



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

DINÁMICA DE LA MATERIA ORGÁNICA EN SUELOS AGRÍCOLAS

Soraya P. Alvarado Ochoa
Octubre 31, 2008

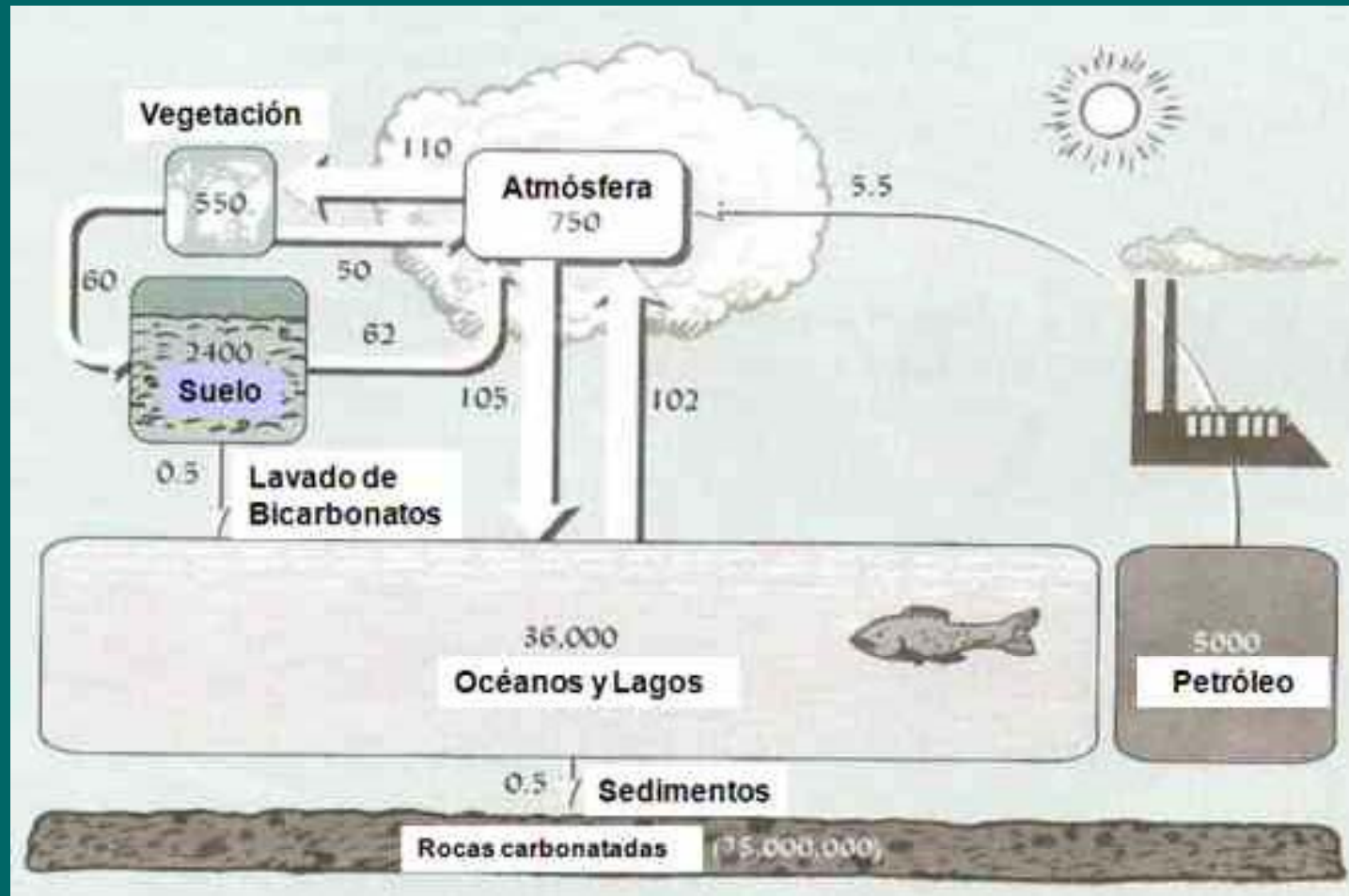
Tópicos:

- ❖ Conceptos generales
 - Ciclo global del carbono
 - Ciclo del carbono terrestre
 - Componentes de la materia orgánica

