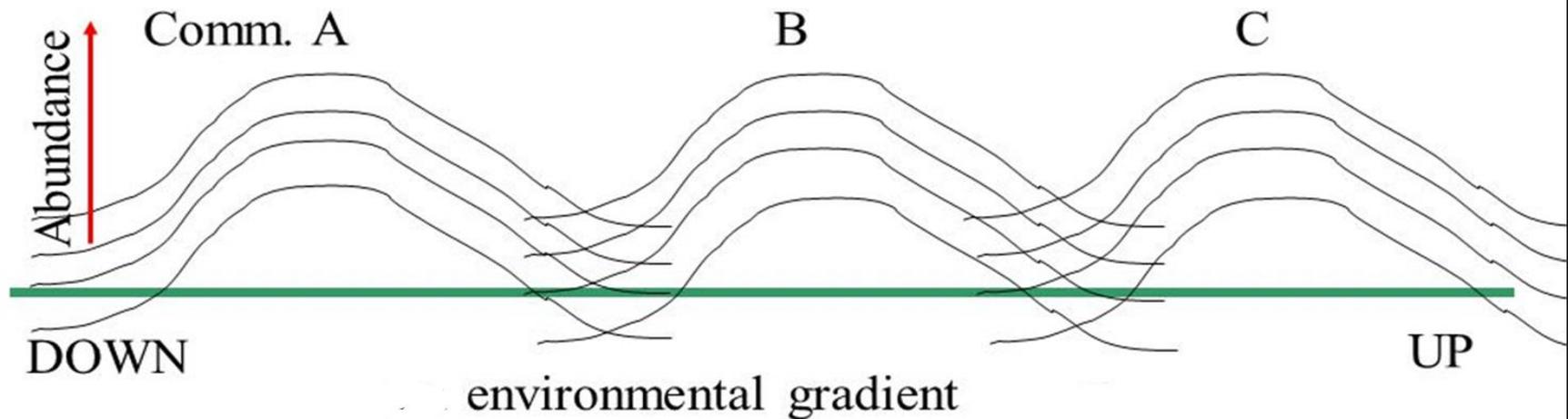
“La misma etapa sucesional puede volver a ocurrir con las mismas especies dominantes y codominantes.”



Frederic E. Clements

¿Qué son las comunidades?

Community as super-organism (Clements)



Teoría individualista o del *continuum*

Gleason (1926) propuso la visión INDIVIDUALISTA de la COMUNIDAD o teoría del *continuum*



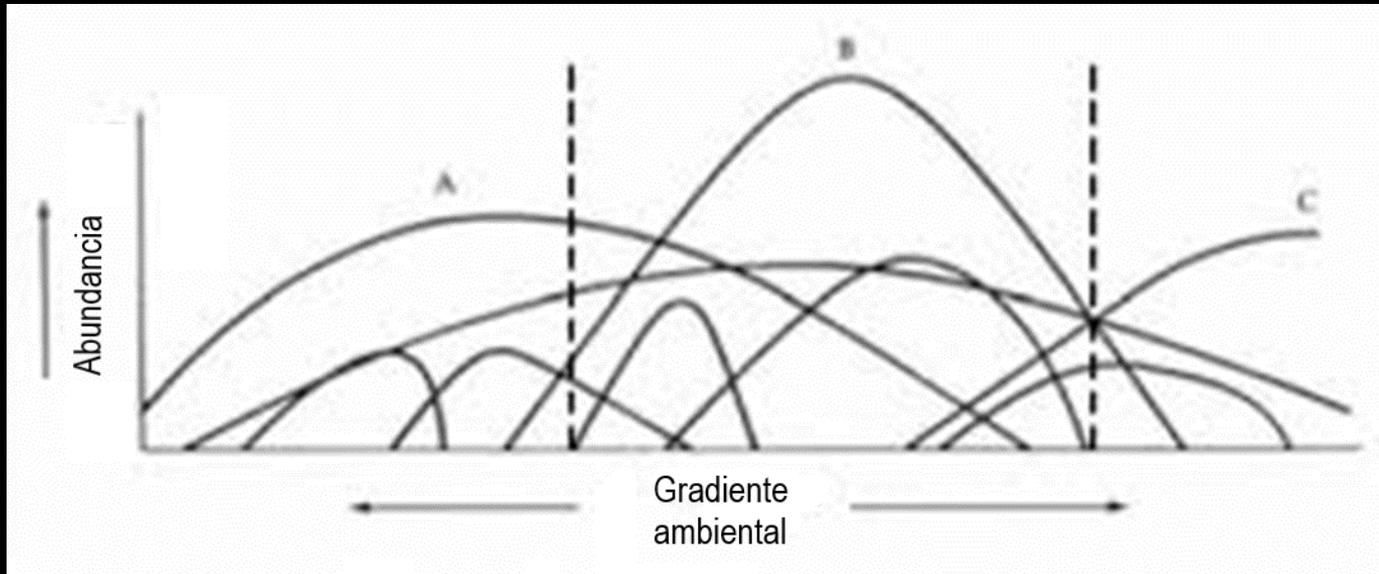
“Una asociación no es un organismo, difícilmente incluso una unidad vegetal, sino una simple coincidencia...”

“... cada especie de planta es un caso en sí misma, cuya distribución en el espacio depende de sus peculiaridades individuales de dispersión y sus requerimientos ambientales ”

La relación entre especies coexistentes es simplemente el resultado de las similitudes de sus necesidades y tolerancias.

¿Existen los límites entre comunidades?

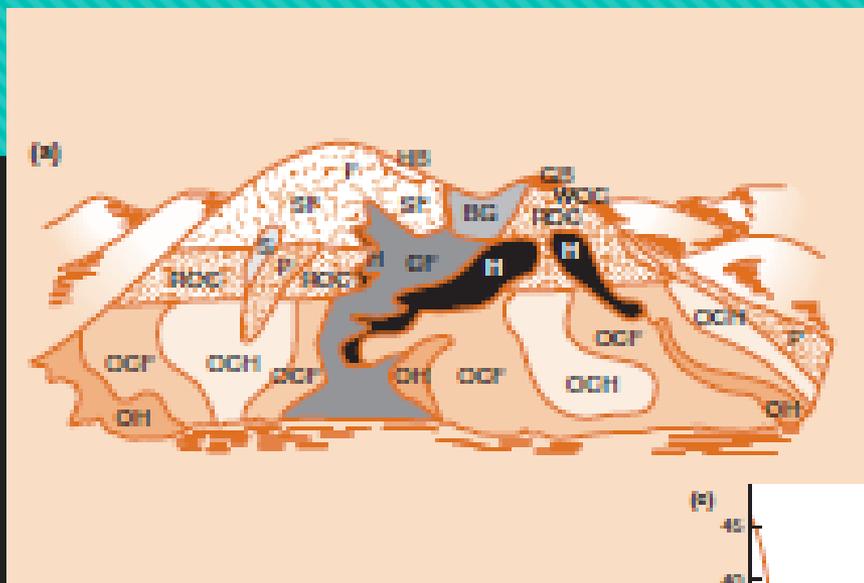
Los límites de las comunidades son generalmente arbitrarios



Las curvas corresponden a la **abundancia de** diferentes **especies** a lo largo de un gradiente ambiental.

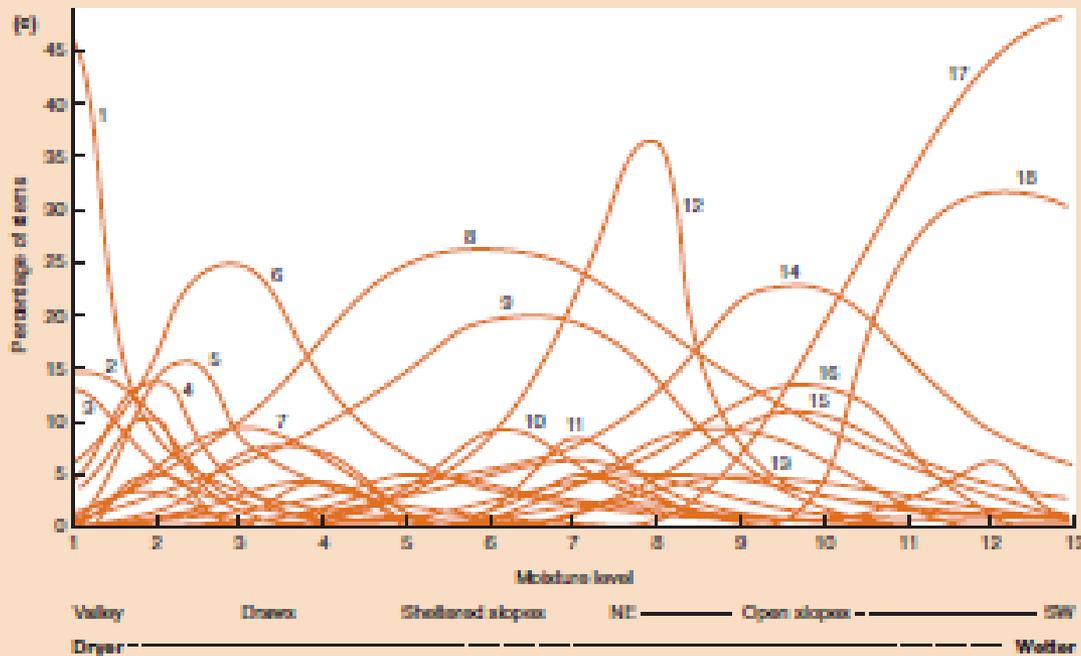
Las letras corresponden a **comunidades** definidas arbitrariamente.

Dos visiones diferentes: teorías organísmica y del continuum



Distribución topográfica de tipos de vegetación idealizados en una montaña y valle orientados al oeste.

Distribución de las poblaciones de especies arbóreas diferentes (porcentaje de tallos presentes) a lo largo de un gradiente de humedad.



TEORIAS ORGANÍSMICA E INDIVIDUALISTA:

En la naturaleza, las comunidades se sustituyen o no unas a otras dependiendo del esquema espacial de distribución de factores ambientales importantes:

- ✓ Si los parámetros varían en forma escalonada, las especies tienen tendencia a formar grupos discretos que se separan en la zona del límite de cambio.
- ✓ Si los parámetros varían en forma gradual o continua, cabe esperar que las especies dominantes se vayan reemplazando gradualmente unas a otras a lo largo del mismo.

