

# IV Seminario: La biorremediación aplicada a los suelos tropicales

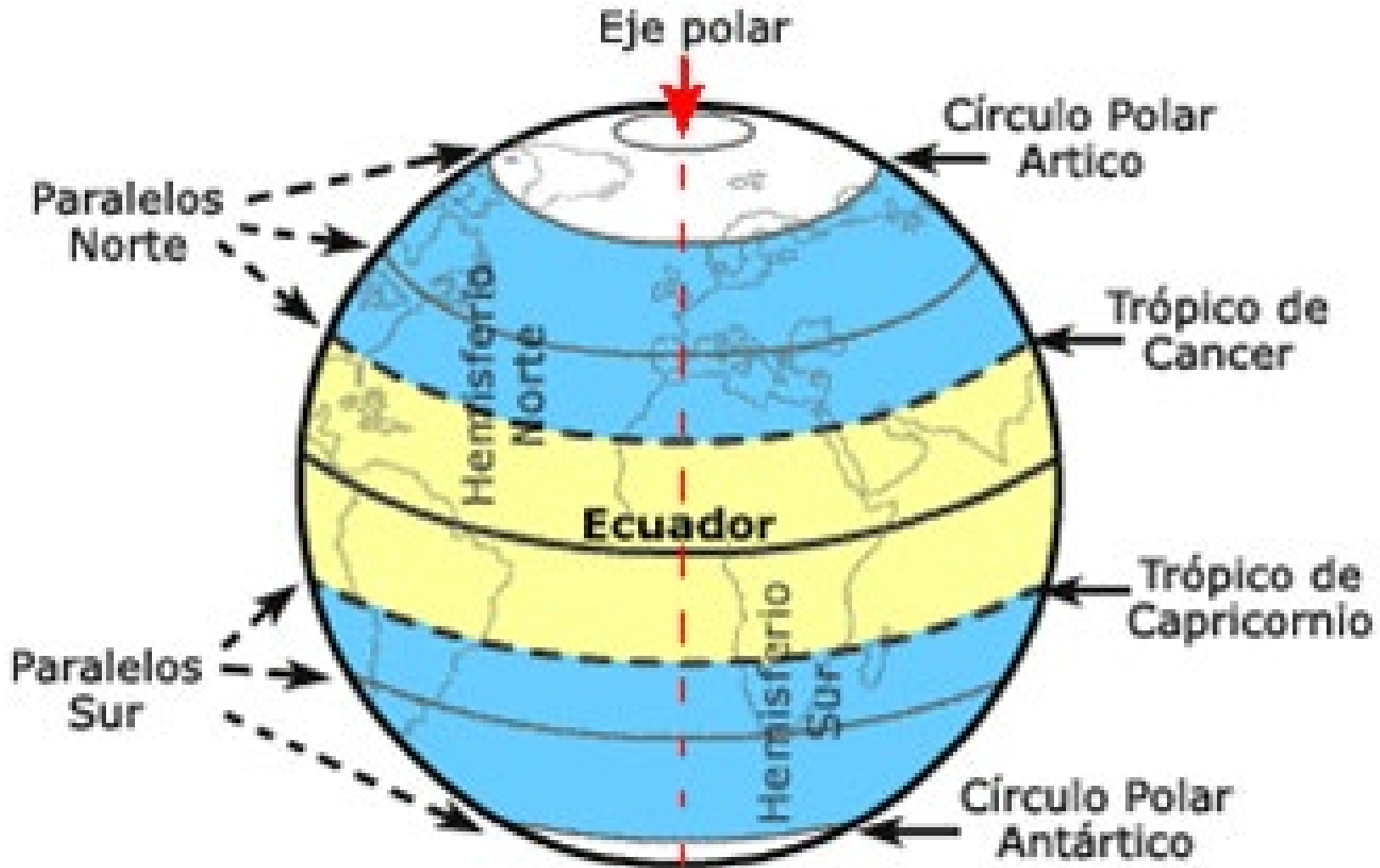
## Particularidades de la biorremediación en los suelos del trópico.