- ❖ Descomposición de compuestos orgánicos en el suelo

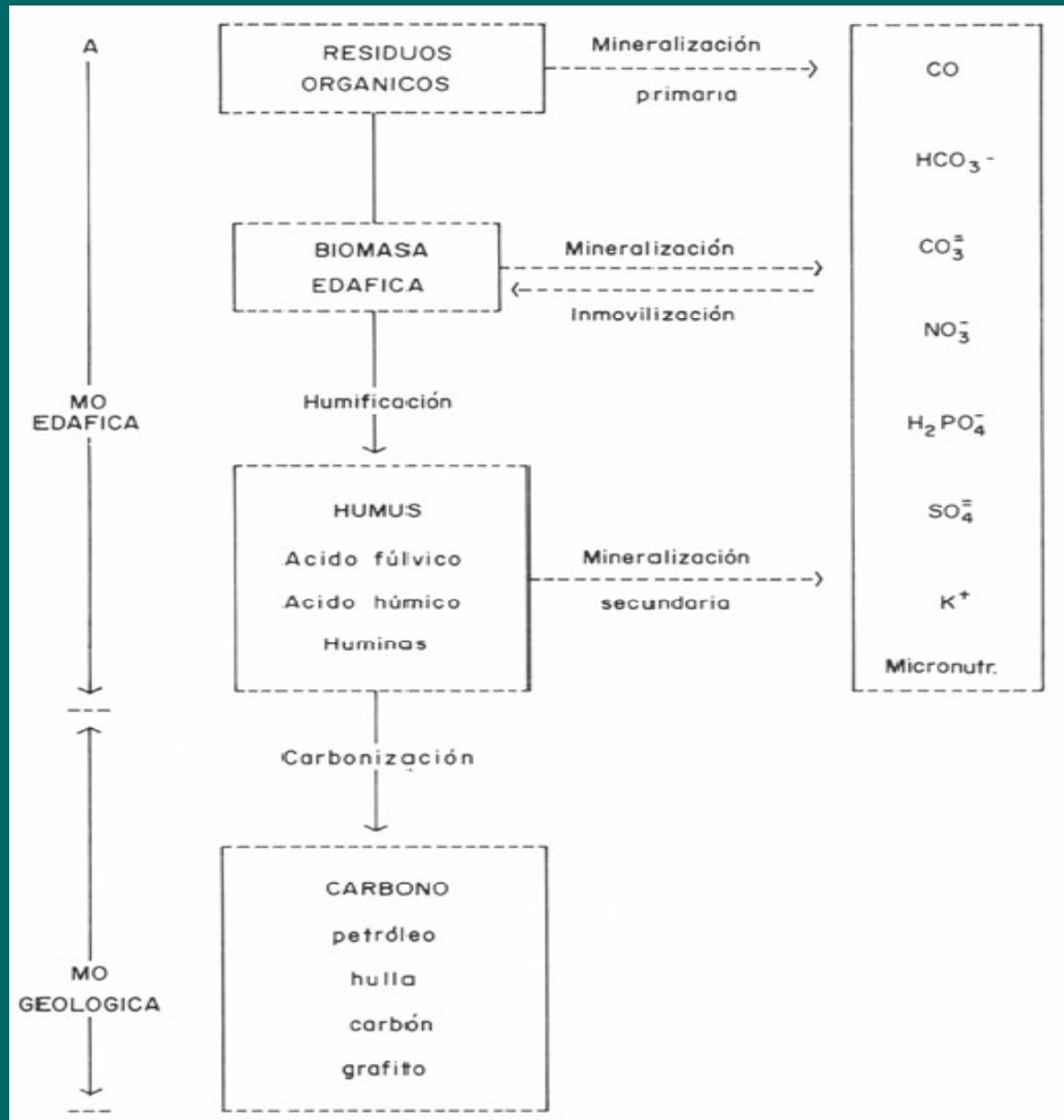
- ❖ Mecanismos de estabilización de la materia orgánica en el suelo