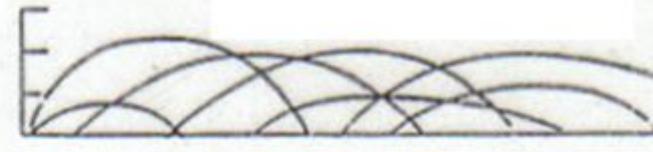
TEORIAS ORGANÍSMICA E INDIVIDUALISTA

**Cambio ambiental
escalonado**

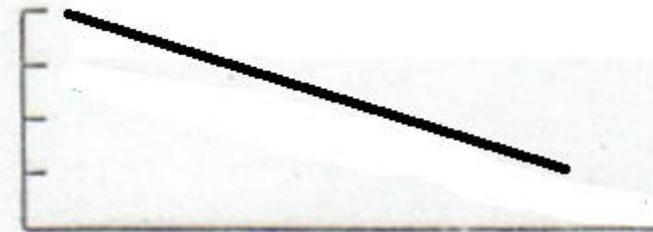
**Cambio ambiental
gradual**

**Valor de
importancia
de las
especies**

**Esquema
espacial de la
distribución
de un
parámetro
ambiental
crítico**



Distancia



Distancia

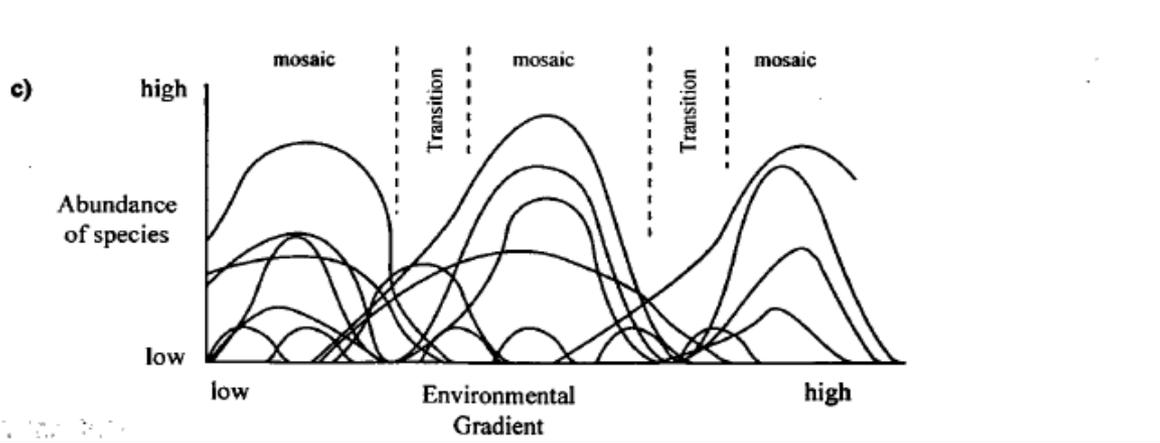
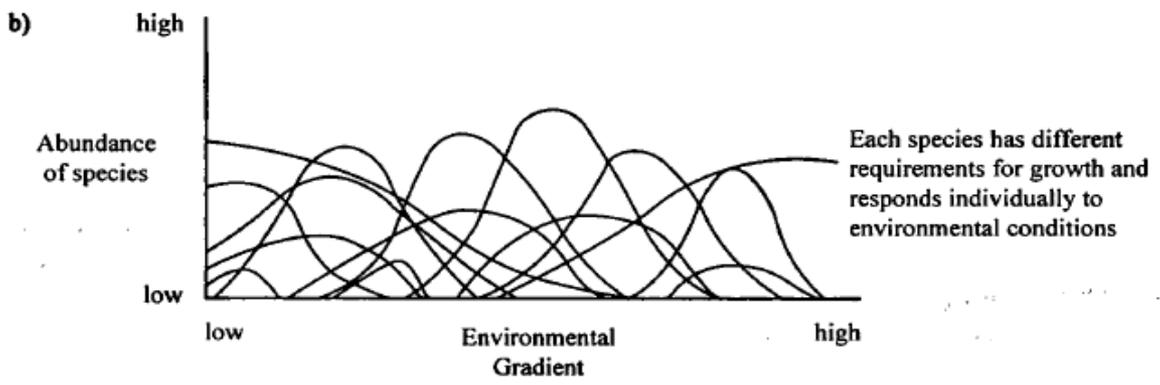
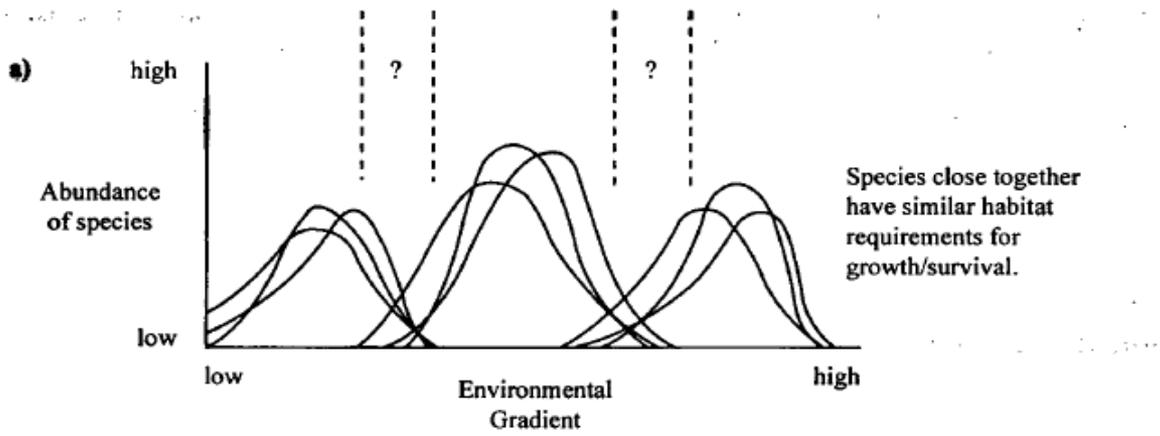
Hipótesis del patrón climáxico

Whittaker (1953) y Whittaker y Levin (1977) conciliaron estos dos conceptos de comunidades:



Robert H. Whittaker

- ✓ Existe un mosaico de comunidades climáxicas (etapa avanzada de la sucesión), es decir un conjunto de comunidades que se repiten a escala regional en respuesta a combinaciones repetidas de factores ambientales.
- ✓ Los mismos grupos de especies o comunidades pueden repetirse en el espacio como **Clements** imaginó, pero entre estos grupos, las llamadas áreas de transición (ecotonos), puede presentar una mezcla de especies pertenecientes a diferentes comunidades adyacente como **Gleason** imaginó.



Las comunidades vegetales según las visiones de:

- a) Clements
- b) Gleason
- c) Whittaker

El aspecto de la comunidad

Teoría integrada de la comunidad vegetal

- ✓ La visión actual de las comunidades se basa en la hipótesis de Whittaker y se acerca al concepto de la teoría individualista.
- ✓ Cuanto más abrupta es la variación de un factor ambiental clave, más claramente estarán definidos los límites de distribución de grupos de especies contrastantes.
- ✓ Cuando un factor ambiental clave varía a lo largo de un gradiente de modo continuo es probable que también varíen de modo continuo la abundancia de las especies y las interacciones entre las propias especies genere e intensifique los límites entre ellas.

El aspecto de la comunidad

Teoría integrada de la comunidad vegetal

- ✓ La estructura de las comunidades es consecuencia de procesos poblacionales.
- ✓ Las comunidades son secciones de un gradiente continuo.
- ✓ Las comunidades son dinámicas y frecuentemente influenciadas por disturbios.
- ✓ Las comunidades son fuertemente afectadas por procesos históricos.
- ✓ Las comunidades demuestran cierta predictibilidad y direccionalidad

Más información:

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewij4u3KtMbvAhXkKLkGHWELBtAQFjAKegQllxAD&url=https%3A%2F%2Fwww.um.es%2Fdocencia%2Fgeobotanica%2Fficheros%2Ftema10.pdf&usq=AOvVaw2EZkV7V_I0tSisGSYTG8A4

Definición de comunidad

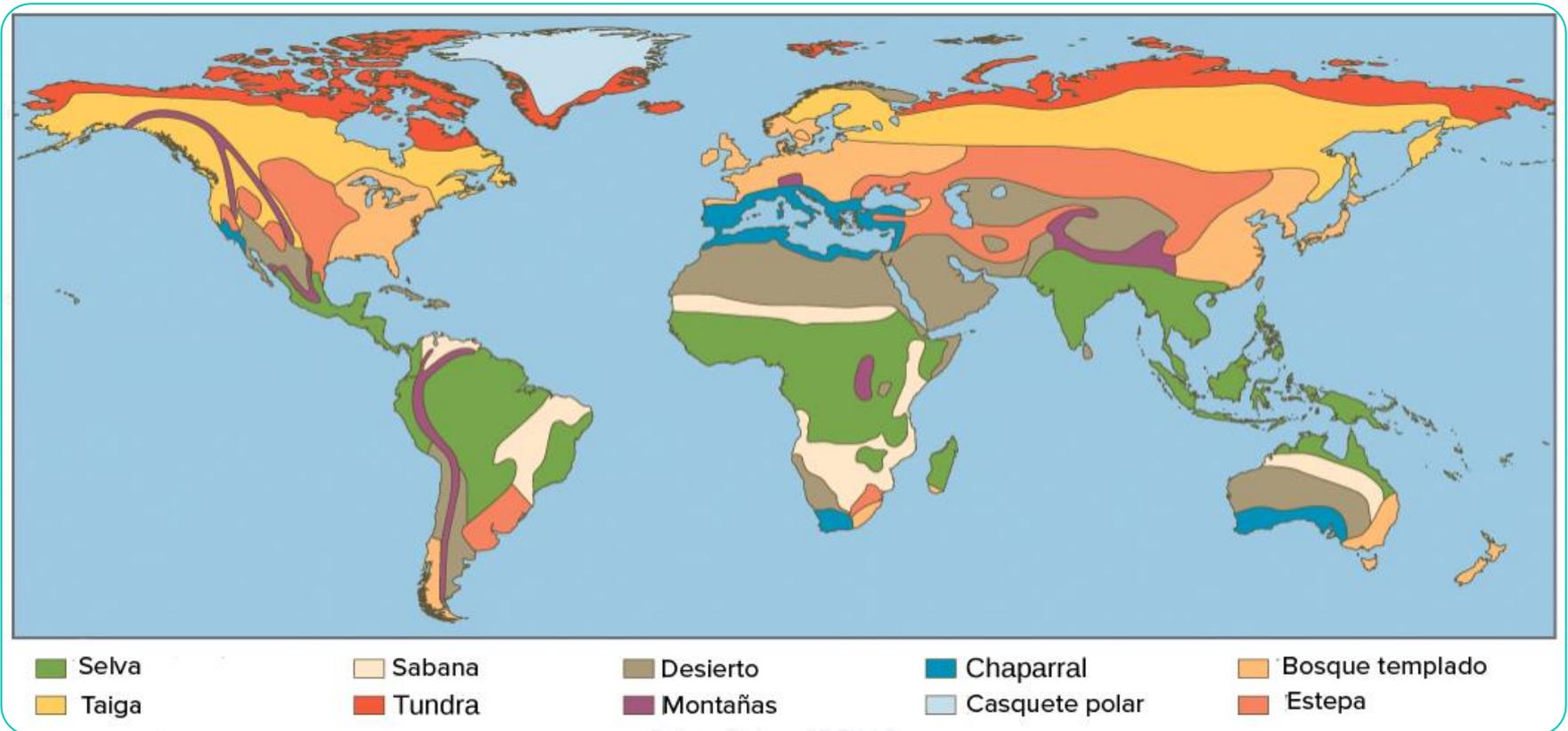
- Whittaker propone una definición más detallada de comunidad biótica:

“Una comunidad es un conjunto de plantas, animales, bacterias y hongos que viven en un ambiente e interactúan unos con otros, formando un sistema viviente distintivo, con su propia composición, estructura, relaciones ambientales, desarrollo y función”.

Propiedades de las comunidades

PROPIEDADES EMERGENTES

- **Composición de especies**
- **Estructura**
- **Riqueza de especies**
- **Diversidad**
- **Dominancia**
- **Tramas tróficas**



Tomado de Khan Academy

Escalas de la comunidad

La extensión depende de la escala de referencia que tomamos.

- La comunidad más grande e integradora con una fisonomía característica se denomina BIOMA (por ej. el bioma de la pradera, o del bosque templado). Se trata de cada unidad ecológica en que se divide la biosfera atendiendo a un conjunto de factores climáticos y geológicos que determinan el tipo de vegetación y fauna.
- La comunidad mayor de la biosfera la denominamos BIOTA



SIMILITUDES Y DIFERENCIAS ENTRE LAS COMUNIDADES MAYORES

Los distintos biomas **tienen semejanzas de fondo** en su estructura y función:

- comparten una misma fuente energética principal (el sol),
- utilizan el espacio vertical de una manera similar vinculada a las *fuentes de recursos y su disposición*,
- cambian a través del tiempo diario y estacional en función de la *variación de recursos y condiciones*, todo lo cual resulta en una *estructura global espacio-temporal con parecidos*, y
- realizan procesos de producción y consumo semejantes.

Sin embargo, **tienen aspecto y composición biótica diferente**, lo que indica que,

- los recursos y condiciones para la vida son variadas en diferentes porciones del planeta y por *ello la estructura y los procesos pueden ser de diferente magnitud*,
- han existido diferentes procesos evolutivos asociados con cambios en el ambiente.



La composición biótica y el aspecto

La diferente composición biótica entre las regiones biogeográficas (derivada de la evolución biótica y geológica), no impiden la semejanza de aspecto entre muchos bosques de distintos continentes.

Esto revela que grupos de organismos con distinto grado de parentesco taxonómico han desarrollado estructuras similares bajo climas y otras condiciones del hábitat semejantes.

Bosques tropicales húmedos

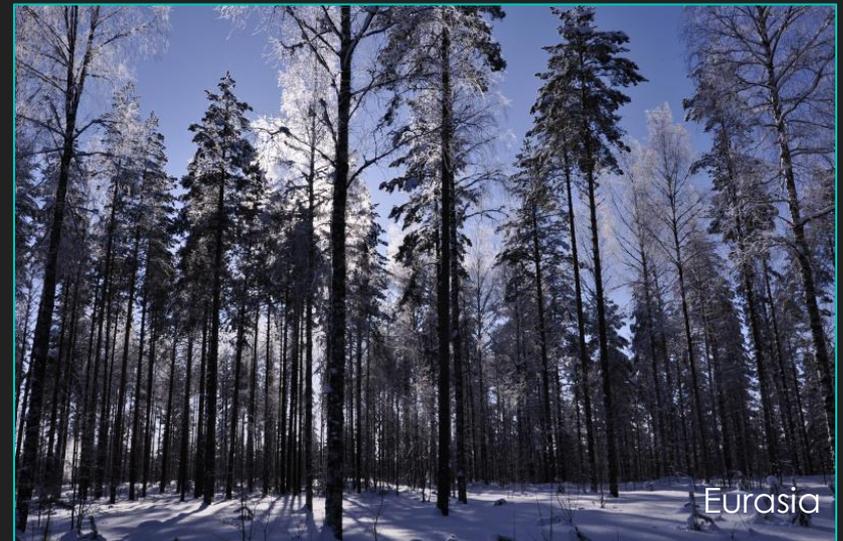


Pantanos forestales costeros



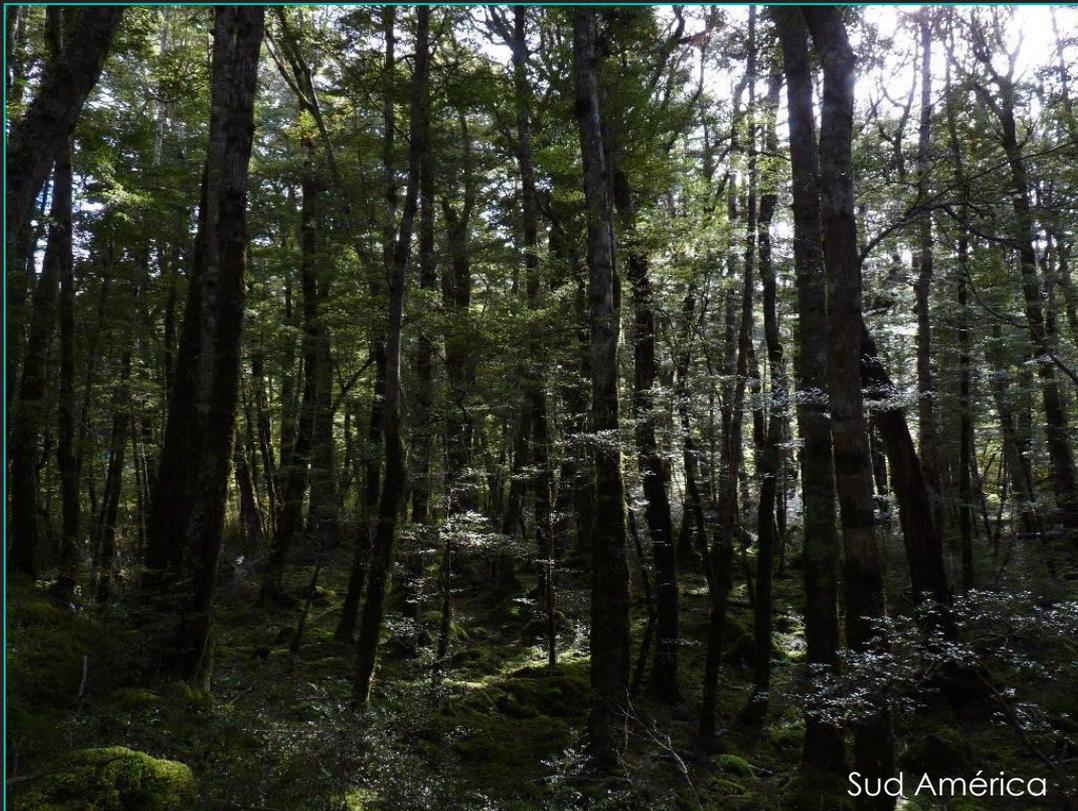
Manglares de distintas especies de la familia Rhizophoraceae