**Grupo GIEM**  
**Universidad de Antioquia**



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

# ¿Que es el trópico?



# TRÓPICO

**Corresponde al área alrededor del ecuador, desde  $23.5^{\circ}$  al norte hasta los  $23,5^{\circ}$  de latitud sur.**

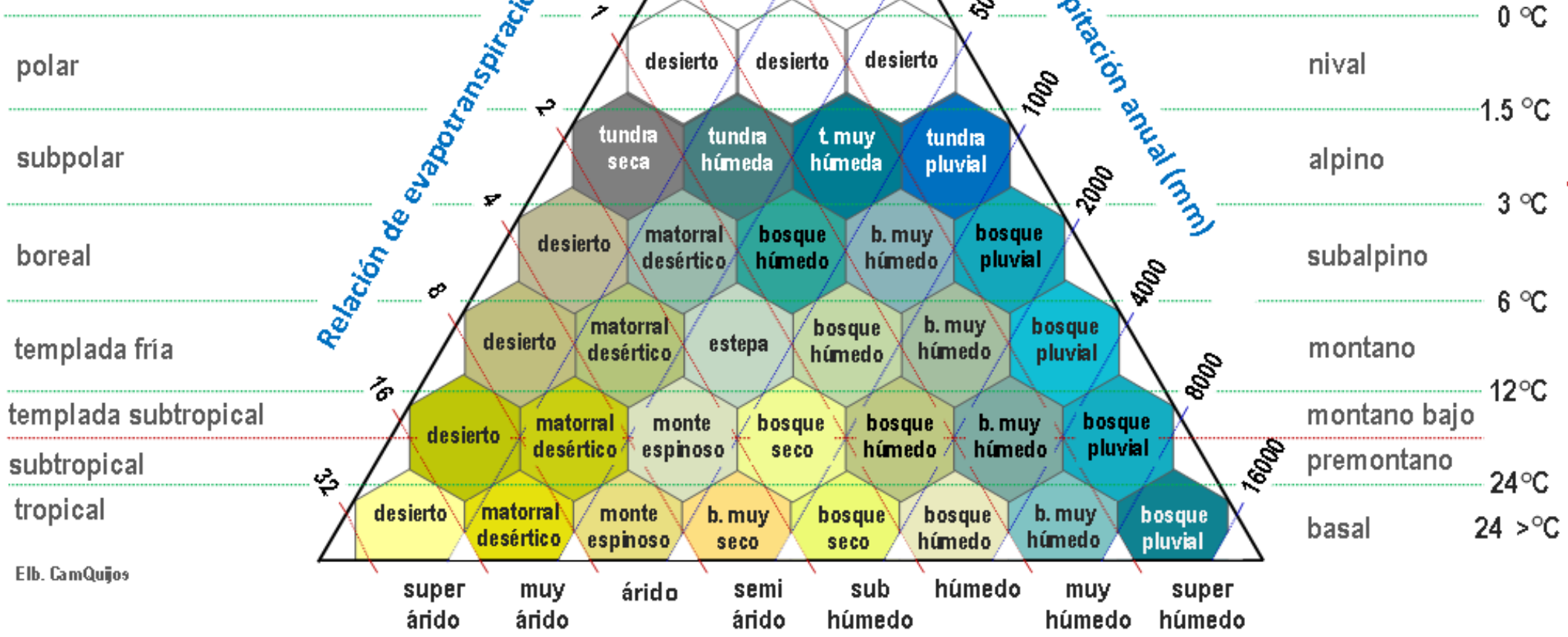
**Al menos una vez al año, el Sol se encuentra en el cenit ( $90^{\circ}$ ) y nunca está a menos de  $43^{\circ}$ .**

