

La fase sólida del suelo y el sistema coloidal:

Nota: Al estudiar los diferentes minerales constituyentes del suelo ya hemos comenzado el estudio de la fase sólida del suelo!

¿Qué es un coloide?

Este término se aplica a la materia de tamaño submicroscópico que, de cierta forma, es de un tamaño mayor que los iones y moléculas.

¿Qué es un sistema coloidal?

Partículas coloidales se encuentran inmersas en una segunda sustancia (e.g., agua).

Importancia de los coloides:

- Los suelos presentan una gran cantidad de materiales sólidos en estado coloidal.
- Estos materiales coloidales imprimen al suelo una gran cantidad de propiedades físicas y químicas.
- La mayoría de la actividad física y química se lleva a cabo en la interface existente entre los coloides y la solución suelo. Esta interface acelera o retarda las reacciones que ocurren en el suelo.

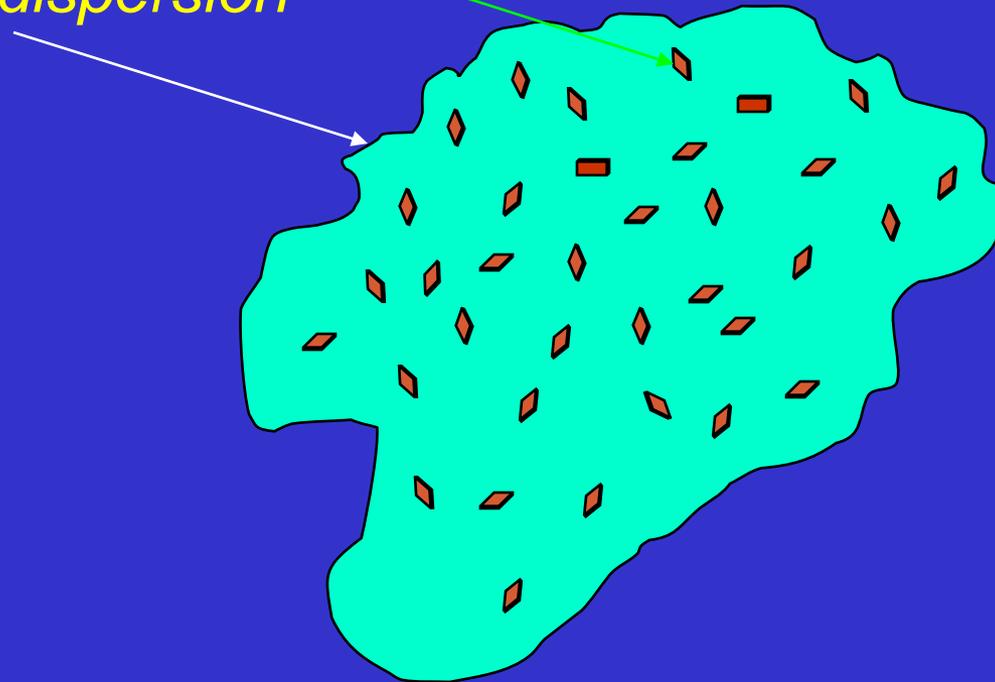
¿Qué es una interface?

Límite físico entre dos fases de materia (sólida, líquida o gaseosa).

En el suelo, la interfase más importante es la interfase sólido-líquida. También es de interés la interfase gaseosa-líquida.

Fase dispersa

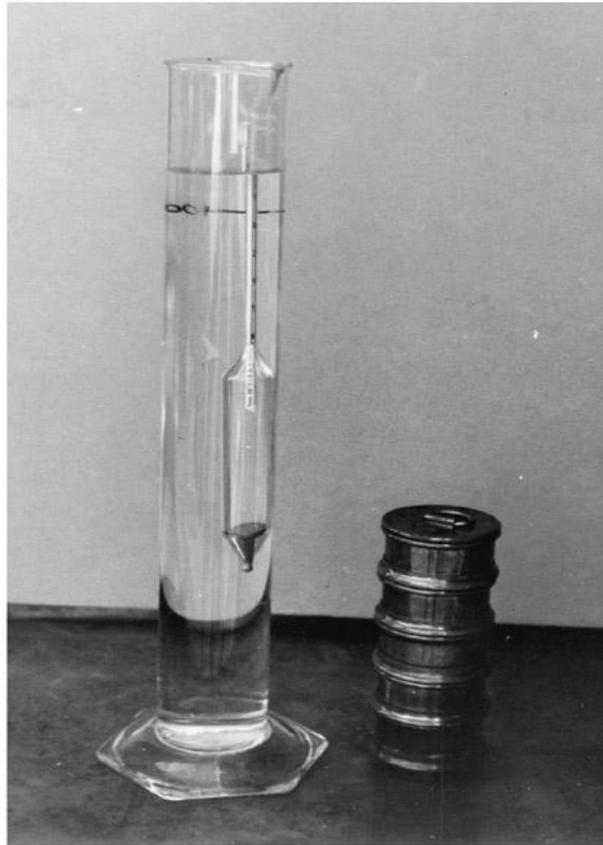
Medio de dispersión



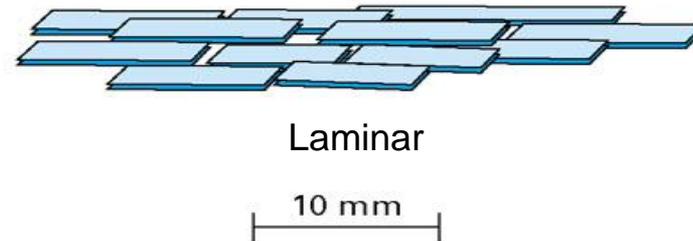
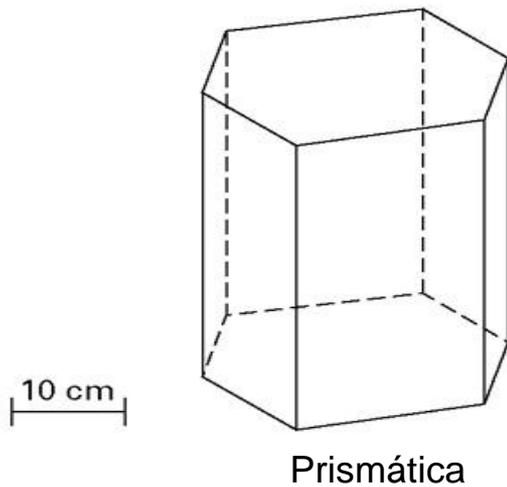
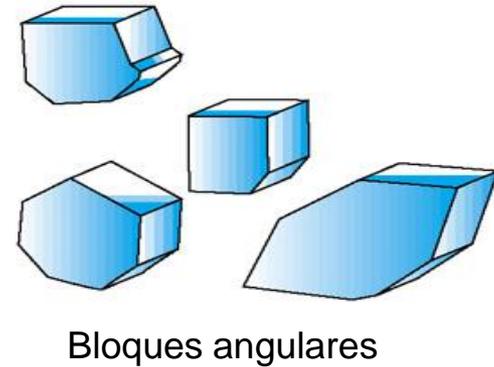
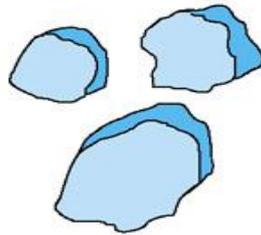
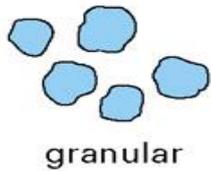
Importante propiedad de los coloides del suelo:

Presentan carga eléctrica

Herramientas para medir la distribución del tamaño de partículas. Los tamices son utilizados para separar las fracciones mayores a 0.05 mm de las menores a este diámetro. El hidrómetro es utilizado para medir las cantidades de limo y arcilla presentes en la suspensión de suelo.