Bosques boreales



Distintas especies de *Picea*, *Pinus*, *Betula*

Bosques subárticos de *Nothofagus*



Sud América



Australia, Tasmania, Nueva Zelanda

Tipos biológicos, formas de crecimiento y grupos funcionales

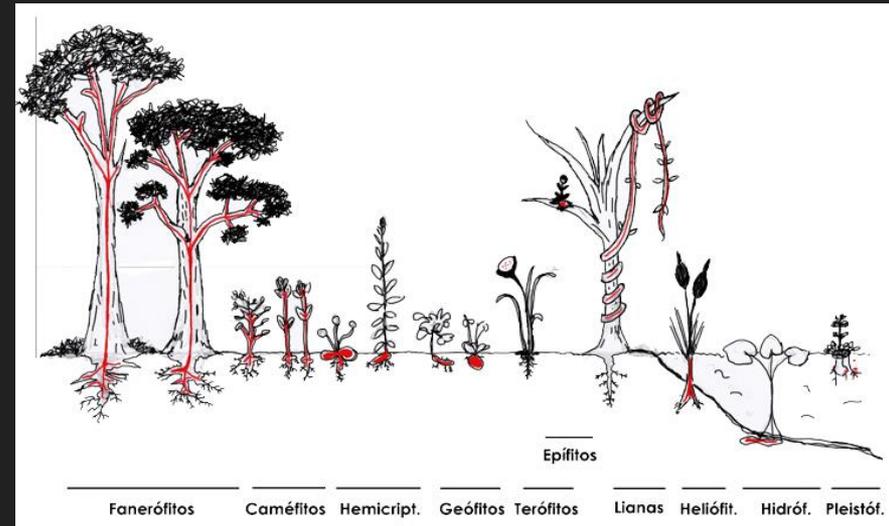
Los organismos pueden clasificarse sin atender a criterios filogenéticos,

✓ Según criterios morfológicos, que se asumen tienen relación con factores ambientales

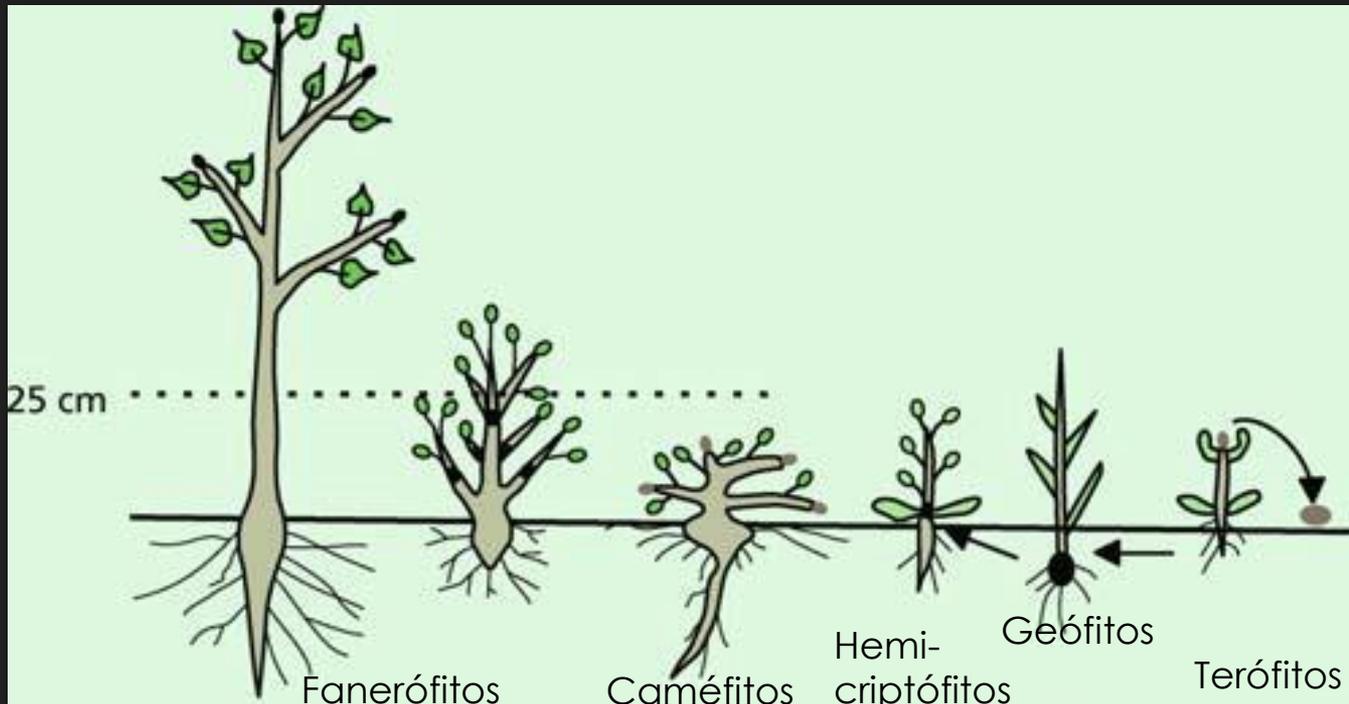
✓ Según criterios funcionales que consideran el papel de los organismos en las comunidades y ecosistemas

Los tipos biológicos (Raunkiaer)

- Desde las primeras décadas del siglo 20, Raunkiaer (botánico danés) propuso un sistema de clasificación de tipos biológicos teniendo en cuenta la altura sobre el suelo de las yemas de renuevo en las plantas.
- Se asociaba dicha posición con la rigurosidad del clima: cuanto más altas se encuentren las yemas de renuevo, más benignas serán las temperaturas.
- Uno puede extender este concepto a otras condiciones limitantes tales como agua y nutrientes.
- Dejando de lado algunos casos especiales (epífitos por ej.) podemos encontrar una relación entre la altura de las yemas y el tamaño de la planta.



Los tipos biológicos de Raunkiaer

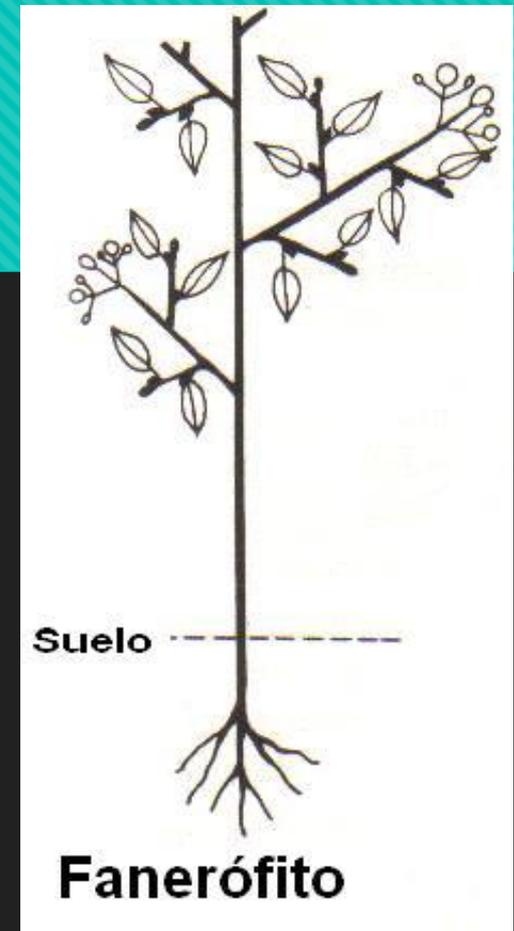


Los tipos biológicos de Raunkiaer

Los Fanerófitos

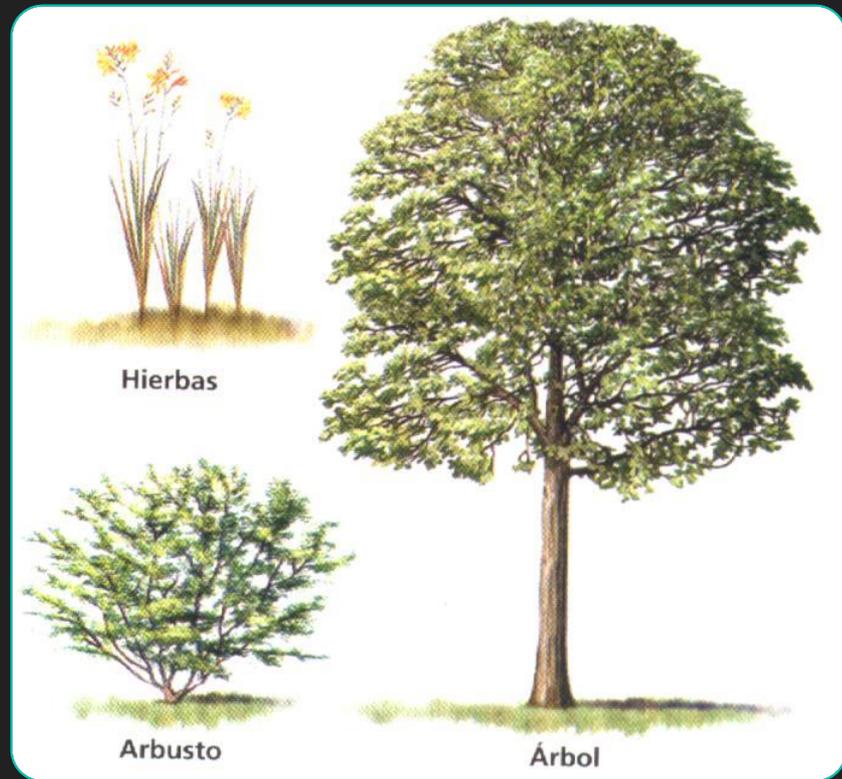
Vegetales cuyas yemas de renuevo están a más de 25 cm sobre el suelo.

- Nanofanerófitos: los tallos se ramifican desde la base. Arbustos.
- Microfanerófitos: árboles de < 8 m h.
- Mesofanerófitos: árboles de 8-30 m h.
- Megafanerófitos: árboles > 30 m h.
- Fanerófitos suculentos: árboles o arbustos carnosos.
- Fanerófitos escandenteso lianas



Formas de crecimiento

- Incluye categorías de plantas correspondientes al hábito de crecimiento de las mismas y se han efectuado diversas clasificaciones y categorías.



Formas de crecimiento de las plantas terrestres (Beard 1978)



Árboles: plantas leñosas mayores, la mayoría bien por encima de 3 m.

- 1. *Aciculifolios*: mayormente coníferas-pino, abetos, alerces, entre otras.
- 2. *Siempreverdes de hoja ancha*: muchos árboles tropicales y subtropicales, en su mayoría con hojas de tamaño mediano
- 3. *Caducifolios de hoja ancha*: las hojas se caen en la temporada invernal en la zona templada y en la época seca en los trópicos.
- 4. *Siempreverdes esclerófilas*. Hojas siempreverdes, más pequeñas y duras
- 5. *Árboles espinosos*: plantas armadas con espinas, en muchos casos con hojas deciduas compuestas.
- 6. *Árboles en roseta*: no ramificados, con una corona de grandes hojas – palmeras y helechos arborescentes-.
- Lianas (trepadoras leñosas)

Formas de crecimiento de las plantas terrestres (Beard 1978)

Arbustos: plantas leñosas menores, la mayoría de menos de 3 m de alto



- 1. *Aciculifolios*
- 2. *Siempreverdes de hoja ancha*
- 3. *Deciduos de hoja ancha*
- 4. *Siempreverdes esclerófilos*
- 5. *Arbustos en roseta*: yuca, agave, aloe, palmeto, etc.
- 6. *Suculentos*: con tallos carnosos, cactus, algunas euforbiáceas.
- 7. *Arbustos espinosos*
- 8. *Semiarbustos*: sufrútice, parte superior de los tallos y ramas mueren en las estaciones desfavorables.
- 9. *Subarbustos*: arbustos enanos que se expanden cerca de la superficie, con menos de 25 cm de alto.
- Epífitas: plantas que crecen enteramente sobre la superficie apoyándose en otras plantas.