Ciclo Global del Carbono

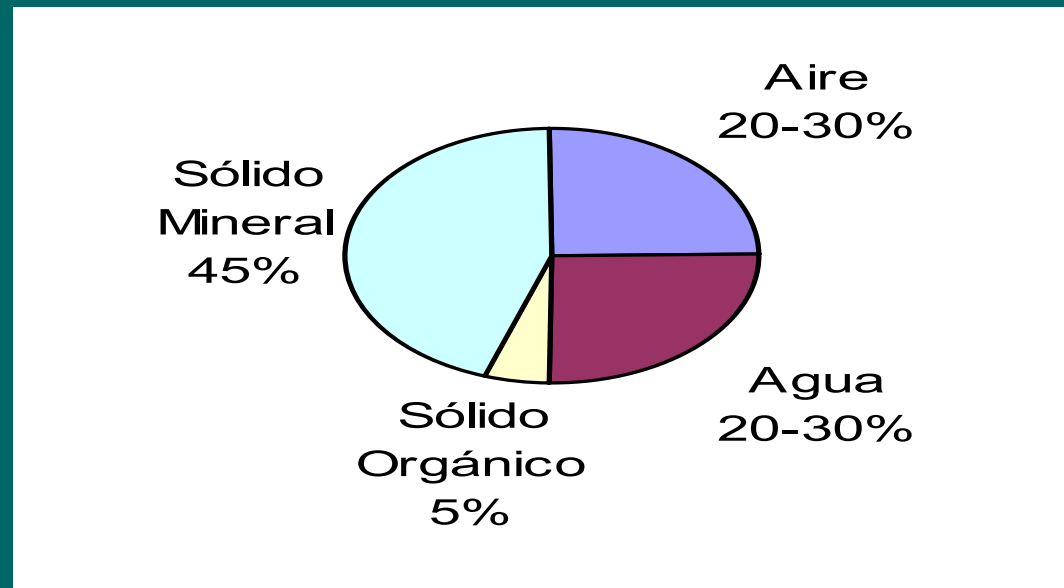




Transformaciones del Carbono Terrestre



Composición del Suelo



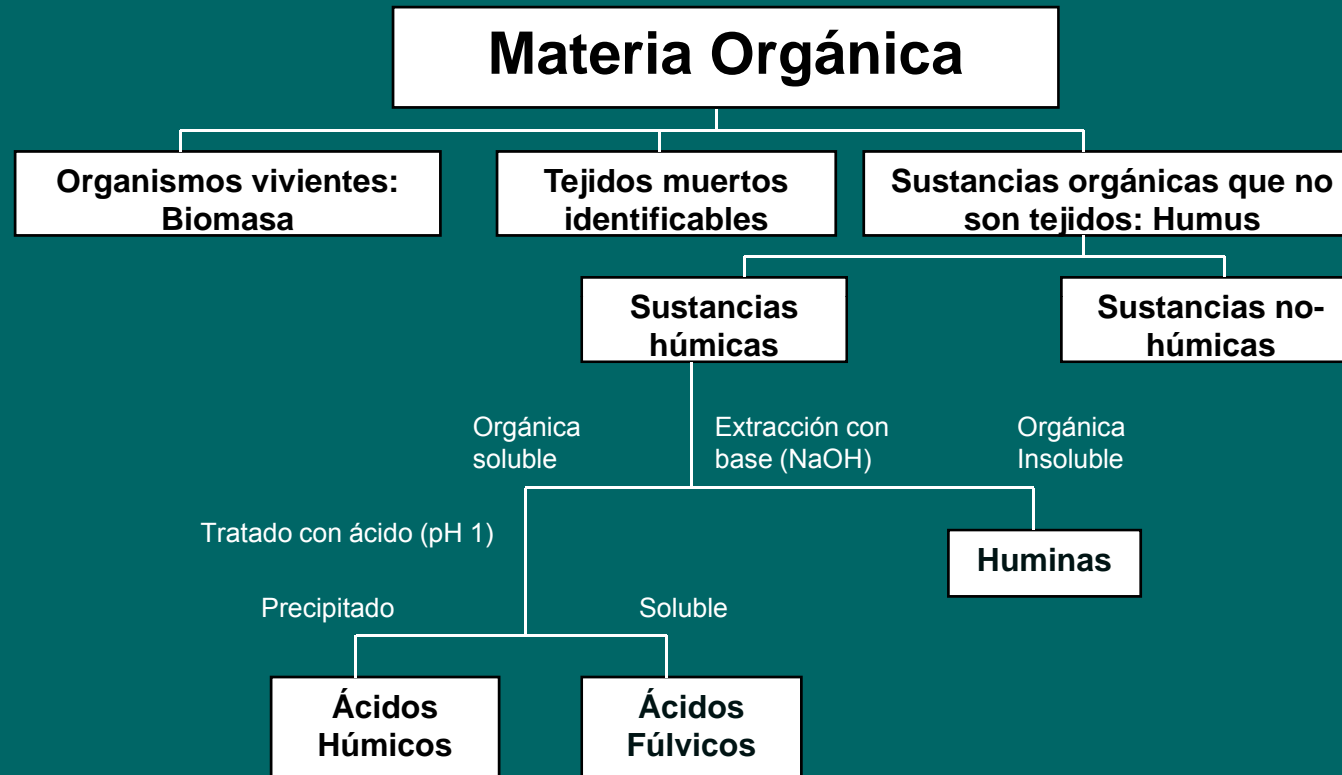
Rangos de Materia Orgánica en Suelos

- Horizontes superficiales de suelos minerales: **0.5-5%**
- Mollisoles: **5%**
- Andisoles: **6-35%**
- Histosoles: **100%**

Funciones de la Materia Orgánica

- ✓ **Capacidad de intercambio catiónico**
- ✓ **Capacidad de retención de agua**
- ✓ **Reservorio de nutrientes para las plantas**
- ✓ **Fuente de energía y constituyentes para microorganismos**
- ✓ **Estimulante directo del desarrollo de plantas**