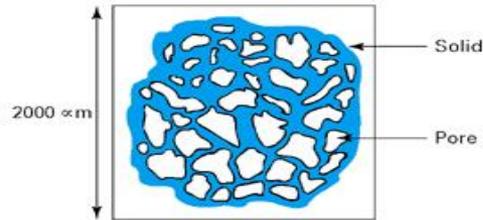


Estructura: Forma en como se combinan las partículas minerales en agregados naturales

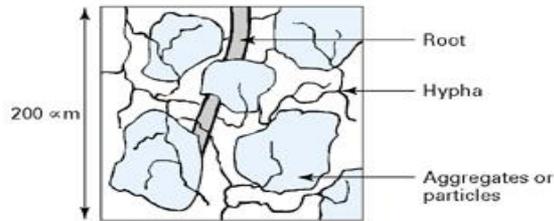


Modelo de organización de los agregados con los agentes cementantes más importantes.
(Fuente: Tisdall, J. M. y J. M. Oades. 1982. Organic matter and water stable aggregates. J. Soil Sci. 33:141–163.)

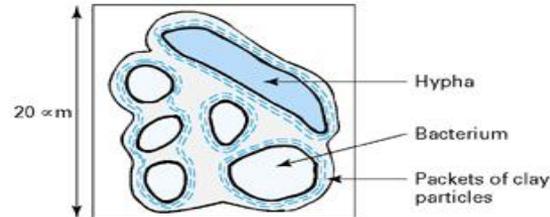
Major binding agent



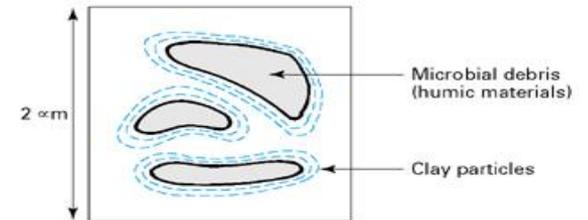
Roots and hyphae
(medium-term organic)



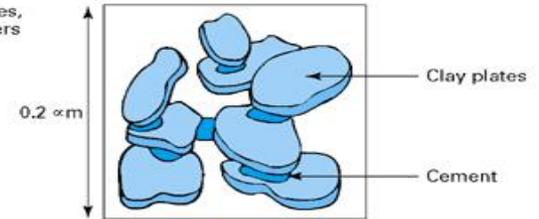
Plant and fungal debris
encrusted with
inorganics
(persistent organic)



Microbial and fungal
debris encrusted with
inorganics
(persistent organic)

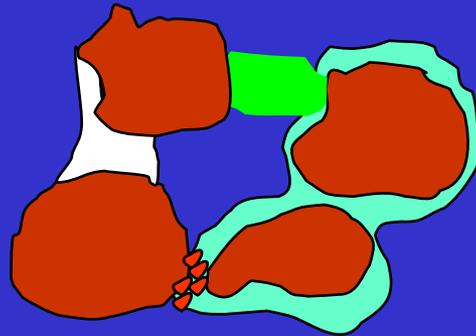


Amorphous aluminosilicates,
oxides and organic polymers
sorbed on clay surfaces
and electrostatic
bonding, flocculation
(permanent inorganic)



Agentes de unión de las partículas:

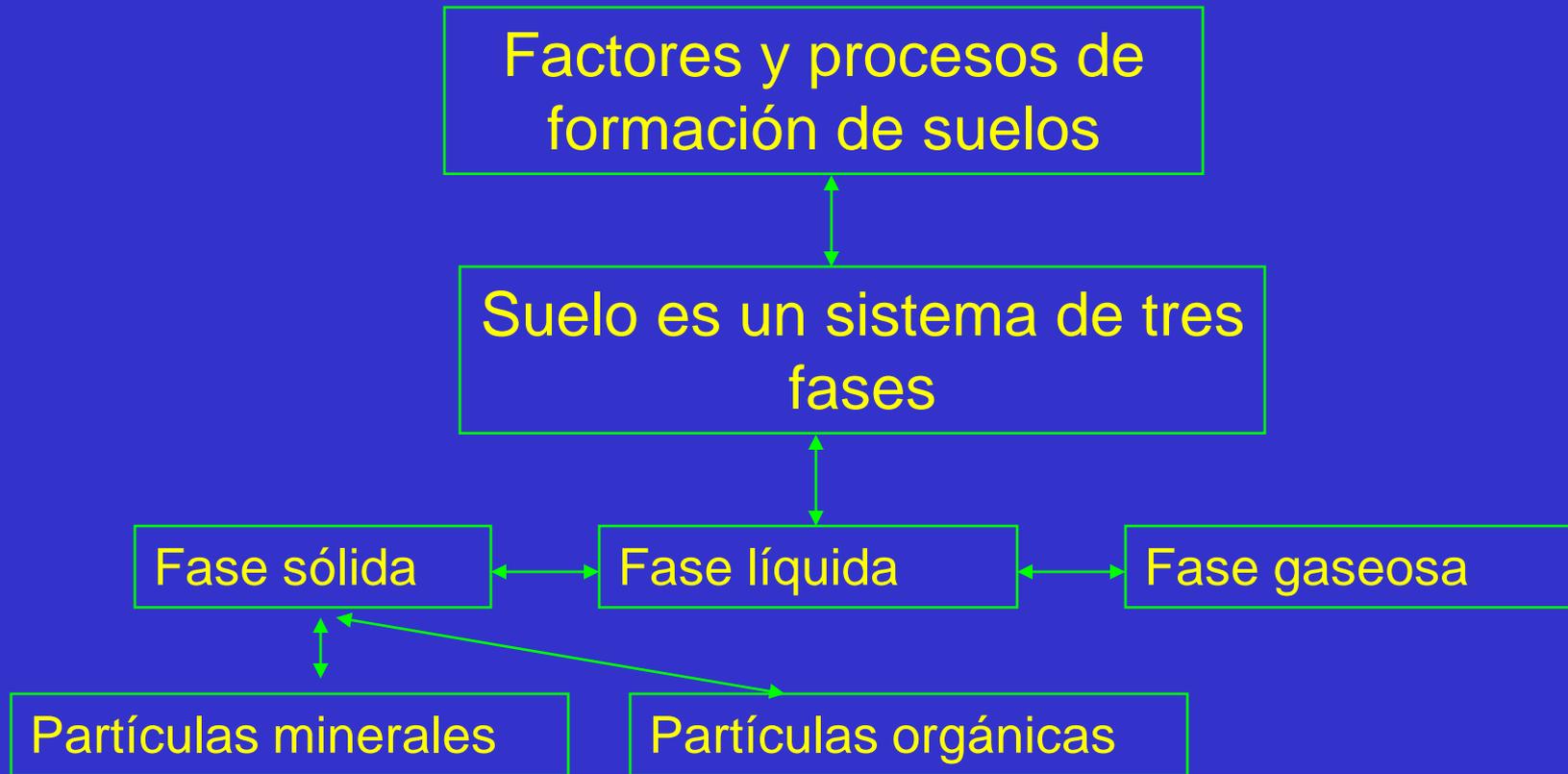
- Agua
- Compuestos orgánicos
- Sales
- Arcillas minerales y óxidos de Fe y Al



Relevancia de la estructura del suelo:

- Movimiento y capacidad de retención de agua del suelo
- Reacciones químicas ocurren en las superficies
- Cargas eléctricas asociadas con la superficie
- Resistencia a la destrucción (erosión)

Resumen de materias:



Materia orgánica del suelo

Definición:

Mezcla compleja y variada de sustancias orgánicas que se encuentran en diversos estados de descomposición. Contiene residuos (vegetales y animales) frescos, parcialmente descompuestos y descompuestos (humus) .