Formas de crecimiento de las plantas terrestres (Beard 1978)

Hierbas: plantas sin tallos aéreos leñosos.

- 1. *Helechos*
- 2. *Graminoides*: pastos, ciperáceas y otras plantas graminiformes.
- 3. *Hierbas de hoja ancha*: hierbas no graminoides
- Talófitas (criptógamas no vasculares)
 - 1. *Líquenes*
 - 2. *Musgos*
 - 3. *Hepáticas* ("liverworts")



¿Qué son los grupos funcionales de plantas?

Son grupos de plantas, frecuentemente polifiléticos, que presentan respuestas similares a factores ambientales y producen efectos similares en los principales procesos ecosistémicos, por ejemplo:

- Productividad
- Ciclado de nutrientes
- Transferencia trófica

Extraído de Díaz et al. 2002 ¿Quién necesita tipos funcionales de plantas? Bol. Soc. Argent. Bot. 37 (1-2): 135-140.
https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/42239/CONICET_Digital_Nro.660b4e2e-65ff-4e0f-97b7-eae4beeb5618_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y



¿En qué se basan las clasificaciones funcionales?

- Se basan principalmente en que organismos pertenecientes a grupos filogenéticamente distintos que crecen bajo fuerzas selectivas similares tienden a exhibir características morfológicas, anatómicas y fisiológicas similares.
- Los caracteres que se utilizan en las clasificaciones funcionales tienen significado ecológico. Es decir, que son relevantes para las relaciones de las plantas con su ambiente biótico y abiótico.



Cactácea



Asphodelaceae



Fouquieriaceae



Euphorbiaceae

Ejemplo de caracteres funcionales

- Tamaño de la planta
- Arquitectura de la planta
- Área foliar
- Consistencia de las hojas
- Concentración de N foliar
- Patrones fenológicos
- Tamaño, forma y persistencia de las semillas
- Modos de polinización y dispersión
- Esfuerzo reproductivo



El aspecto de la comunidad

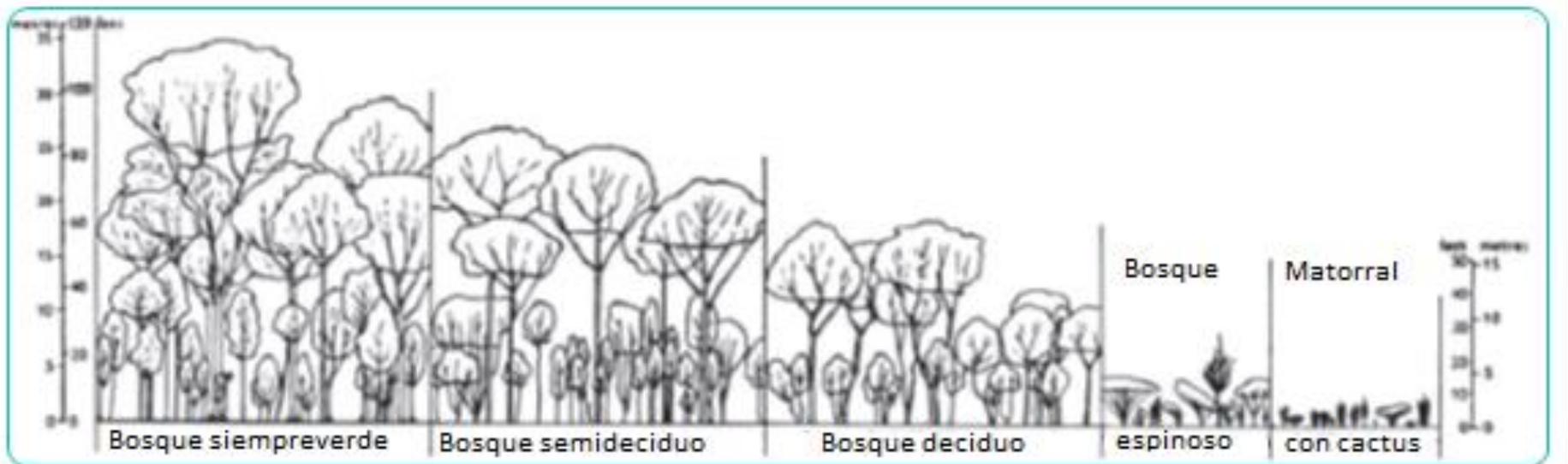
Deriva de:

- La composición biótica y los tipos biológicos presentes.
- El número de individuos y su distribución en el espacio y tiempo.
- Las adaptaciones heredadas
- Las respuestas fenotípicas de los organismos al ambiente.
- Las interrelaciones entre los organismos.



Fisonomía

- Es la apariencia externa de la vegetación.
- La fisonomía es la resultante de la disposición espacial de las plantas y de características morfo-funcionales tales como periodicidad del follaje, tamaño y forma de la hoja, presencia de espinas.



Modificado de Beard (1978)

Más información:

Matteucci, S. D., & Colma, A. (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación* (Vol. 22). Washington, DC: Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos.

https://www.researchgate.net/profile/Silvia_Matteucci/publication/44553298_Metodologia_para_el_estudio_de_la_vegetacion_por_Silvia_D_Matteucci_y_Aida_Colma/links/553a55fd0cf245bdd763f4ab/Metodologia-para-el-estudio-de-la-vegetacion-por-Silvia-D-Matteucci-y-Aida-Colma.pdf

Componentes de la Fisonomía

1-Estructura

Vertical: estratos, definidos por los tipos biológicos o formas de crecimiento

Horizontal: elementos definidos el patrón de distribución en el plano horizontal y por la abundancia de las especies.

2-Rasgos Morfo-funcionales

Ritmos foliares: ófilos, deciduos, perennes, semiperennes,

Morfología foliar: tamaño, textura

Rasgos distintivos: por ej. presencia de espinas, caulifloría, entre otras.

Estructura del bosque

Es la organización espacial de los componentes bióticos del bosque

Un bosque ocupa un volumen en el cual la distribución de sus individuos es variable.

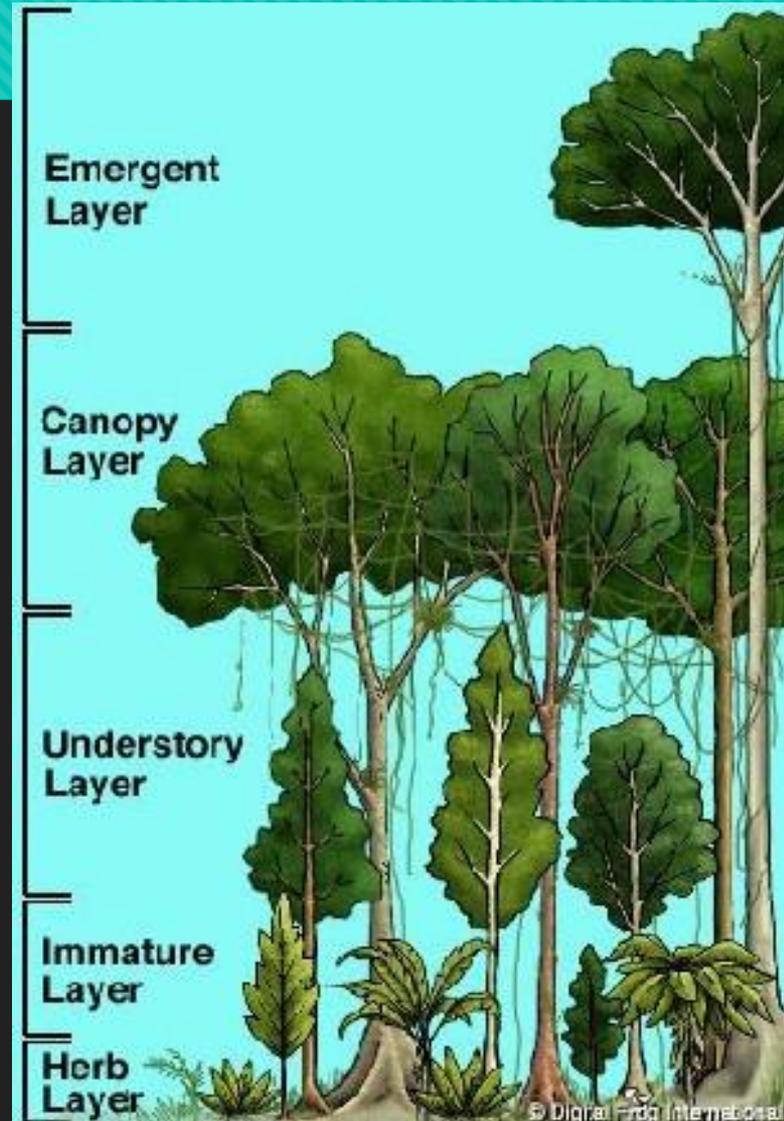
Los individuos de cada población tienden a ocupar lugares característicos en este volumen.

- ✓ Estructura vertical
- ✓ Estructura horizontal

Estructura vertical del bosque

Los árboles y la mayoría de plantas tienden a disponer sus raíces bajo tierra y, las copas de las plantas se distribuyen verticalmente en relación con:

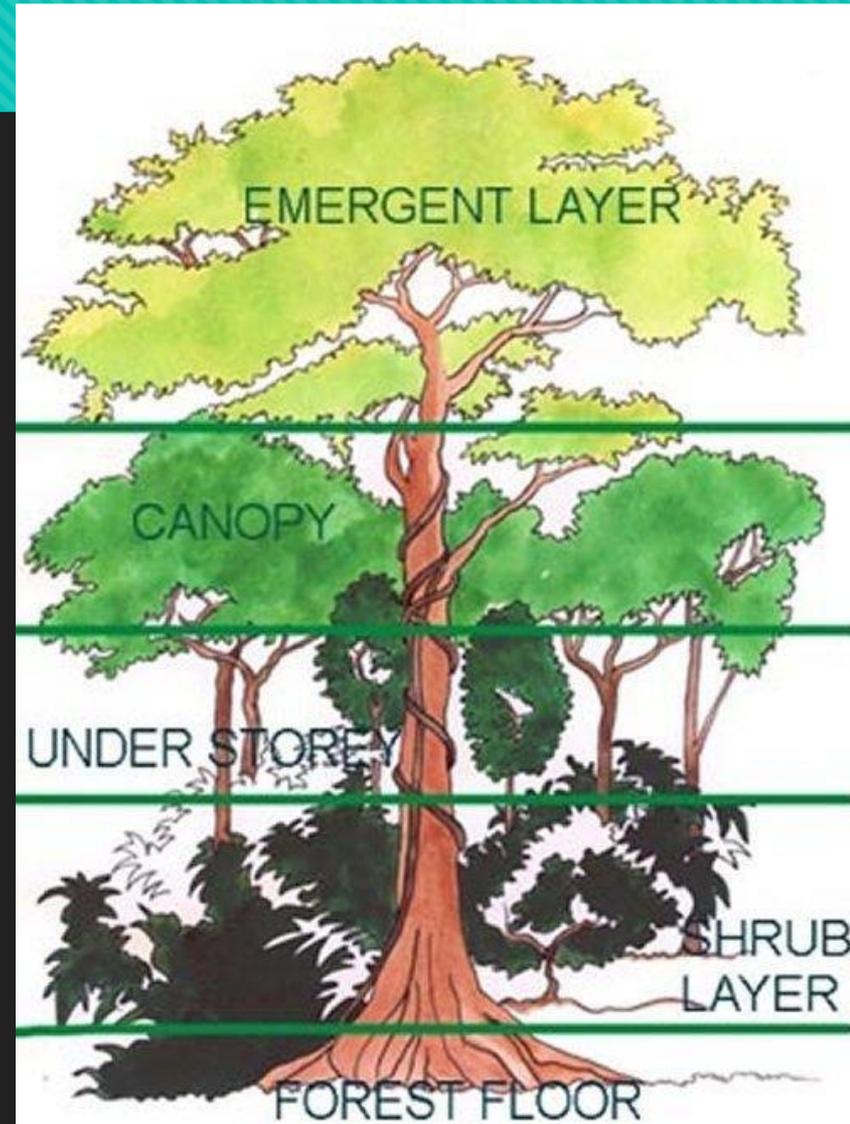
- ✓ el hábito de crecimiento
- ✓ capacidad competitiva
- ✓ tolerancia a la sombra



Estructura vertical del bosque

Tradicionalmente se han reconocido distintos ESTRATOS en la vegetación:

1. Estrato de árboles **emergentes**: el más alto de los estratos
2. Estrato arbóreo **superior**, forma un *dosel* más o menos continuo,
3. Estrato arbóreo inferior,
4. Estrato arbustivo y
5. Estrato herbáceo



Los estratos no son siempre fáciles de definir y hay plantas que van estableciendo transiciones entre esos niveles.