Componentes de la Materia Orgánica

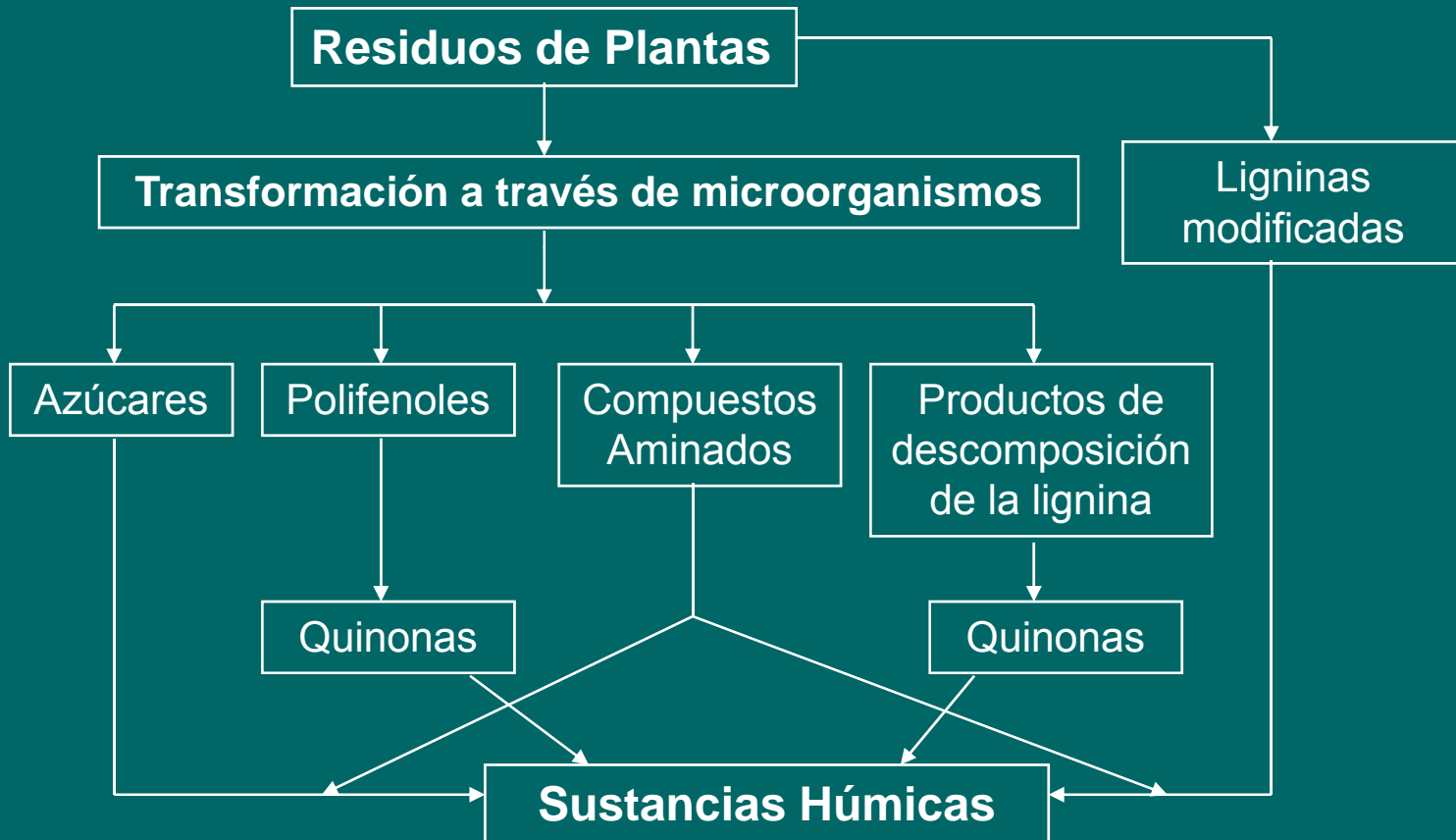


(Stevenson, 1994)

Sustancias Húmicas

- **Representan 60-80% de la materia orgánica**
- **Moléculas de estructura y composición variable**
- **Producto de procesos de condensación de productos simples y complejos de descomposición microbiana de residuos orgánicos**
- **Resistentes al ataque microbiano**
- **Tiempo de vida media entre 10-50 años (ácido fúlvico) y varios siglos (ácido húmico)**