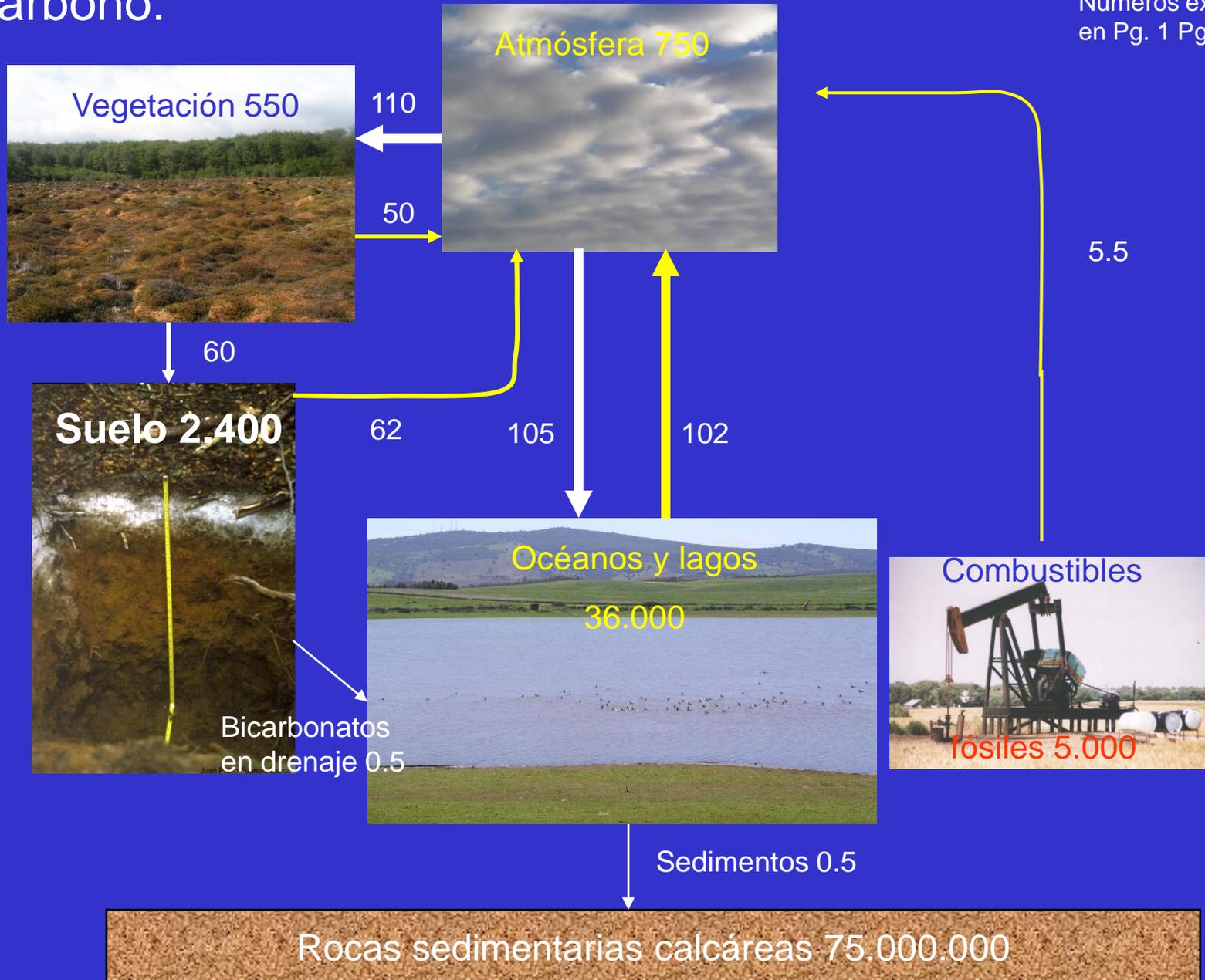
Materia orgánica del suelo

Hojarasca en diferentes estados de descomposición



Rol de la materia orgánica del suelo en el ciclo global del carbono:

Números expresados en Pg. 1 Pg = 10^{15} g

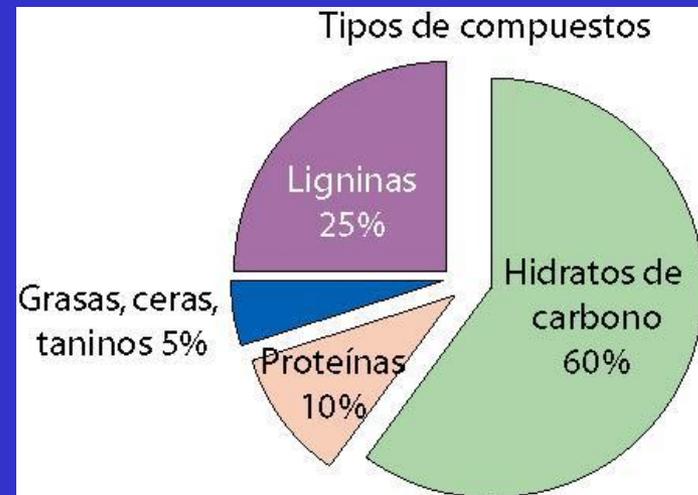


Importancia de la materia orgánica en los bosques:

- Regeneración
- Protección contra la erosión
- Regulación del régimen hídrico
- Regulación del ciclo de nutrientes
- Génesis del suelo
- Biología del suelo