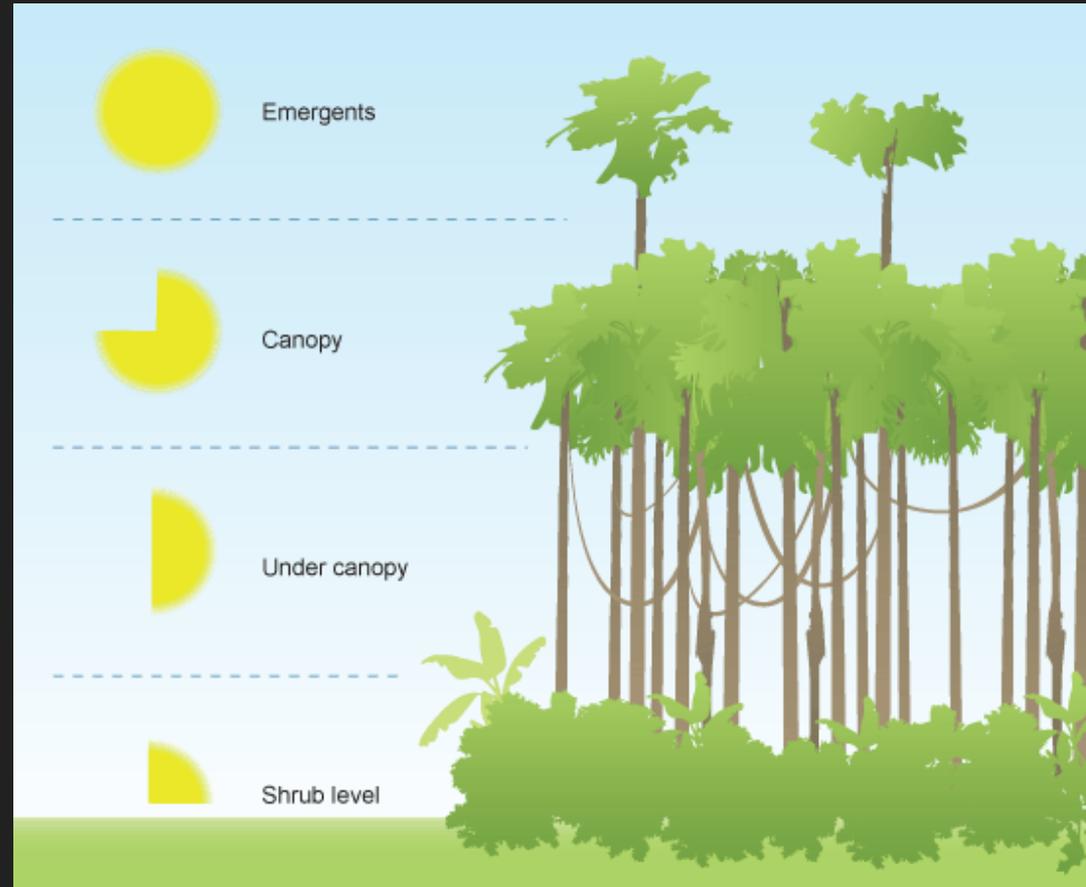
Estructura vertical del bosque

Las condiciones de vida difieren en cada estrato:

Las **lianas y epífitas** que requieren una mayor proporción de luz se distribuyen en el perfil forestal para cubrir sus necesidades lumínicas de acuerdo también a la tolerancia a otros factores.

Los **árboles emergentes** superan la altura del dosel y están expuestos a mayor insolación, temperatura, menor humedad y mayor viento.

Las plantas de los **estratos inferiores** están sometidas a fuerte humedad, escaso movimiento del aire y luz reducida, condiciones que afectan sus posibilidades productivas y de absorción y transpiración de agua.



Estructura vertical del bosque

La fauna presenta una distribución vertical diferente

- Las **aves y los mamíferos** pueden, según su hábito, ocupar **distintos estratos aéreos**
- Diferentes **artrópodos** pueden ocupar porciones del **espacio aéreo hasta debajo de la superficie del suelo**;
- otros ácaros, colémbolos, milpiés y cienpiés, se encuentran primordialmente en las capas de hojarasca y orgánicas del suelo.
- Por otra parte otros animales se encuentran a distintas profundidades del suelo, donde se extienden las raíces de las plantas.



Estructura vertical del bosque

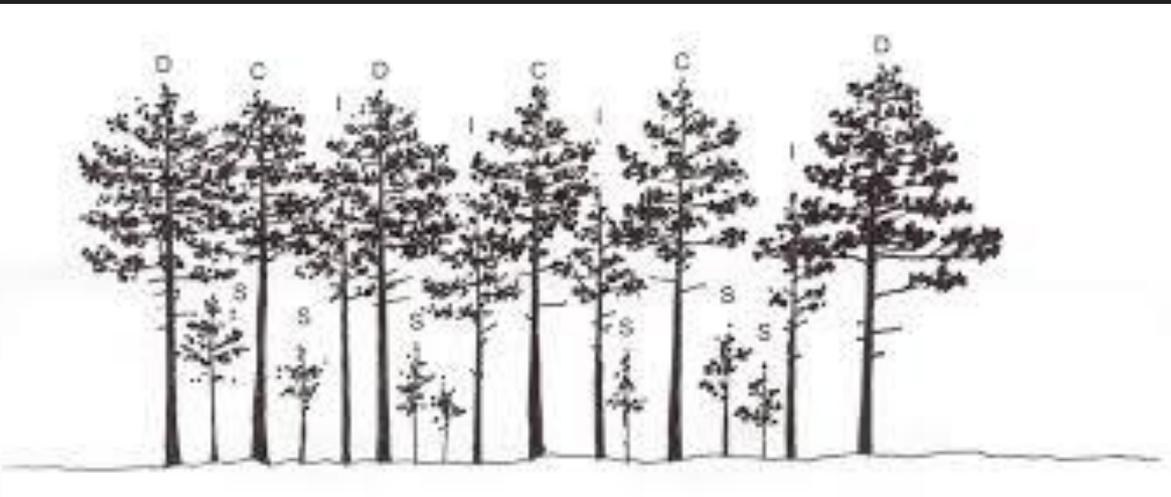
Separación de los árboles dentro de un estrato según el vigor (diferenciación)

Dominantes: Copas algo por encima del nivel general del dosel, completamente expuestas a la luz por encima y parcialmente expuestas lateralmente.

Codominantes: Junto con los dominantes, forman el dosel principal. No son tan altos como los anteriores y reciben luz de la parte superior. Son normalmente tan vigorosos como los dominantes.

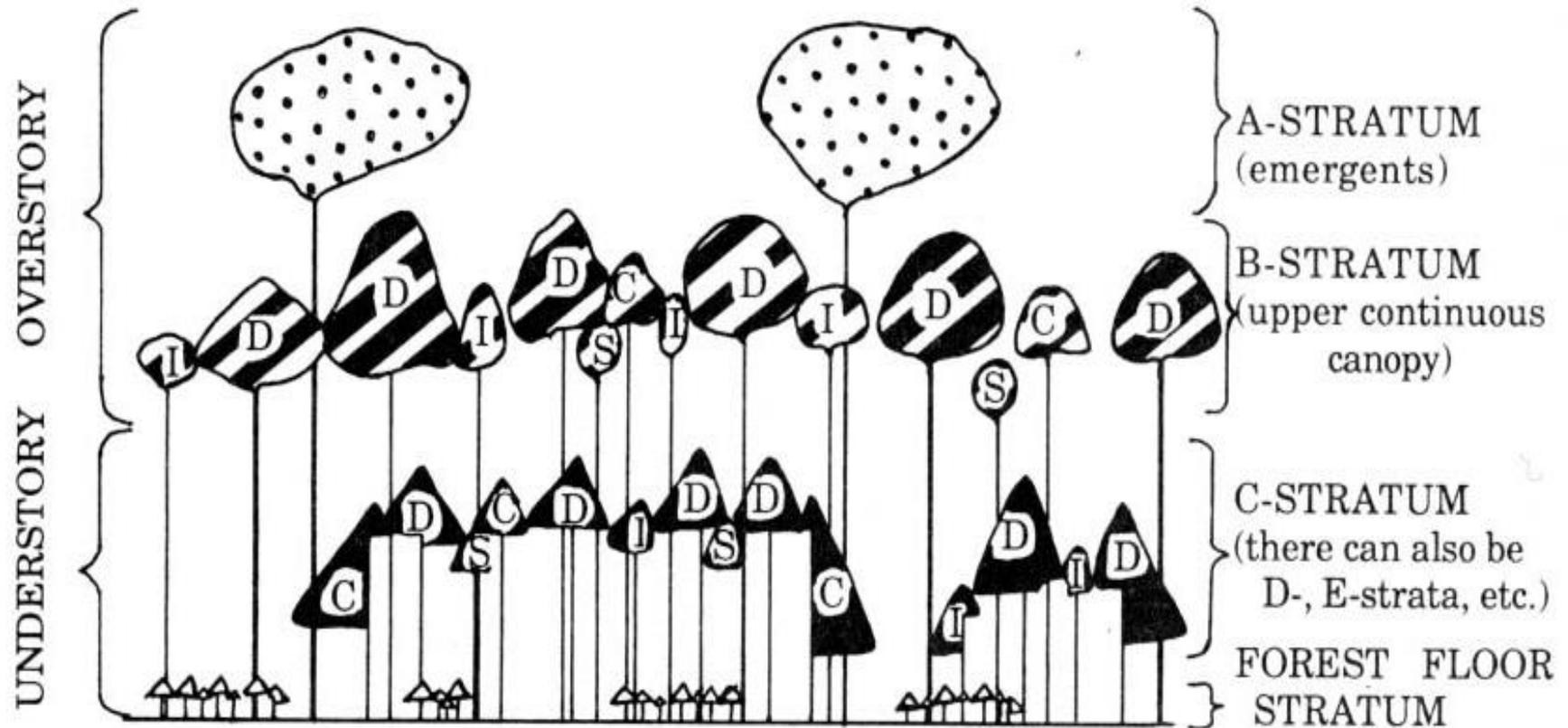
Intermedios: Copas subordinadas al dosel de árboles principales. Experimentan una fuerte competencia lateral por luz y espacio, y a menudo tienen copas angostas. Sus copas pueden formar parte del dosel principal, y la luz la reciben de arriba a través de claros entre dominantes y/o codominantes.

Suprimidos: Las copas están por debajo del dosel principal y no penetran en el mismo. Reciben escasa luz superior directa; la luz viene de haces de luz solar o luz indirecta. Crecen débiles y lento; sin embargo, algunos pueden crecer vigorosamente hacia arriba del dosel a través de claros.



Estructura vertical del bosque

Separación de los árboles dentro de un estrato: dominantes (D), codominantes (C), intermedios (I) y suprimidos (S).



Conceptos de dominancia

- 1) **Sentido florístico**: las especies dominantes son aquellas que presentan **mayores valores de abundancia**.
- 2) **Sentido forestal**: se refieren a la presencia de **plantas de mayor altura del dosel**. Se asocia a la clasificación de "**clases de copa**" de Kraft (1884) y corresponden a los conceptos de las categorías dominante y codominante.

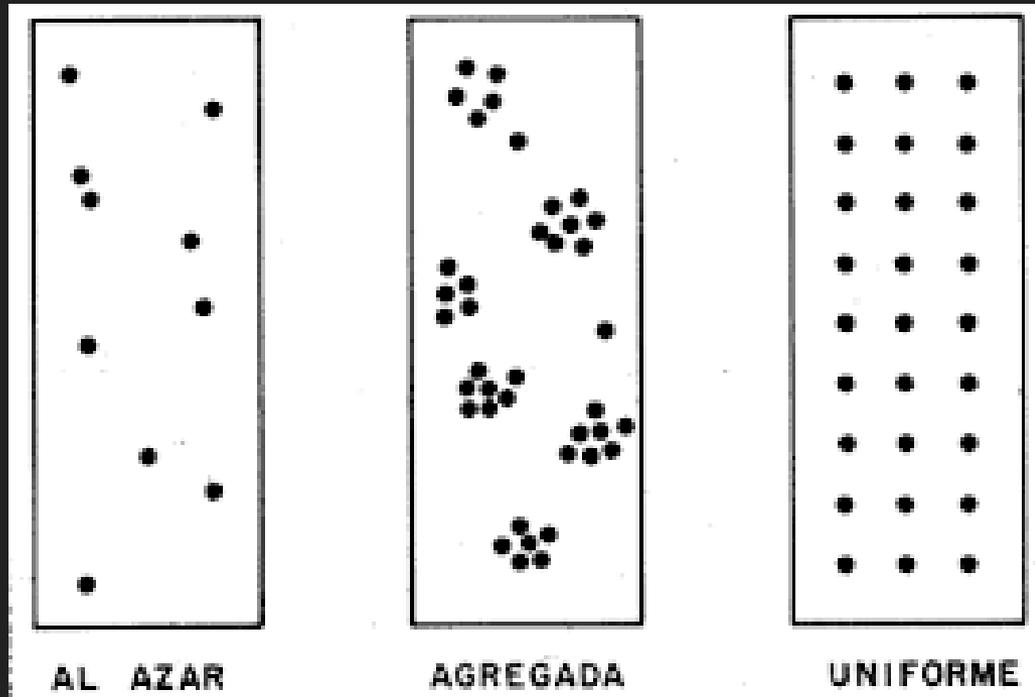
Estructura horizontal del bosque

Tres tipos básicos de distribución horizontal

1. aleatoria
2. contagiosa o agrupada
3. regular o uniforme

El patrón es también una cuestión de escala, y a una escala de detalle pueden tener un patrón de distribución y a una escala más amplia otro.