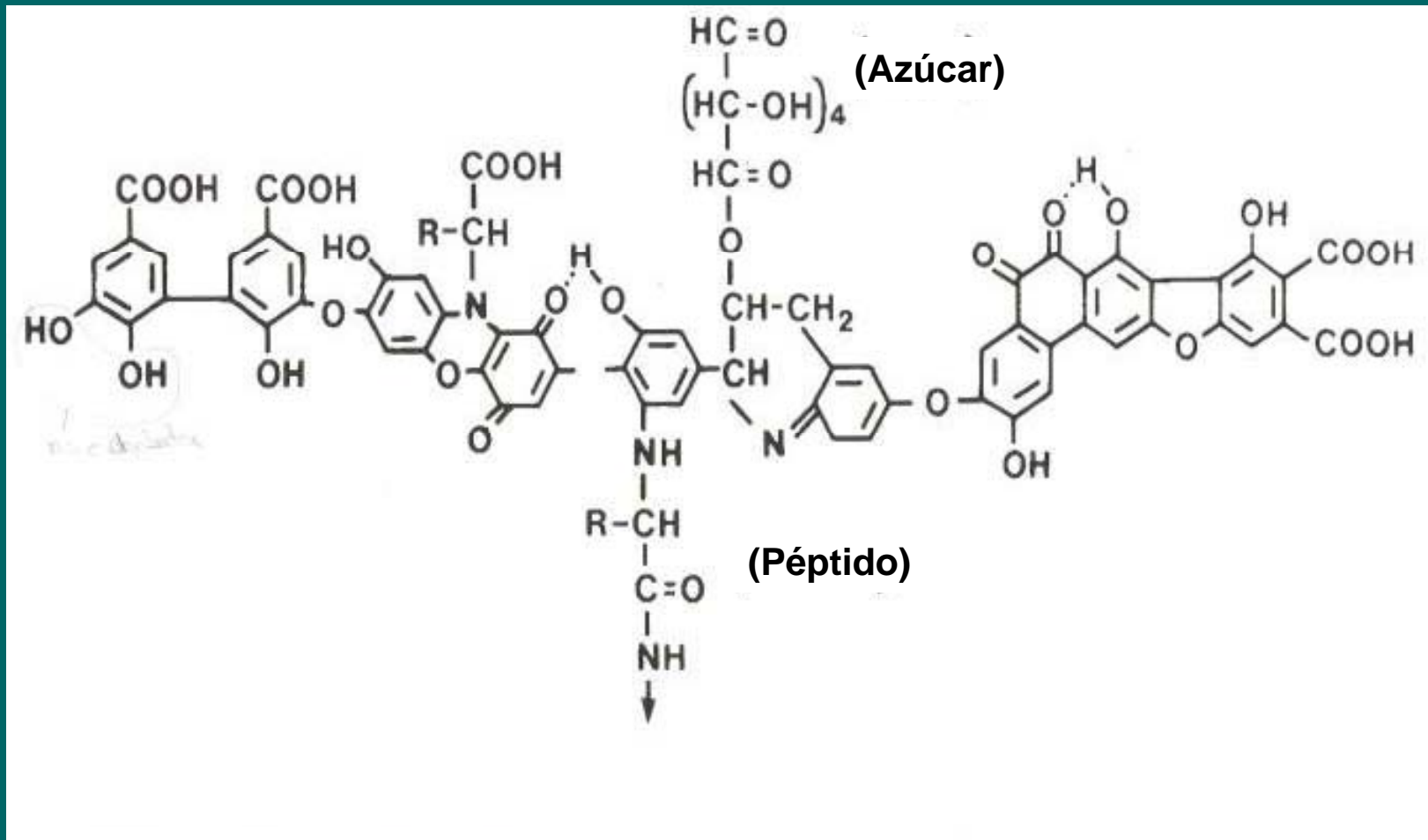
Formación de Sustancias Húmicas



(Stevenson, 1982)

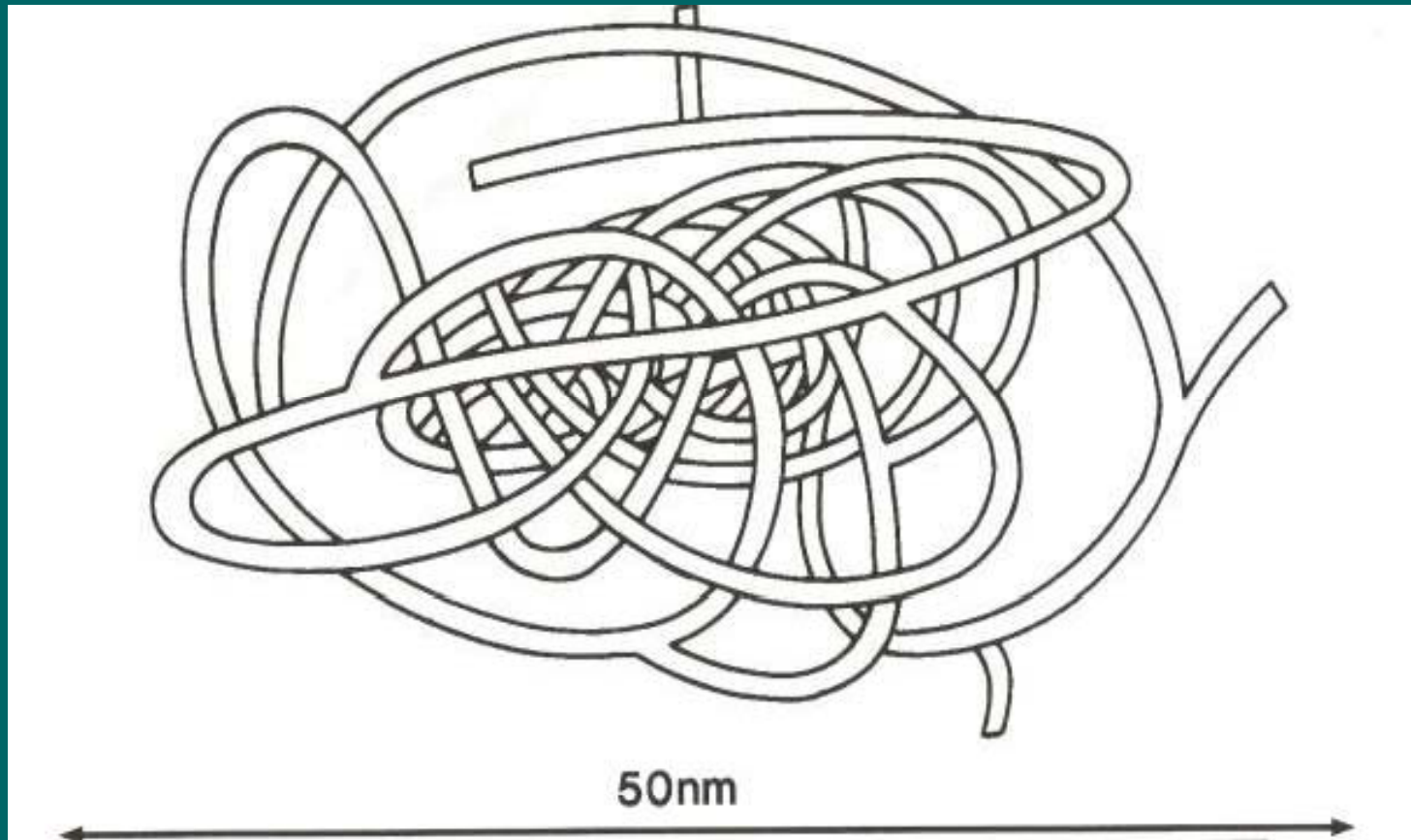


Concepto de ácidos húmicos: una estructura química propuesta



(Stevenson, 1982)