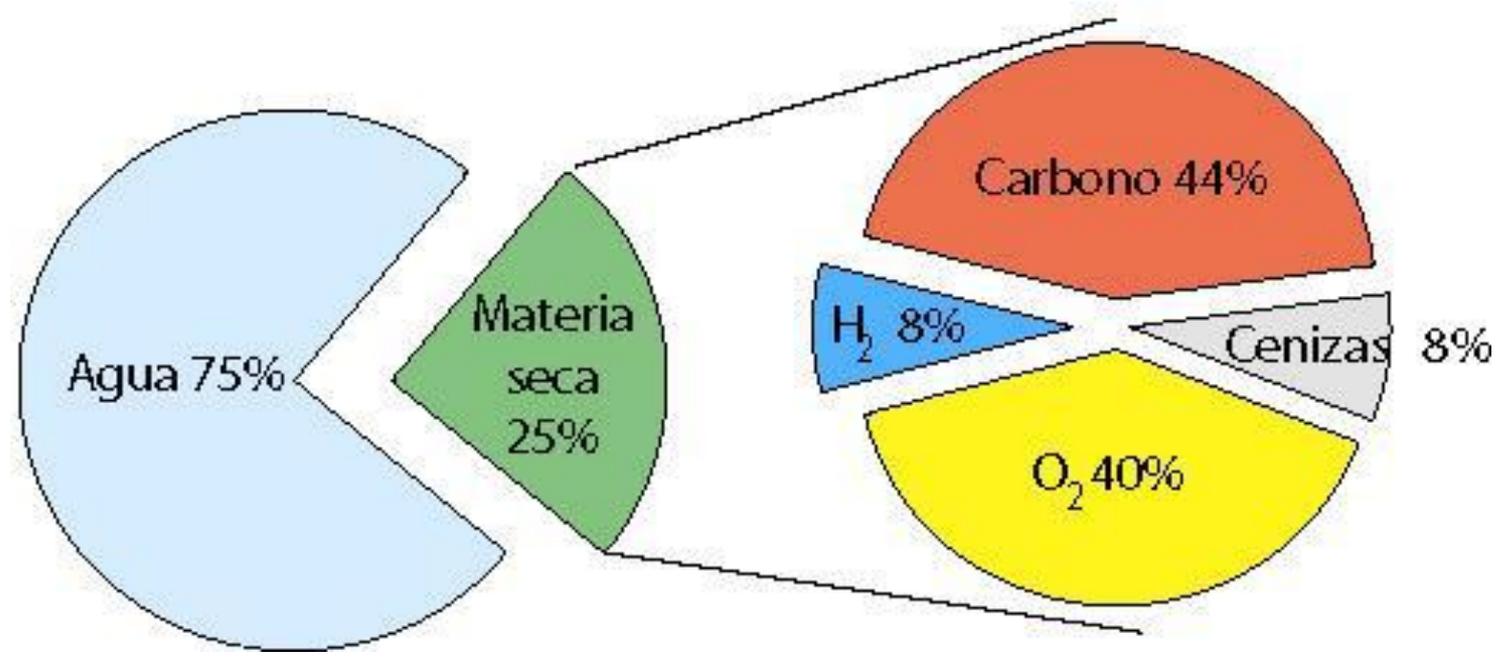
Principales compuestos de la materia orgánica:

- Azúcares y almidones 1-5%
 - Celulosa 20-50%
 - Hemicelulosa 10-28%
 - Grasas, ceras, resinas, taninos 1-8%
 - Ligninas 10-30%
 - Proteínas 1-15%
- Carbohidratos ~ 60%