Estructura horizontal del bosque: tipos

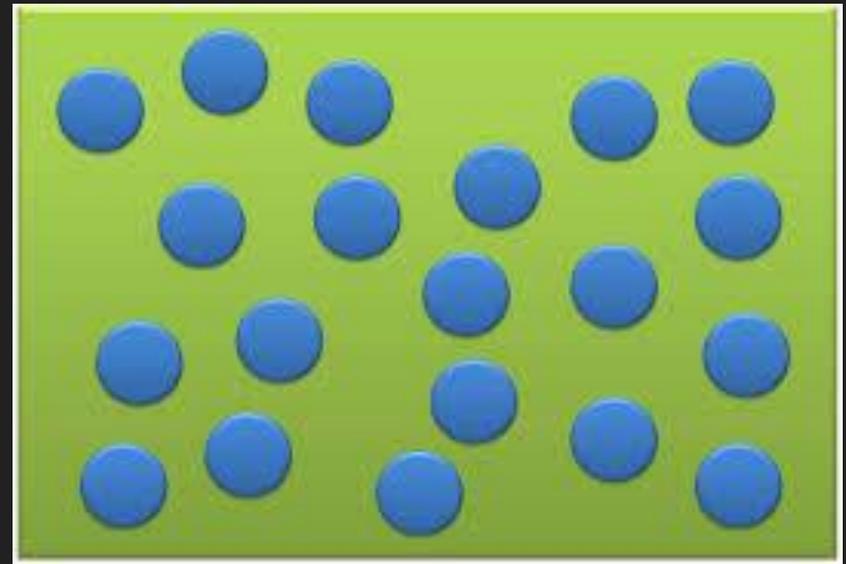


Los puntos pueden ser individuos de la misma especie, poblaciones de distintas especies o individuos de un mismo tipo biológico.

Distribución Aleatoria

La presencia de un individuo en un punto no afecta la probabilidad de encontrar otro individuo parecido en un punto cercano.

- Las condiciones básicas: medio homogéneo y ausencia de interacciones positivas o negativas entre los individuos de la misma o distintas especies.

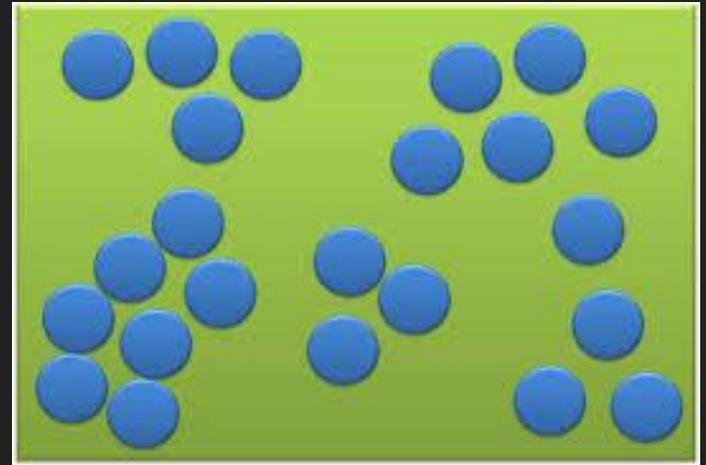


- Estas condiciones hacen que sea un patrón raro en la naturaleza.

Distribución Contagiosa o Agrupada

La localización de un individuo en un punto hace aumentar la probabilidad de encontrar a otro individuo parecido en un punto próximo.

- Condiciones: un ambiente heterogéneo y/o interacción entre individuos de la misma o de distintas especies que favorezcan el agrupamiento.



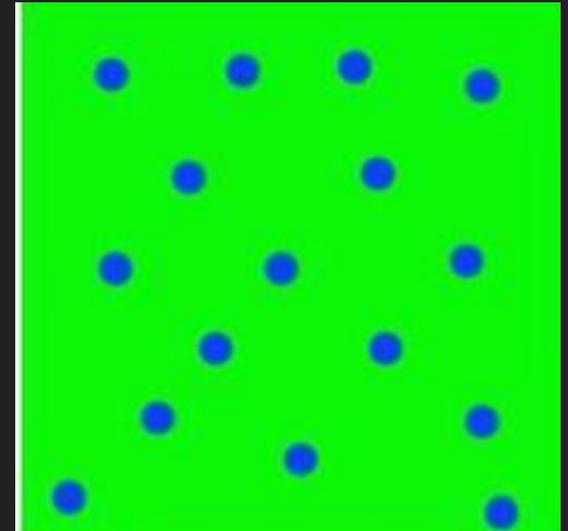
- Por ejemplo, plantas con crecimiento vegetativo, donde unas dan lugar a otras.

Distribución Regular o uniforme

La presencia de un individuo en un punto disminuye la probabilidad de encontrar otro individuo parecido en un punto próximo.

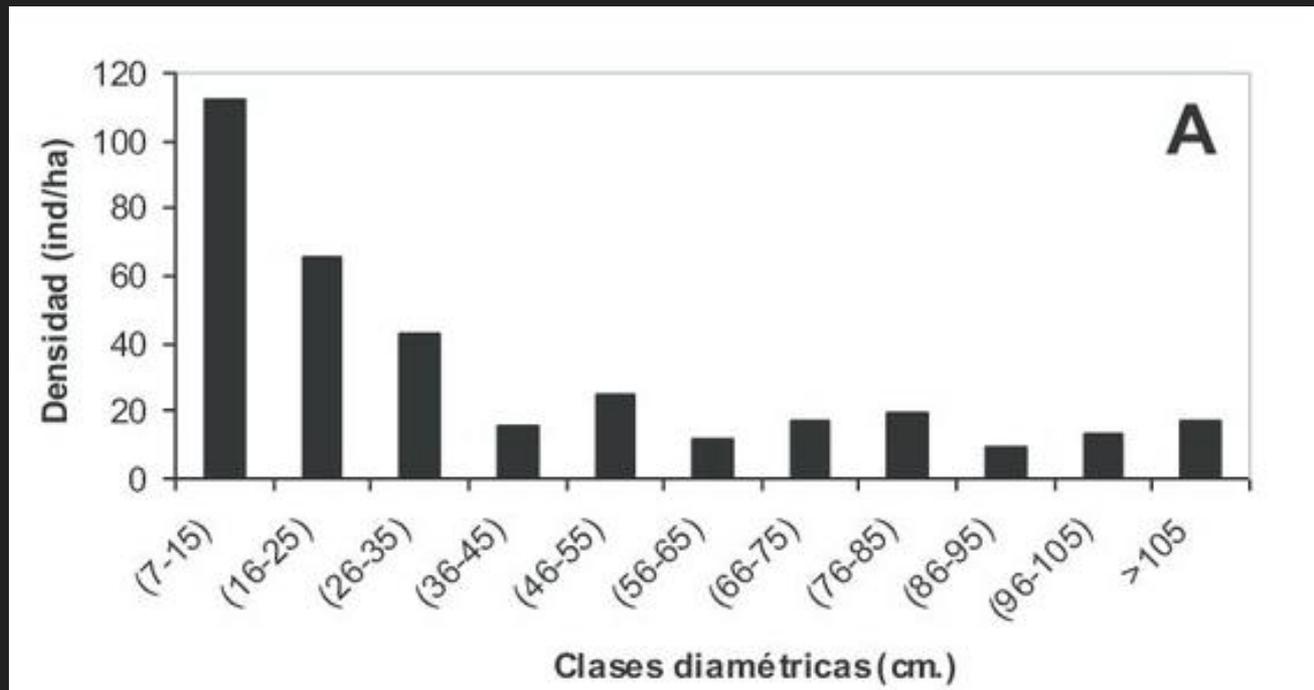
Causas:

- La existencia de un ambiente con una regularidad ecológica,
- por interacciones negativas entre individuos tal como en los casos de competencia, alelopatía, o
- claramente por intervención humana en las plantaciones.



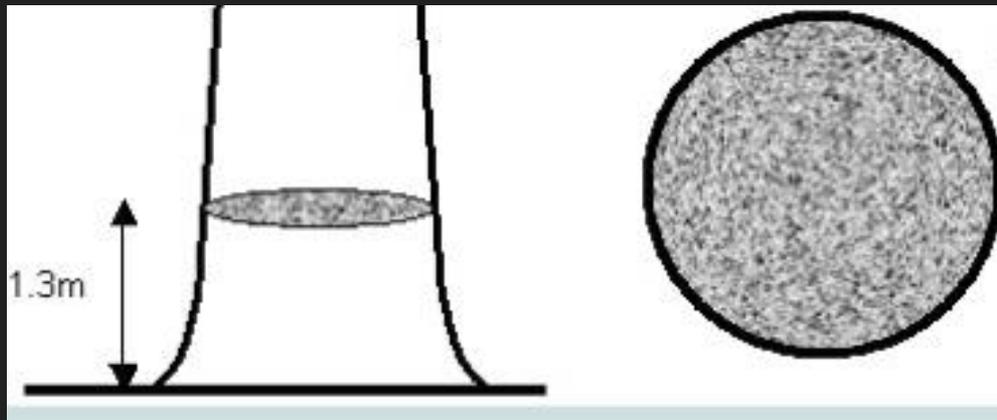
Estructura cuantitativa

- **Densidad:** número de individuos por unidad de área (ind/ha).



Estructura cuantitativa

- **Área basal:** sumatoria de la sección de los fustes (en general a 1,30 m de altura) por unidad de terreno (m^2/ha).



$$AB = \pi r^2$$

$$AB = \pi D^2/4$$

Estructura cuantitativa

- **Frecuencia:** es el porcentaje de unidades muestrales en que se presenta una especie en relación con número total de unidades muestrales

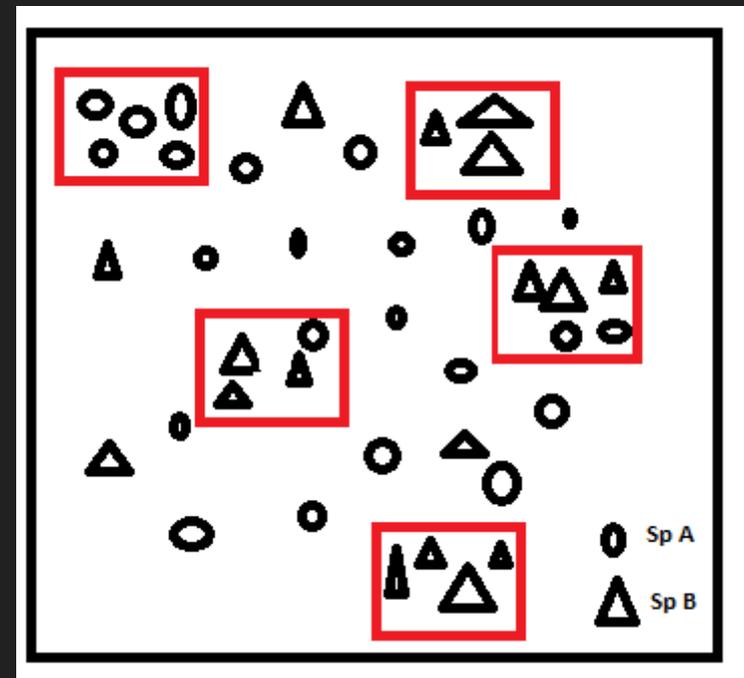
Frecuencia de la especie i = $(m_i/M) * 100$

m_i : número de muestras donde aparece la especie i

M : número total de muestras.

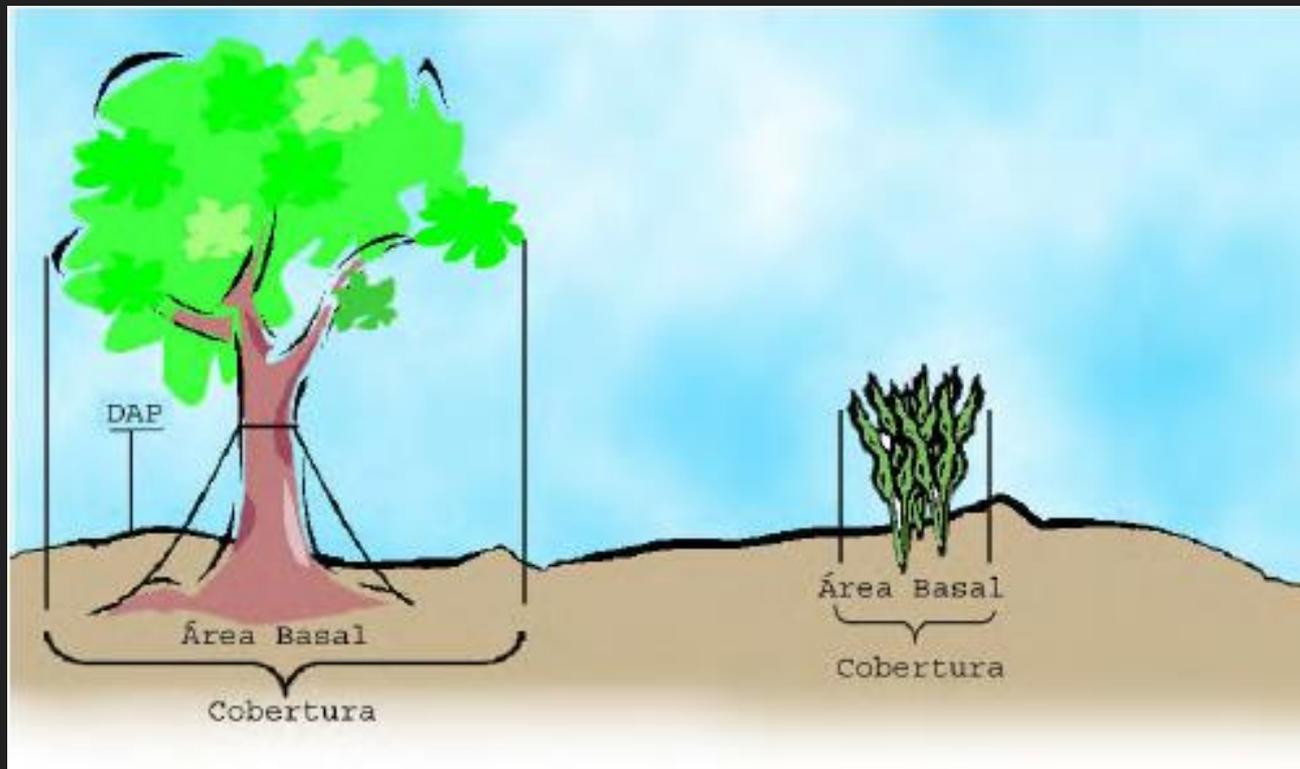
Frecuencia de la Sp A = $3/5 * 100 = 60\%$

Frecuencia de la Sp B = $4/5 * 100 = 80\%$



Estructura cuantitativa

- **Cobertura:** expresión porcentual de la superficie de terreno cubierta por la proyección vertical de las copas.