Concepto de ácidos húmicos: una configuración propuesta para un polímero de peso molecular 150000



(Oades, 1989)

Sustancias Húmicas

Huminas

Ac.Húmico

Ac. Fúlvico

Peso Molecular

10⁶? 100,000 10,000 1000

Capacidad de Intercambio Catiónico y Acidez (cmol/kg)

100? 300 500 1000

Contenido de Carbono (g/kg)

550 620 560 520 430

Contenido de Oxígeno (g/kg)

340 290 360 440 510

Contenido de Nitrógeno (g/kg)

46 55 41 7

Contenido de Hidrógeno (g/kg)

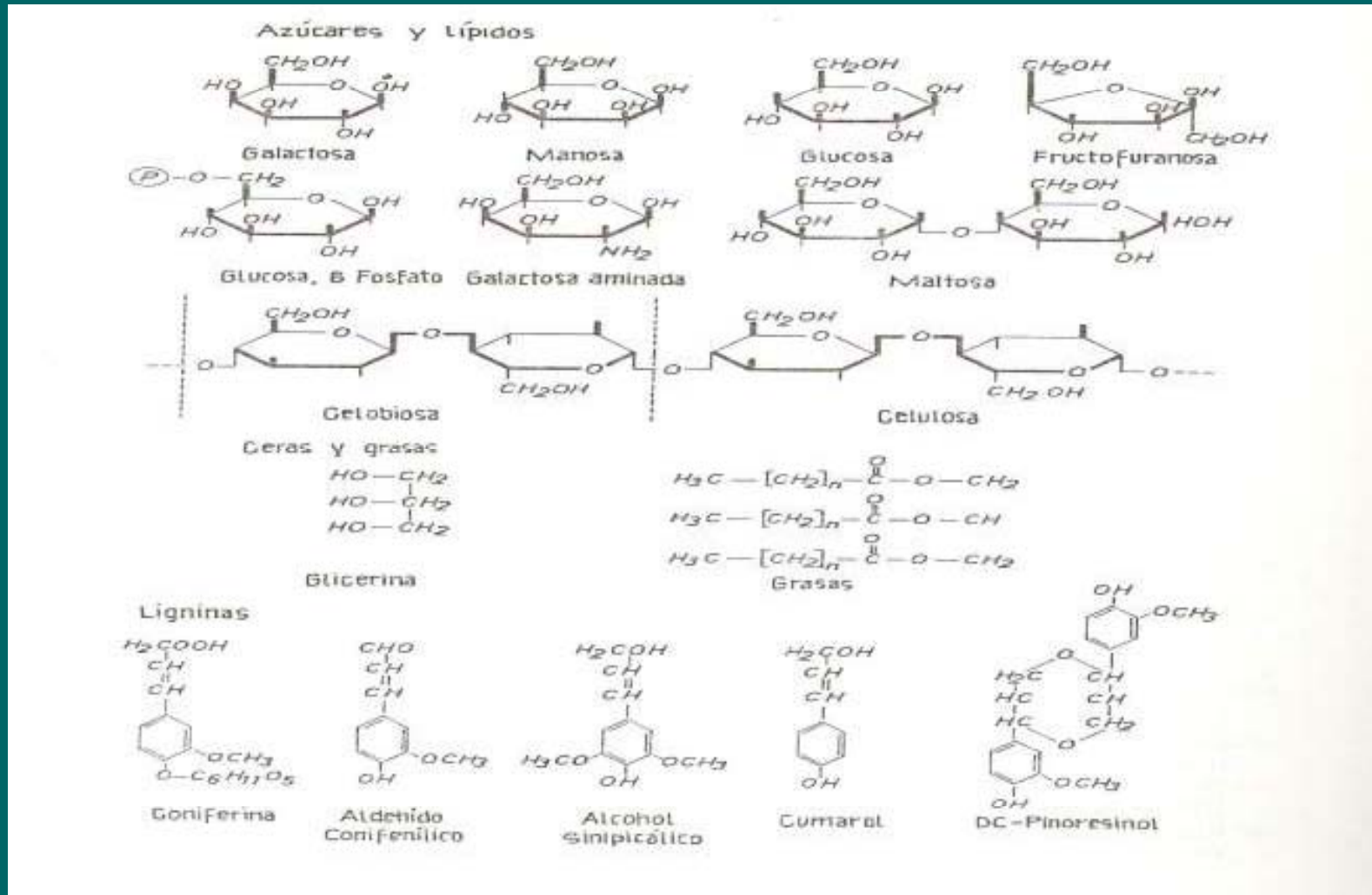
55 29 67 33 50

(Oades, 1989)