Célula vegetal

Composición elemental



Facilidad de descomposición de estos compuestos

Azúcares almidones, proteínas simples

Proteínas complejas

Hemicelulosa

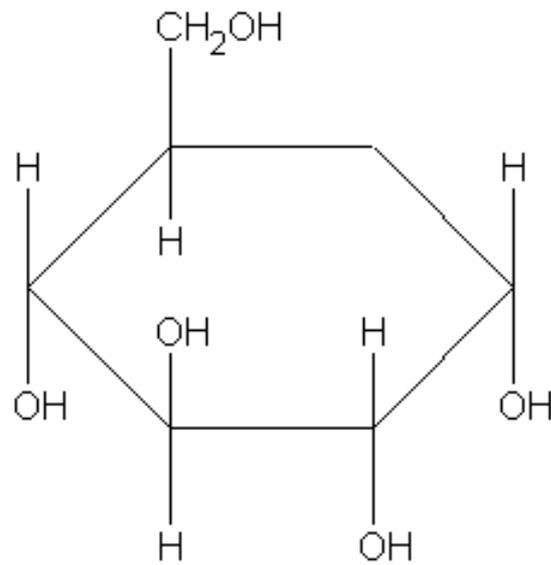
Celulosa

Lignina, ceras, grasas

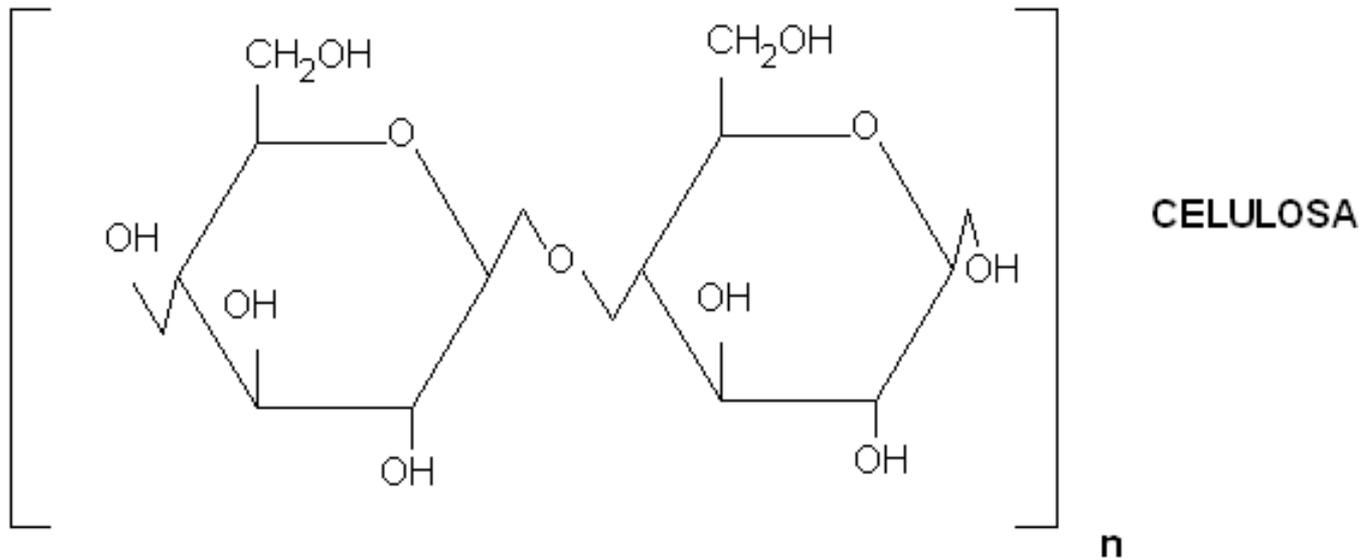
**Menor
dificultad**



**Mayor
dificultad**



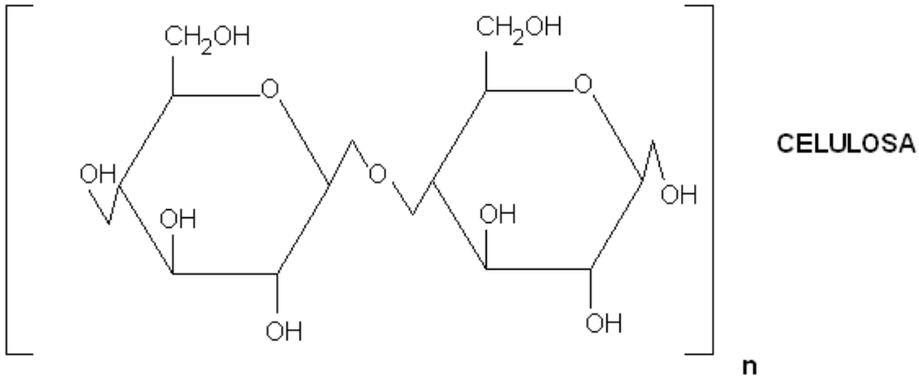
GLUCOSA



- Hidrato de carbono más importante
- No soluble en agua

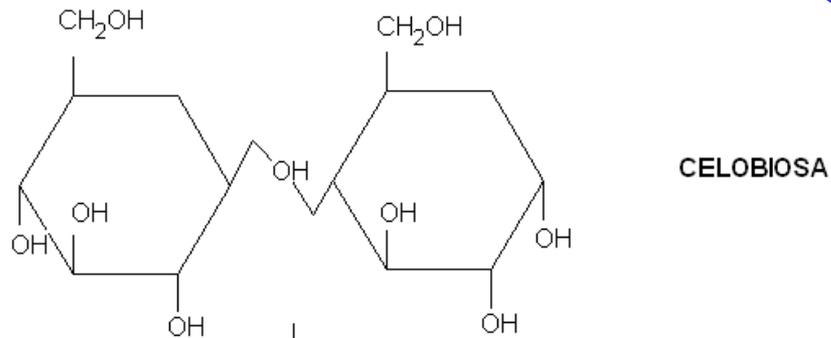
Descomposición = f (organismos, humedad, temperatura, aire, nitrógeno)

5-30 °C



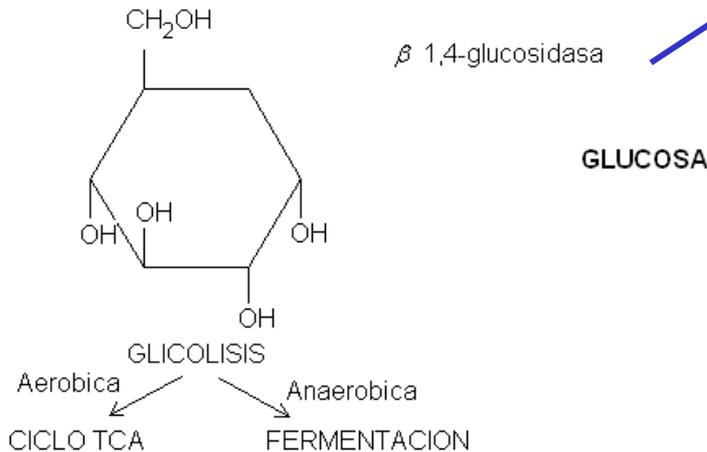
Descomposición de la celulosa bajo condiciones aeróbicas y anaeróbicas.

↓ Condiciones aeróbicas o anaeróbicas
Celulasas (enzimas extracelulares)

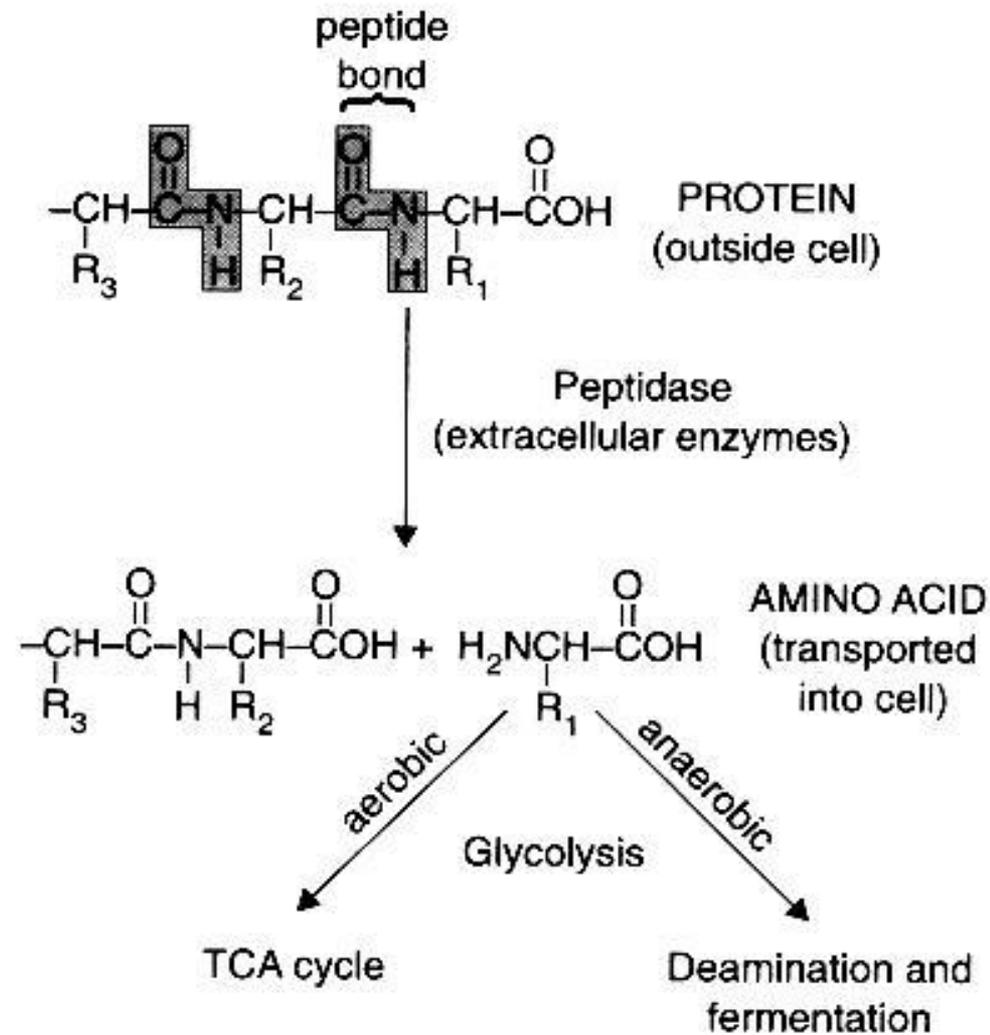


Las enzimas extracelulares determinan las tasas de descomposición de los materiales orgánicos naturales de alto peso molecular

↓
 β 1,4-glucosidasa



Nota: El ciclo TCA es el ciclo del ácido cítrico o ciclo de Krebs. Es una serie de reacciones metabólicas en las que piruvato es completamente oxidado a CO₂ y a la coenzima reducida NADH (nicotinamida adenina dinucleotido). Esta coenzima actúa como un transportador de electrones y H durante la descomposición.

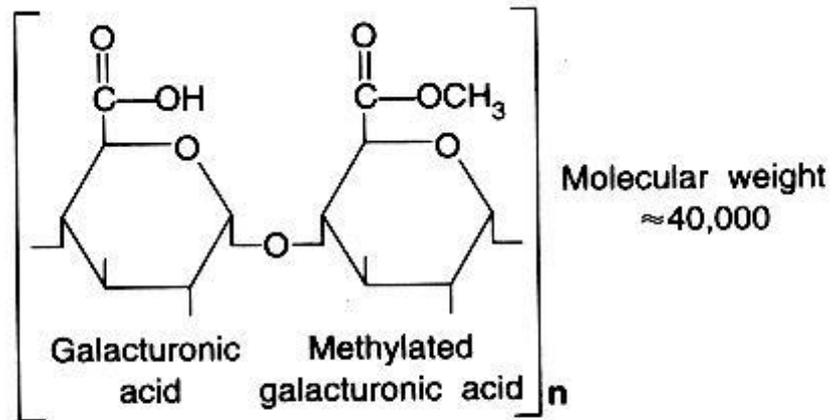


Compuestos nitrogenados (hasta un 16%) muy variables en cantidad.