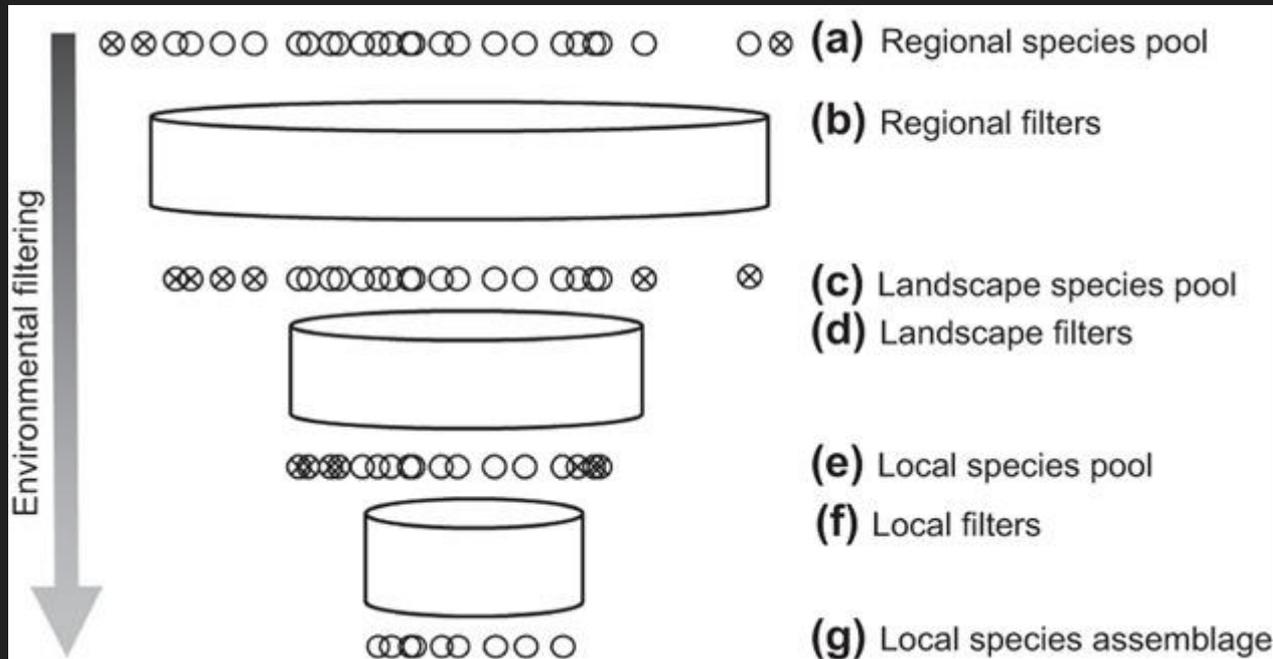
Estructura cuantitativa

- **Biomasa:** es el peso seco de la materia orgánica viva expresada por unidad de superficie.



Riqueza de especies

Número de especies presentes en una comunidad



Las reglas de ensamble son filtros impuestos a diferentes escalas al pool regional de especies, por ejemplo clima, disturbios, interacciones bióticas, que van a determinar cuales especies van a estar presentes a escala local.

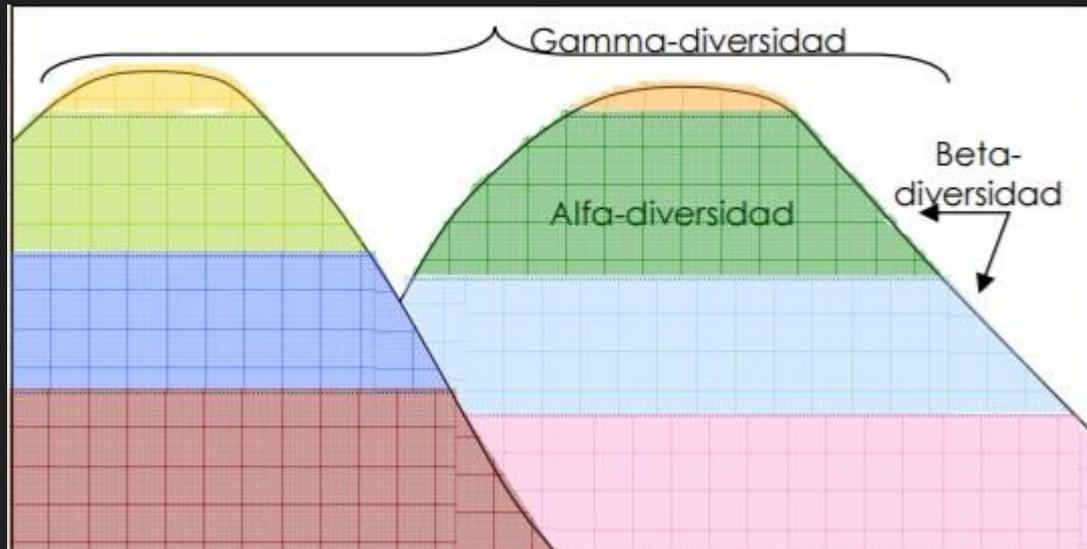
La diversidad: definición y componentes

La diversidad es un estado de variedad o diferenciación entre los miembros de un conjunto.



La diversidad: definición y componentes

Así como definimos comunidades a distintas escalas espaciales, también podemos considerar la diversidad a distintas escalas. Whittaker (1972) realizó una distinción entre:



- ✓ **Diversidad α :** diversidad de especies en una comunidad a escala local.
- ✓ **Diversidad β :** es una medida de la tasa de recambio de especies a lo largo de un gradiente entre una comunidad y otra. Puede estimarse mediante la disimilitud entre comunidades
- ✓ **Diversidad γ :** una medida de la diversidad de especies a escala regional.

Más información

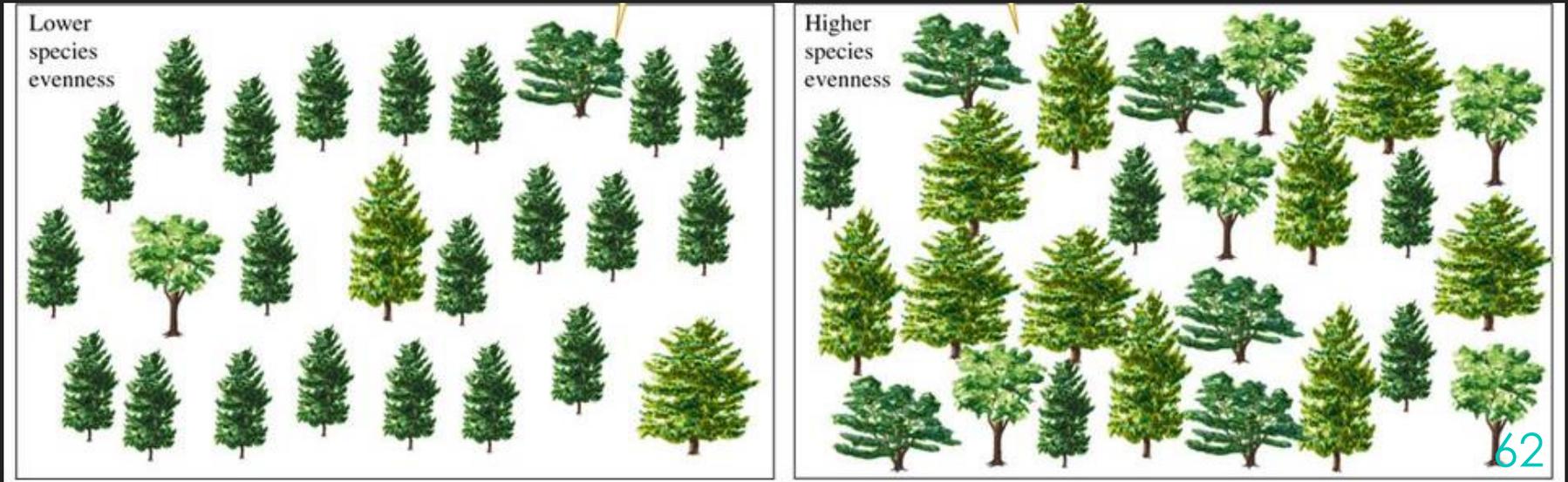
Moreno, C. E. (2000). *Métodos para medir la biodiversidad. Volumen 1. Manuales y tesis SEA.*

https://www.academia.edu/download/31917801/Moreno_2.._1_.pdf

La diversidad específica

La **diversidad** α , también llamada **diversidad específica**, tiene dos componentes:

- (1) **riqueza**: o número de especies y
- (2) **uniformidad o equitabilidad**: es una medida de abundancia relativa de individuos de las distintas especies en la comunidad.



Baja equitabilidad

Alta equitabilidad

Diversidad de especies

- ✓ La comunidad es más diversa cuando tiene mayor número de especies y cada una de ellas contribuye de manera semejante al total de individuos presentes.
- ✓ La diversidad se mide mediante la distribución de alguna medida cuantificable de las especies (individuos, biomasa, producción).
- ✓ Se han utilizado diversos índices para medir la diversidad, la riqueza y la dominancia en las comunidades:
 - ✓ Los índices mas usados son H' (índice de información o de Shannon-Wiener), S (índice de riqueza) y J (índice de uniformidad).
 - ✓ Los índices muestran su sensibilidad (variación) con respecto a la riqueza y uniformidad.

Índice de diversidad H': ejemplo

Especie	Comunidad			
	1	2	3	4
A	50	20	39	35
B	4	20	39	33
C	5	20	39	30
D	21	20	39	234
E			39	23
F			39	28
G			39	21
H			39	26
I			39	16
J			39	19
K			39	2
L			39	1
Sumatoria	80	80	468	468
Índices				
S (riqueza de especies)	4	4	12	12
H' = $-\sum p_i \cdot \ln p_i$ (índice de diversidad de Shannon)	0.97	1.39	2.48	1.80
J= H'/lnS (uniformidad o equitatividad)	0.70	1.00	1.00	0.73

Comunidad 1.
Riqueza y uniformidad bajas

Comunidad 2.
Riqueza baja y uniformidad mayor

Comunidad 3.
Riqueza y uniformidad altas

Comunidad 4.
Riqueza alta pero uniformidad baja.

p_i = abundancia relativa de la sp i (el número de individuos de la sp i dividido el total de individuos de la comunidad)

El Rodal y su estructura

- Un rodal es una unidad de árboles que es relativamente homogénea en edad, estructura, composición y ambiente físico (Smith, 1986; Oliver y Larson, 1996).



Smith, D. M. (1986). *The Theory and Practice of Silviculture*.

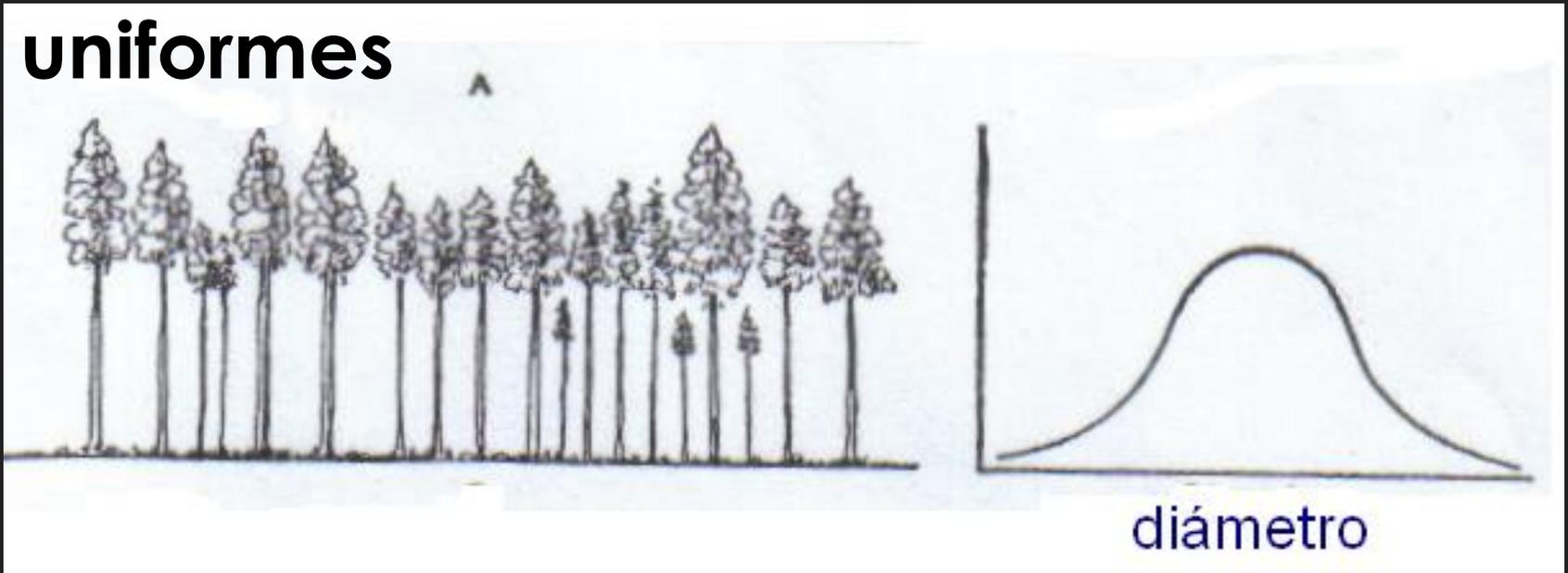
Oliver, C. D., & Larson, B. C. (1996). *Forest stand dynamics: updated edition*. John Wiley and sons.