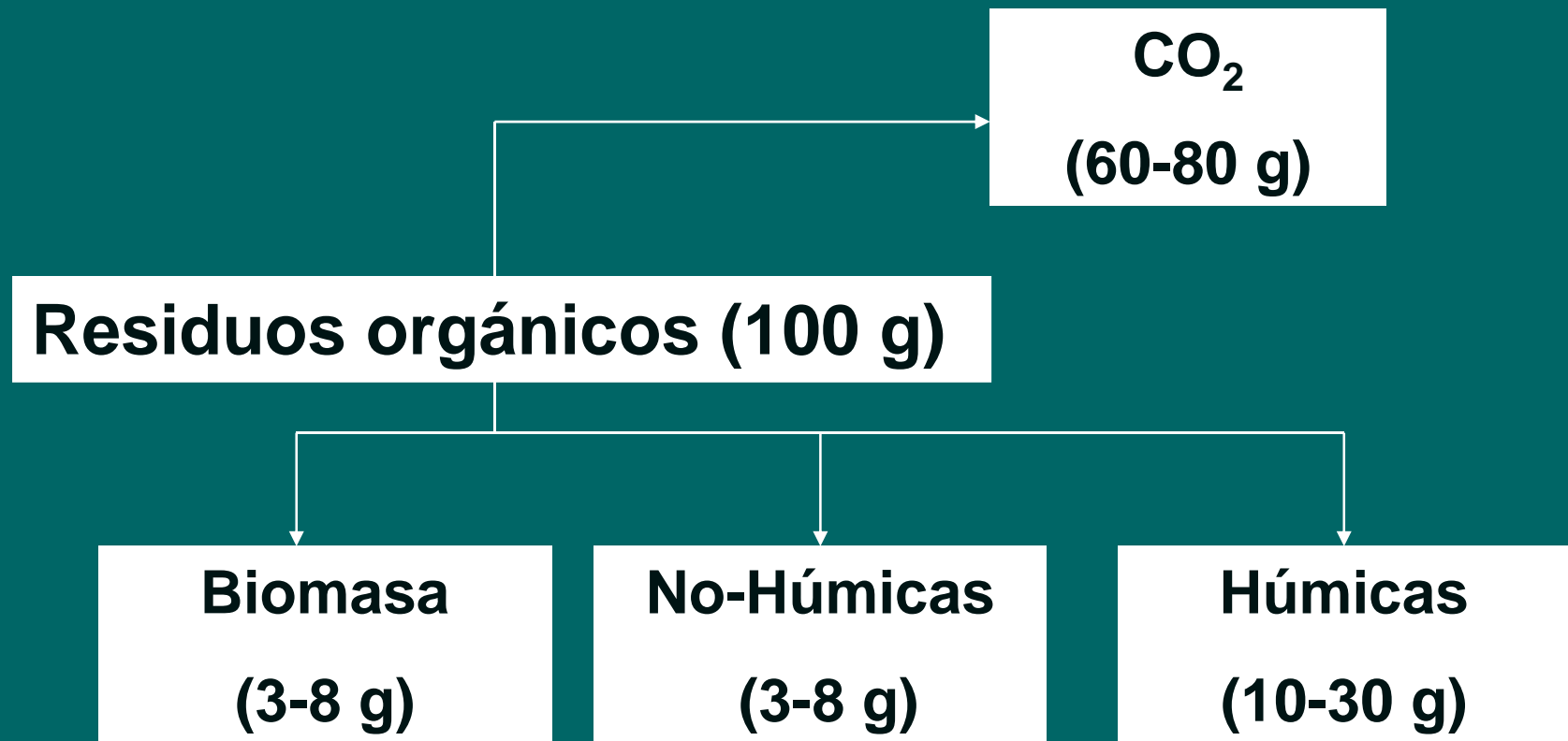
Sustancias No-Húmicas

- **Representan 20-30% del humus**
- **Bio-moléculas específicas**
- **Producidas por plantas y microorganismos**
- **Menos complejas y resistentes al ataque microbiano comparadas con las sustancias húmicas**

Sustancias No-Húmicas



Descomposición de Compuestos Orgánicos en el Suelo



Descomposición de Compuestos Orgánicos en el Suelo

Condiciones Aeróbicas

- Oxidación de compuestos orgánicos



- Liberación o inmovilización de nutrientes
- Formación de compuestos resistentes al ataque microbiano

Condiciones Anaeróbicas

- Proceso de descomposición lenta
- Se producen compuestos orgánicos parcialmente oxidados

Factores que Controlan la Tasa de Descomposición y Mineralización

- pH
- Humedad
- Aereación
- Temperatura
- Calidad de los residuos

Factores que Controlan la Tasa de Descomposición y Mineralización

Calidad de los residuos

➤ Condición física

Tamaño de partícula

Ubicación: sobre la superficie o incorporado al suelo



Factores que Controlan la Tasa de Descomposición y Mineralización

Calidad de los residuos

➤ Relación carbono/nitrógeno

C/N en residuos de plantas: 10:1 a 600:1

C/N en microorganismos: 5:1 a 10:1

Requerimiento de microorganismos: 1 g de N por cada 24 g C



Factores que Controlan la Tasa de Descomposición y Mineralización

Calidad de los residuos

Implicaciones:

- ❖ Residuos con altas relaciones C/N agotarán el N disponible.
- ❖ La descomposición se retardará si no existe suficiente N disponible.