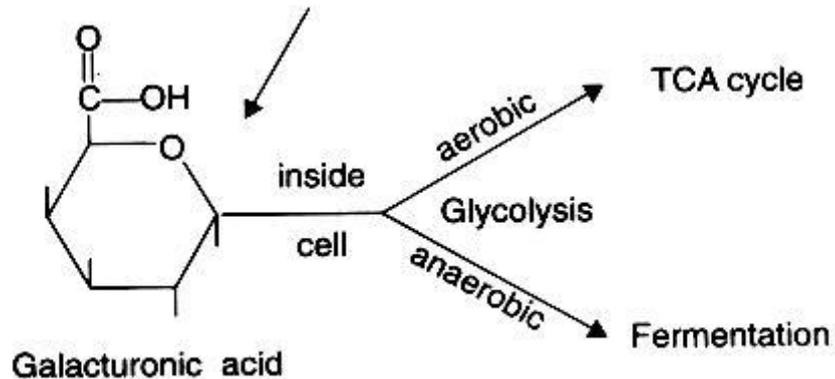
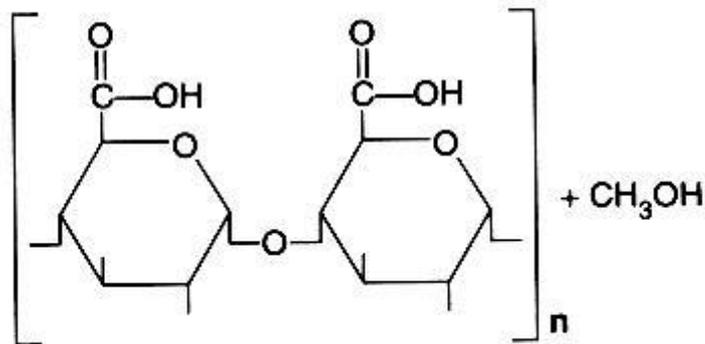
Degradación de la proteína por medio de la hidrólisis del enlace peptídico

Proteínas

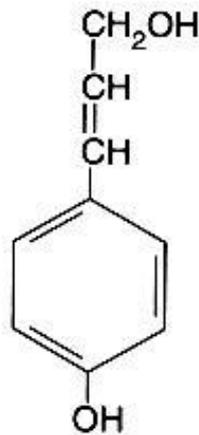
Hojas o acículas	3.5-9.2 %
Madera coníferas o latifoliadas	0.6- 1.0%
Gusanos y lombrices	10-15%
Bacterias	40-80%



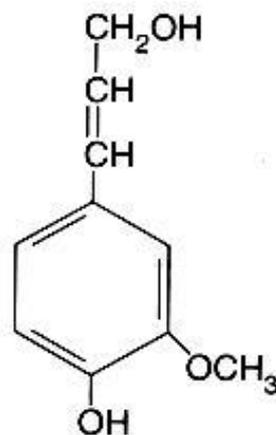
↓ Pectinases (extracellular enzymes)



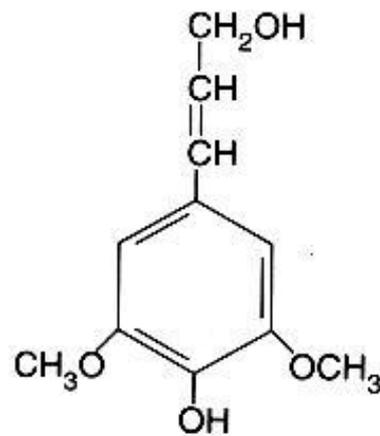
Degradación de la hemicelulosa, pectina, en los suelos.



Coumaryl alcohol



Coniferyl alcohol



Sinapyl alcohol

Ejemplos de unidades de fenilpropano, las cuales son las estructuras básicas de la lignina.

La lignina se compone de 500 a 600 de estas unidades estructurales unidas aleatoriamente.

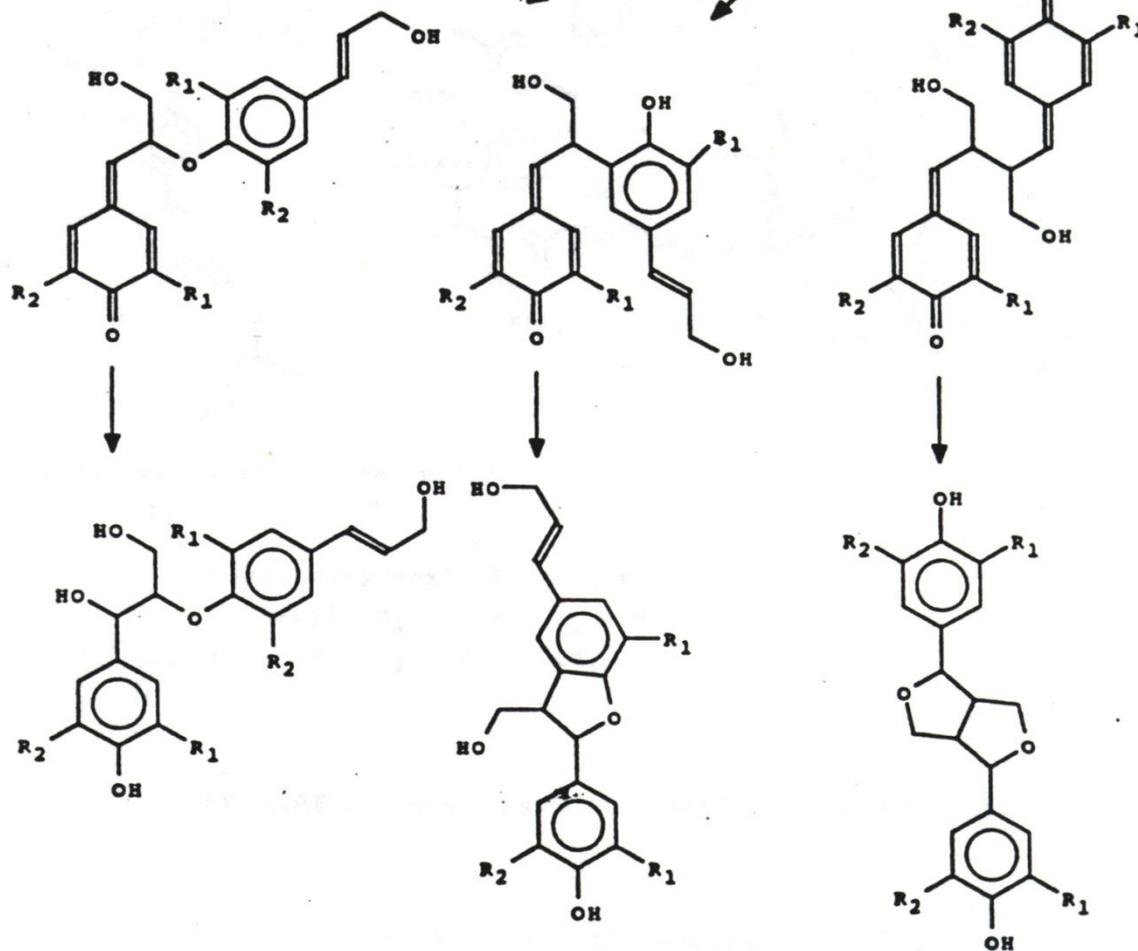
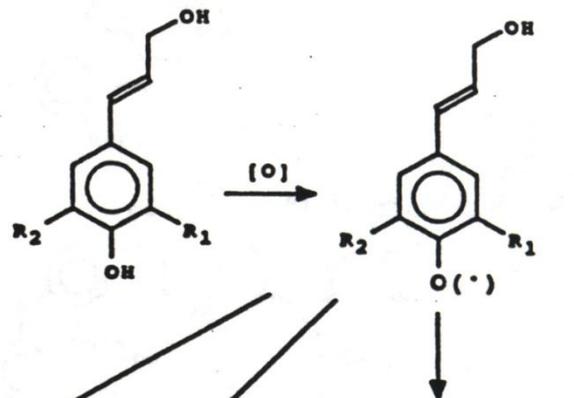
Polímeros fenólicos difíciles de descomponer.
Ricas en C (61-64%)
y pobres en O (30%)