Tipos de rodales

Atendiendo a la distribución de edades o clases de edad de los rodales, éstos se clasifican en:

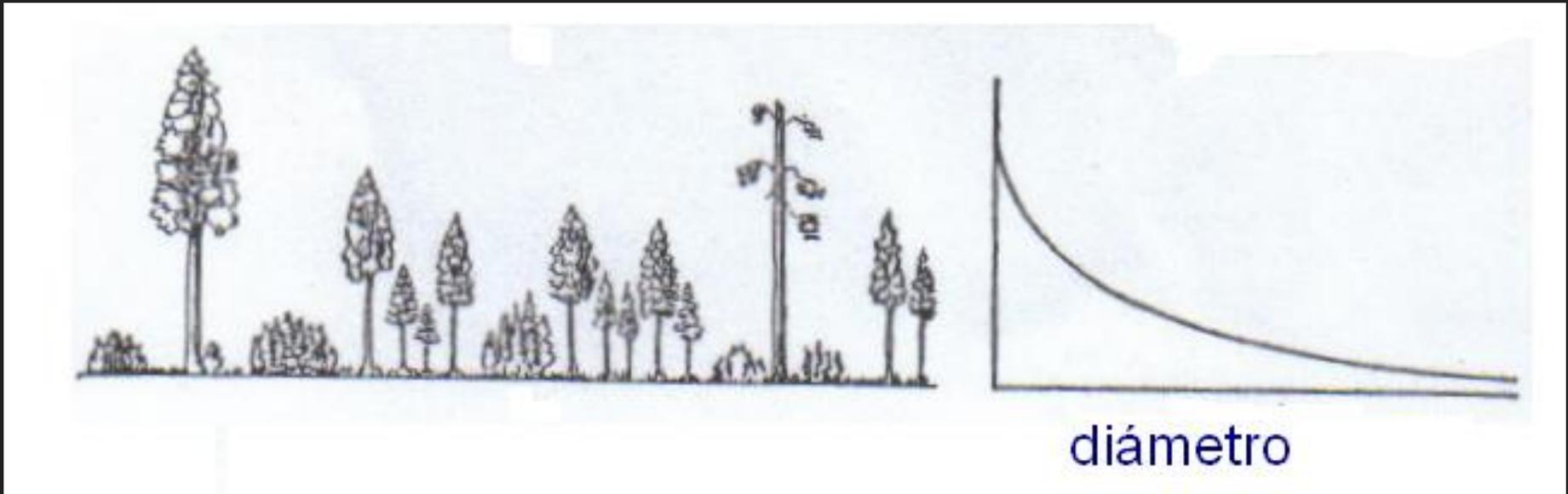
- **Coetáneos o de una cohorte**
- **Multi-cohortes o de cohortes múltiples**

Rodales coetáneos, de una cohorte o uniformes



- La mayoría de los árboles pertenecen a una misma clase de edad
- Ejemplos: la mayoría de las plantaciones forestales ; bosques nativos cuyos árboles regeneran o colonizan durante un período acotado, luego del cual inhiben o crean condiciones que reducen o impiden la instalación o el desarrollo de nuevos individuos arbóreos.
- En la práctica, se definen por su estructura diamétrica y de altura (rodal uniformes), que por su estructura etárea (edades).
- La curva de distribución diamétrica o de edades suele tener forma de campana normal con un pico en la clase más frecuente.

Rodales multi-cohortes



- Rodal con árboles de edad no uniforme, en el que los árboles del rodal pertenecen a distintas clases de edad
- Su distribución ideal de abundancia en función de las edades sería de J invertida (mayor abundancia de individuos jóvenes o brinzales). Los rangos de edades del rodal pueden influir notoriamente en su estructura diamétrica y de altura.

Bosques puros y bosques mixtos

Bosque puro de una especie (>90% individuos)

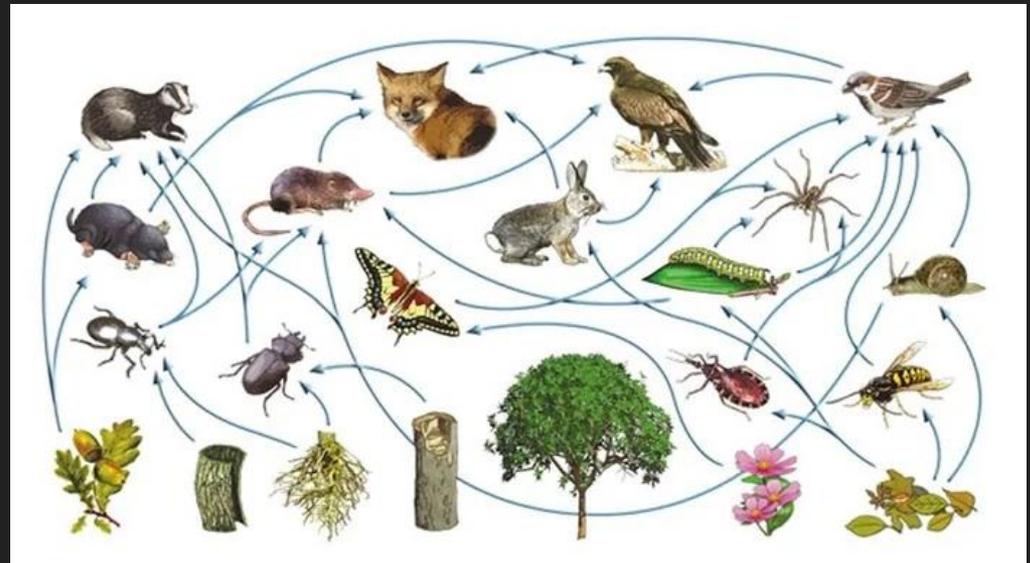
Bosque mixto de 2 o más especies.



Convendría no sólo considerar la densidad sino también el área basal o volumen de las especies para clasificar un bosque como puro o mixto.

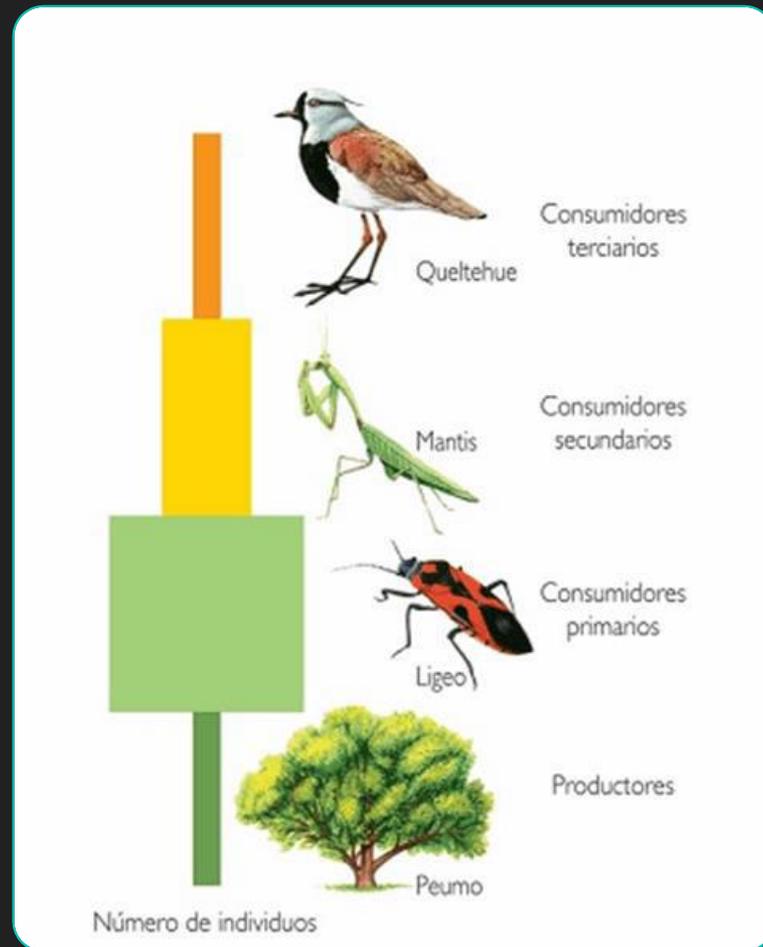
Tramas tróficas

- Las tramas tróficas involucran la alimentación de un organismo sobre otro o de materia orgánica muerta.
- Los niveles tróficos indican la posición trófica de los organismos respecto de la fuente primaria de energía que es el sol.
- El nivel productor primario o autótrófo es el primer nivel, siguiéndole los herbívoros o consumidor primario, los carnívoros y detritívoros o descomponedores.



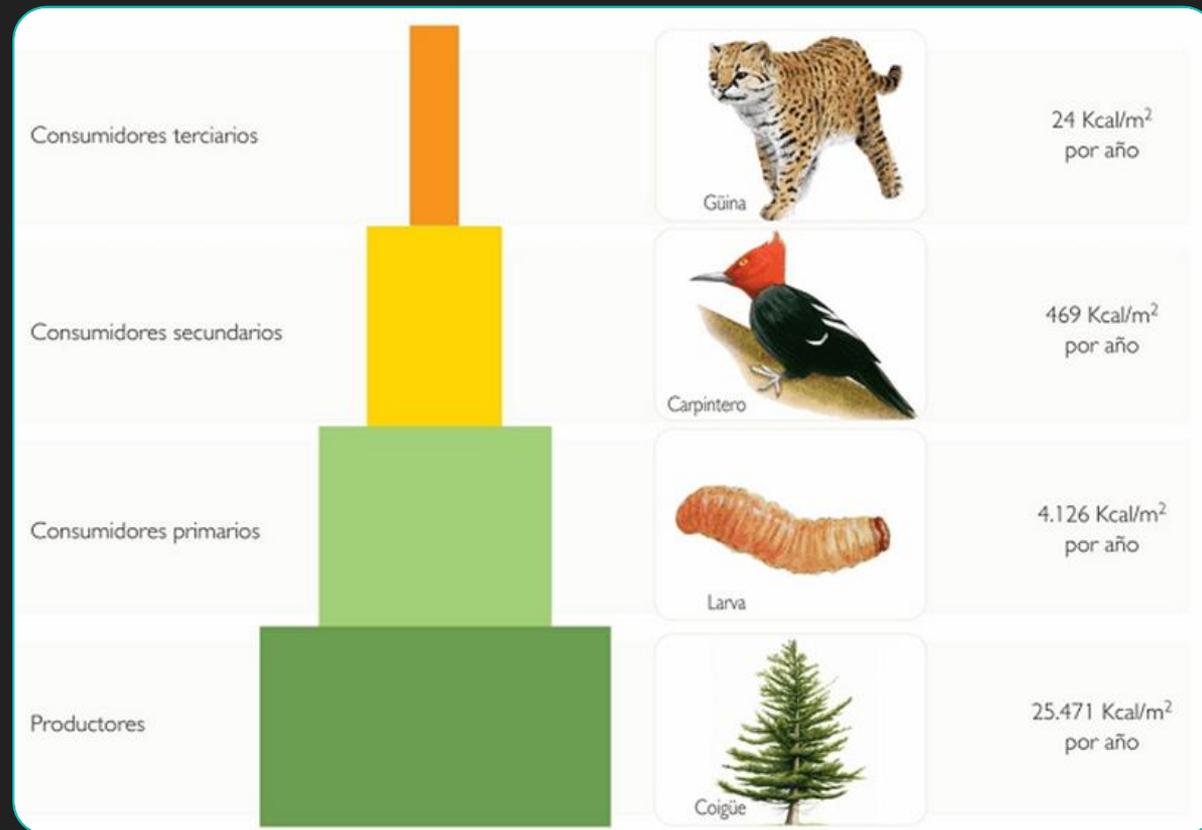
Pirámide de los números

○ La pirámide de los números se construye con el número de individuos de cada nivel trófico.



Pirámide de energía

○ La pirámide de los números puede ser invertida, pero la pirámide de la energía (cantidad de energía de cada nivel trófico) nunca puede ser invertida, ya que la energía no se crea ni se destruye, sino que se transforma y ninguna transformación es cien por ciento eficiente



Pirámides de biomasa

- Representa la cantidad de materia orgánica presente en los distintos niveles tróficos