Factores que Controlan la Tasa de Descomposición y Mineralización

Calidad de los residuos

➤ Contenido de lignina y polifenoles

Formación de complejos altamente resistentes al ataque microbiano

Mecanismos de Estabilización de la Materia Orgánica

Estabilización Química

Unión química o bioquímica entre la materia orgánica y la fracción mineral

Puente de Agua



Enlace Covalente





Mecanismos de Estabilización de la Materia Orgánica

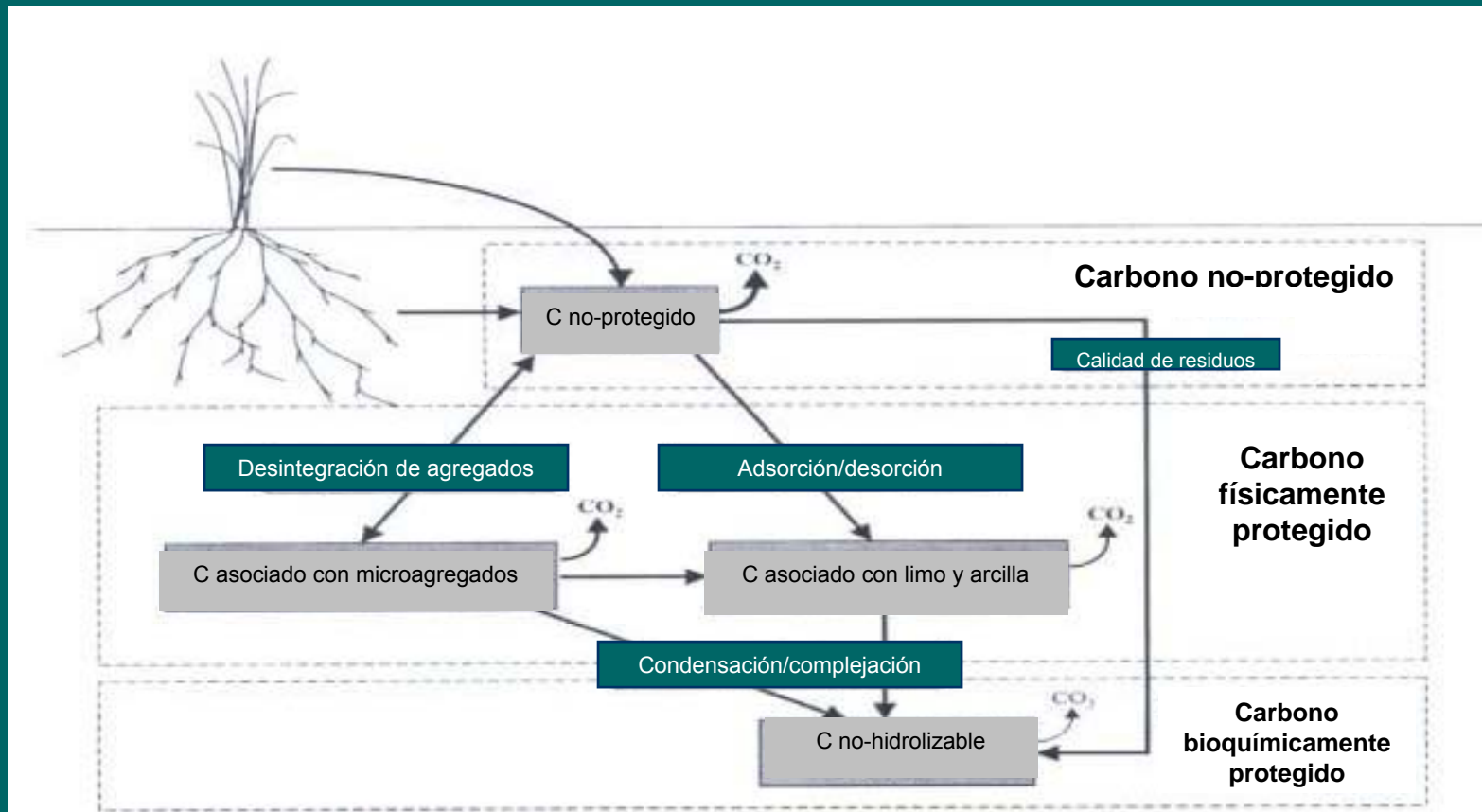
Protección Física

Los agregados se constituyen en barreras físicas entre microorganismos y enzimas y los sustratos respectivos.

Estabilización Bioquímica

Debido a la propia composición química y a través de reacciones químicas de complejación

Modelo Conceptual de la Dinámica de la Materia Orgánica en Suelos con Fracciones Medibles



(Six et al., 2002)

Evaluación de la Dinámica de la Materia Orgánica

- ✓ Falta de métodos físico o químicos para aislar fracciones sugeridas por estudios de descomposición.
- ✓ Existen modelos de simulación para cuantificar el impacto de los diferentes factores que controlan la dinámica de la materia orgánica.