Lignin precursor alcohols:

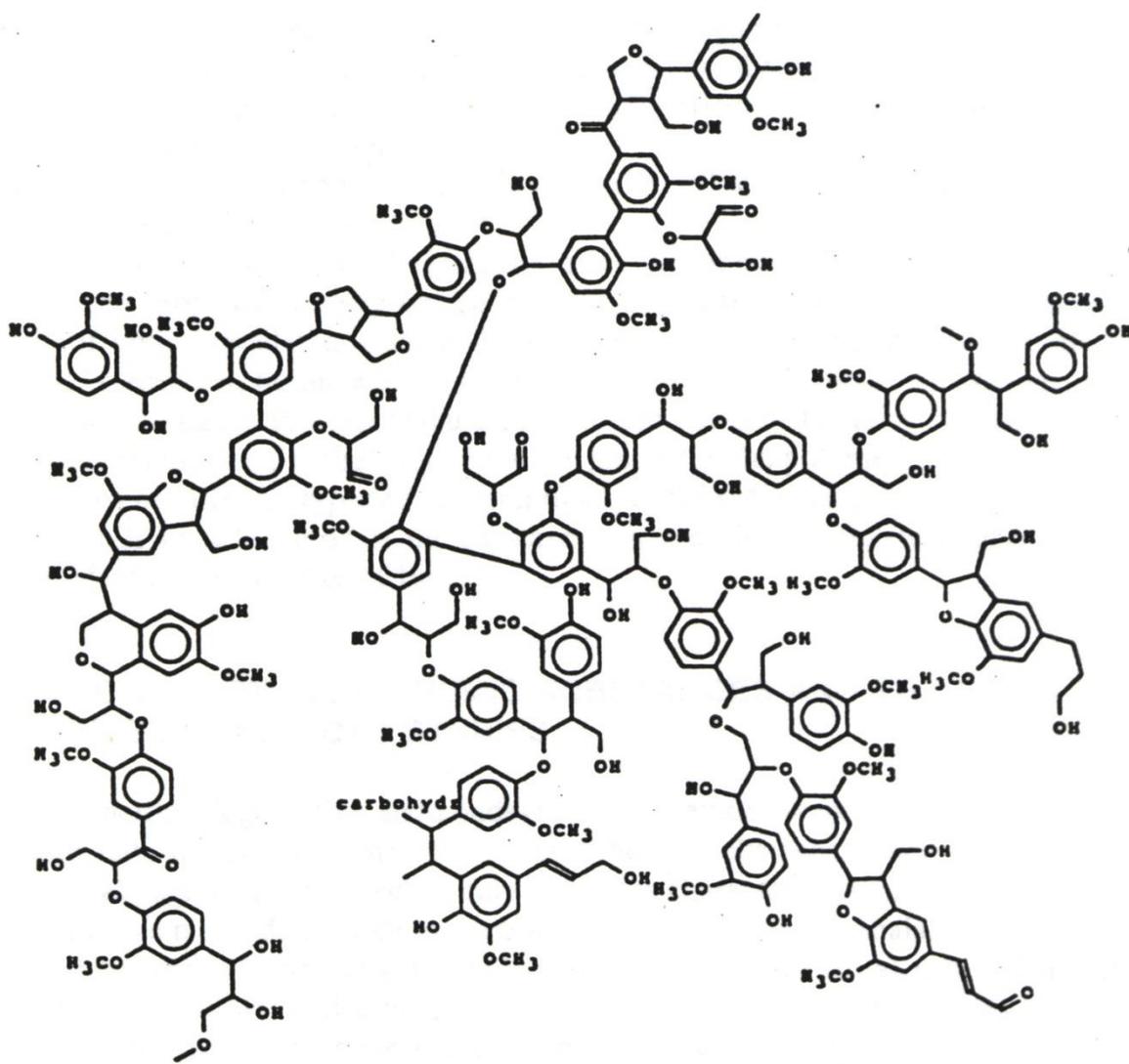
p-coumaryl $R_1 = R_2 = H$

coniferyl $R_1 = OCH_3, R_2 = H$

sinapyl $R_1 = OCH_3, R_2 = OCH_3$



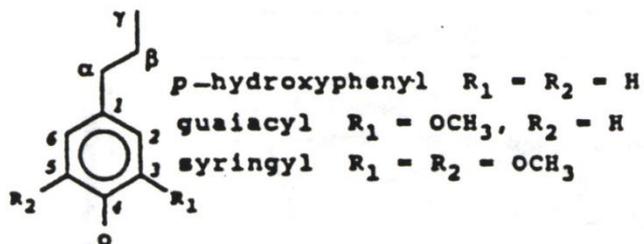
Primeras etapas en la formación de la lignina.

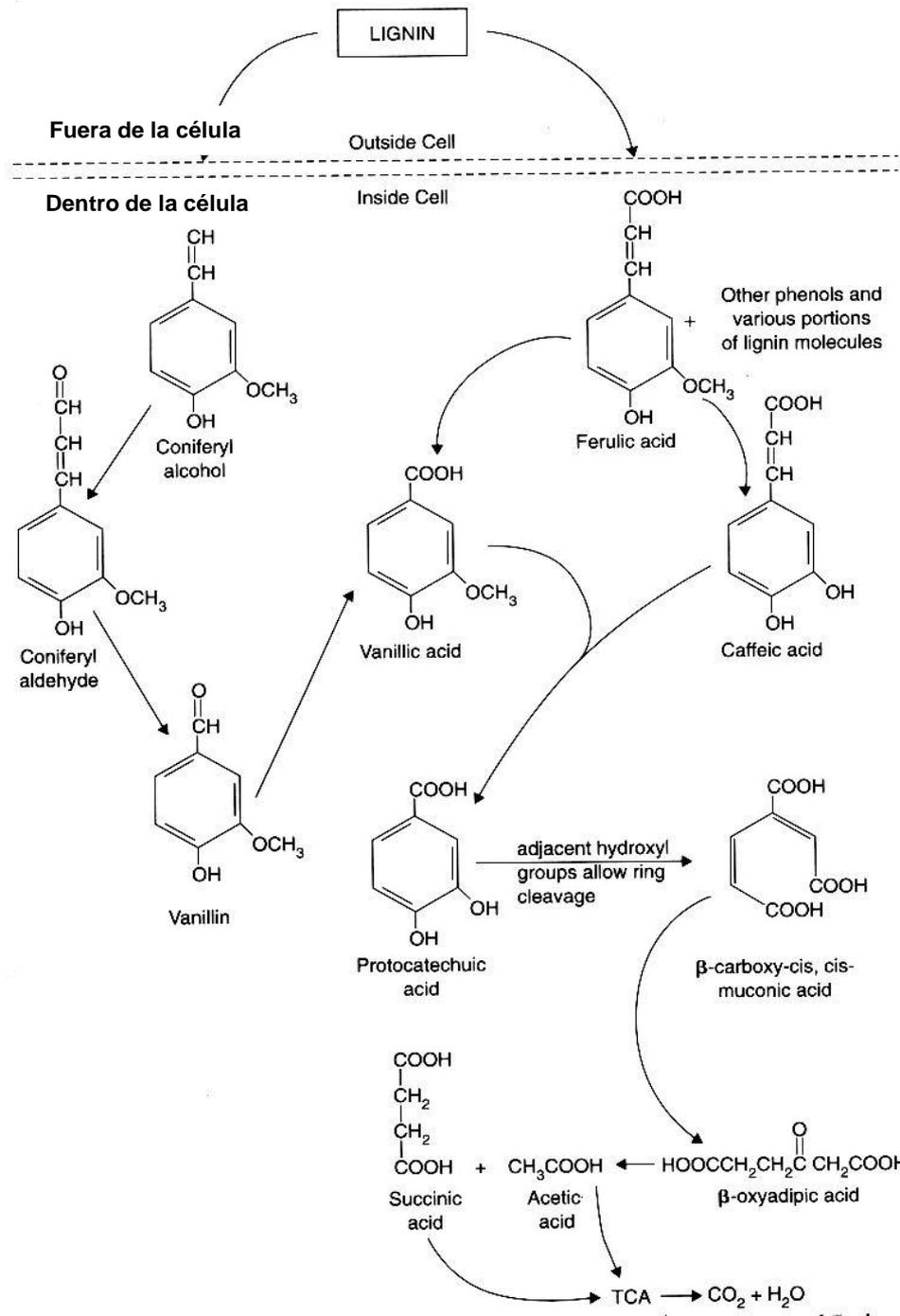


Estructura tentativa de la lignina (maderas blandas).

De Shevchenko y Bailey, 1996.

Arylpropane structural units:





Ceras, grasas, resinas.

- Son hidrofóbicas.
- Regulan los movimientos de gases y agua en las células.
- Aislan heridas en los árboles.
- Las grasas son reservas alimenticias de las semillas.

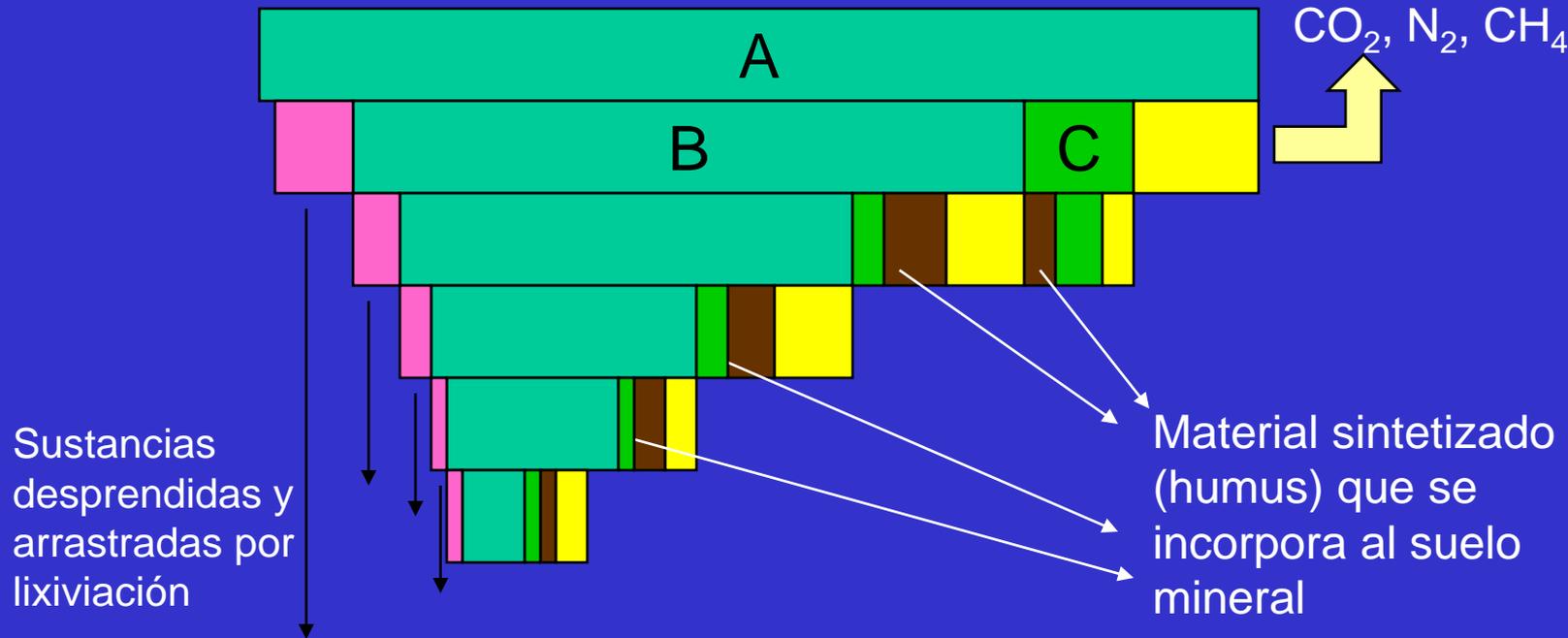
Descomposición general de la materia orgánica en los bosques.

Mineralización: Producción de iones inorgánicos provenientes de la oxidación de los compuestos orgánicos.

Humificación: Fase de descomposición de la materia orgánica que ocurre luego de la trituración de ésta, en que se sintetizan y edifican (polimerización) nuevas moléculas orgánicas. Éstas son generalmente de colores oscuros, menos solubles, más estables y complejas. Estas moléculas orgánicas constituyen la *fracción húmica* o *humus* del suelo.

Pérdidas por mineralización y volatilización

$\text{CO}_2, \text{N}_2, \text{CH}_4, \dots$



A: Cantidad inicial de residuos orgánicos

B: Residuos restantes luego de ataque inicial por microorganismos

C: Cuerpos microbianos muertos producidos a partir de los residuos

Factores que influyen en la descomposición de la materia orgánica:

a) Factores del medio ambiente

- Clima y microclima
- Composición y estructura de la vegetación
- Topografía

b) Factores del medio edáfico

- Propiedades físicas del suelo
- Propiedades químicas del suelo
- Tipo y cantidad de organismos

c) Factores antrópicos