**Duración del día entre 10 y 13.5 horas.**

Diagrama bioclimático de zonas de vida del sistema Holdridge

Regiones latitudinales

Pisos altitudinales



Biotemperatura

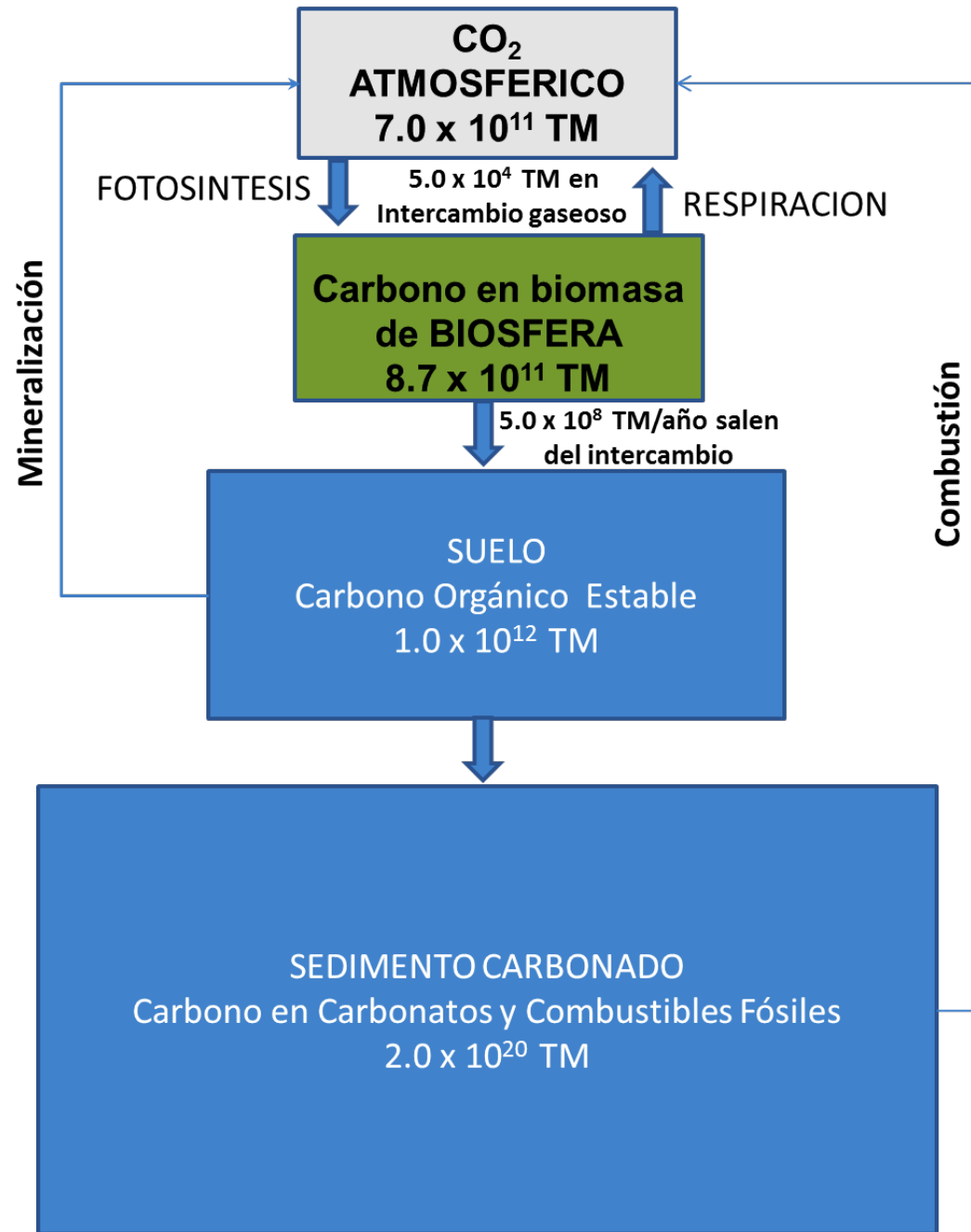
..... temperatura crítica

Elb. CamQuijos

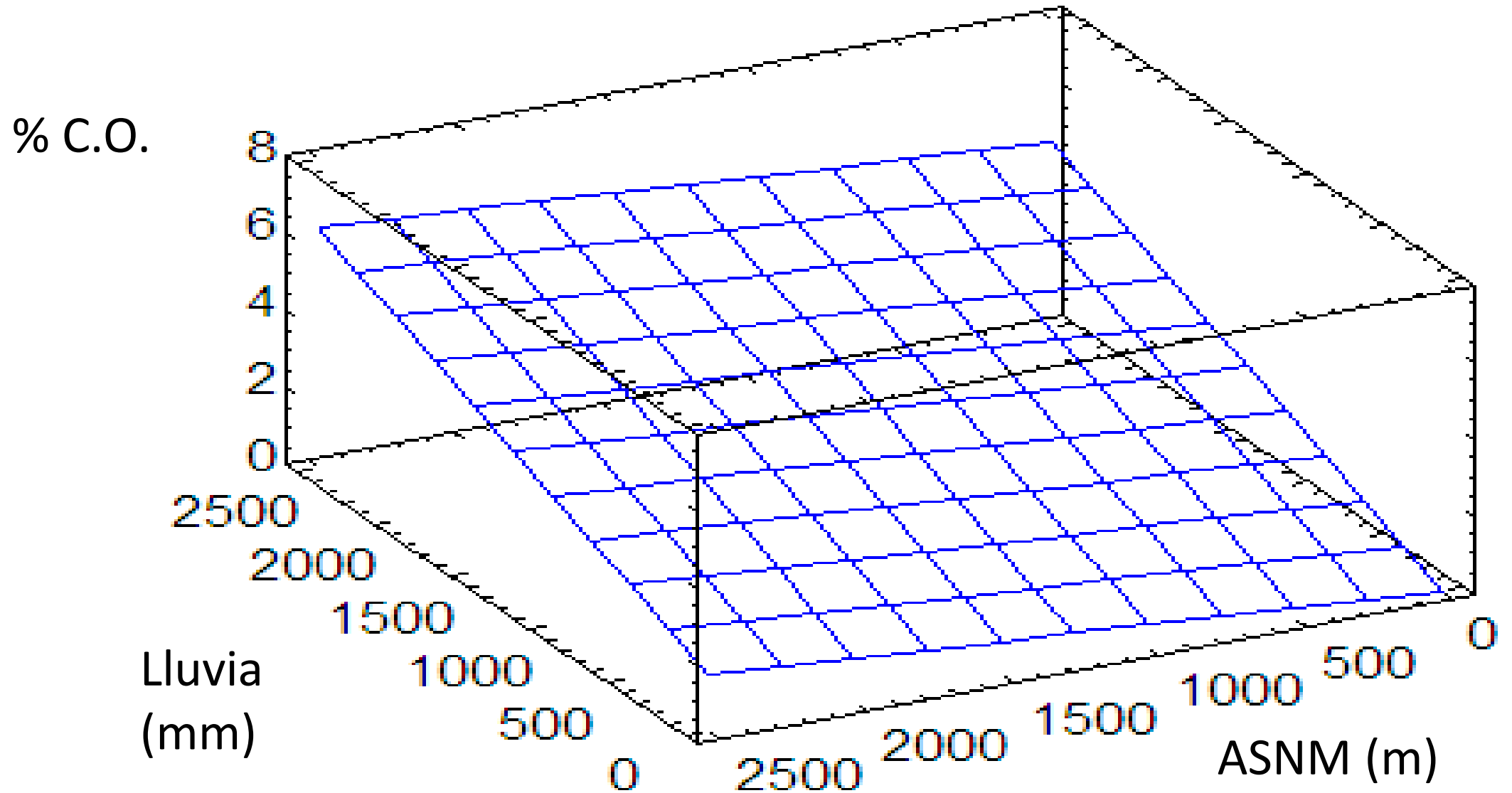
Provincias de humedad

Clases de zonas de vida del sistema de Holdridge	
1	Desierto polar
2	Tundra seca
3	Tundra húmeda
4	Tundra muy húmeda
5	Tundra pluvial
6	Desierto boreal
7	Matorral boreal seco
8	Bosque boreal húmedo
9	Bosque boreal muy húmedo
10	Bosque boreal pluvial
11	Desierto templado frío
12	Matorral templado frío
13	Estepa templada fría
14	Bosque húmedo templado frío
15	Bosque muy húmedo templado frío
16	Bosque pluvial templado frío
17	Desierto templado cálido
18	Matorral xerófilo templado cálido
19	Matorral espinoso templado cálido
20	Bosque seco templado cálido
21	Bosque húmedo templado cálido
22	Bosque muy húmedo templado cálido
23	Bosque pluvial templado cálido
24	Desierto subtropical
25	Matorral xerófilo subtropical
26	Floresta espinosa subtropical
27	Bosque seco subtropical
28	Selva húmeda subtropical
29	Selva muy húmeda subtropical
30	Selva pluvial subtropical
31	Desierto tropical
32	Matorral xerófilo tropical
33	Floresta espinosa tropical
34	Bosque muy seco tropical
35	Bosque seco tropical
36	Selva húmeda tropical
37	Selva muy húmeda tropical
38	Selva pluvial tropical

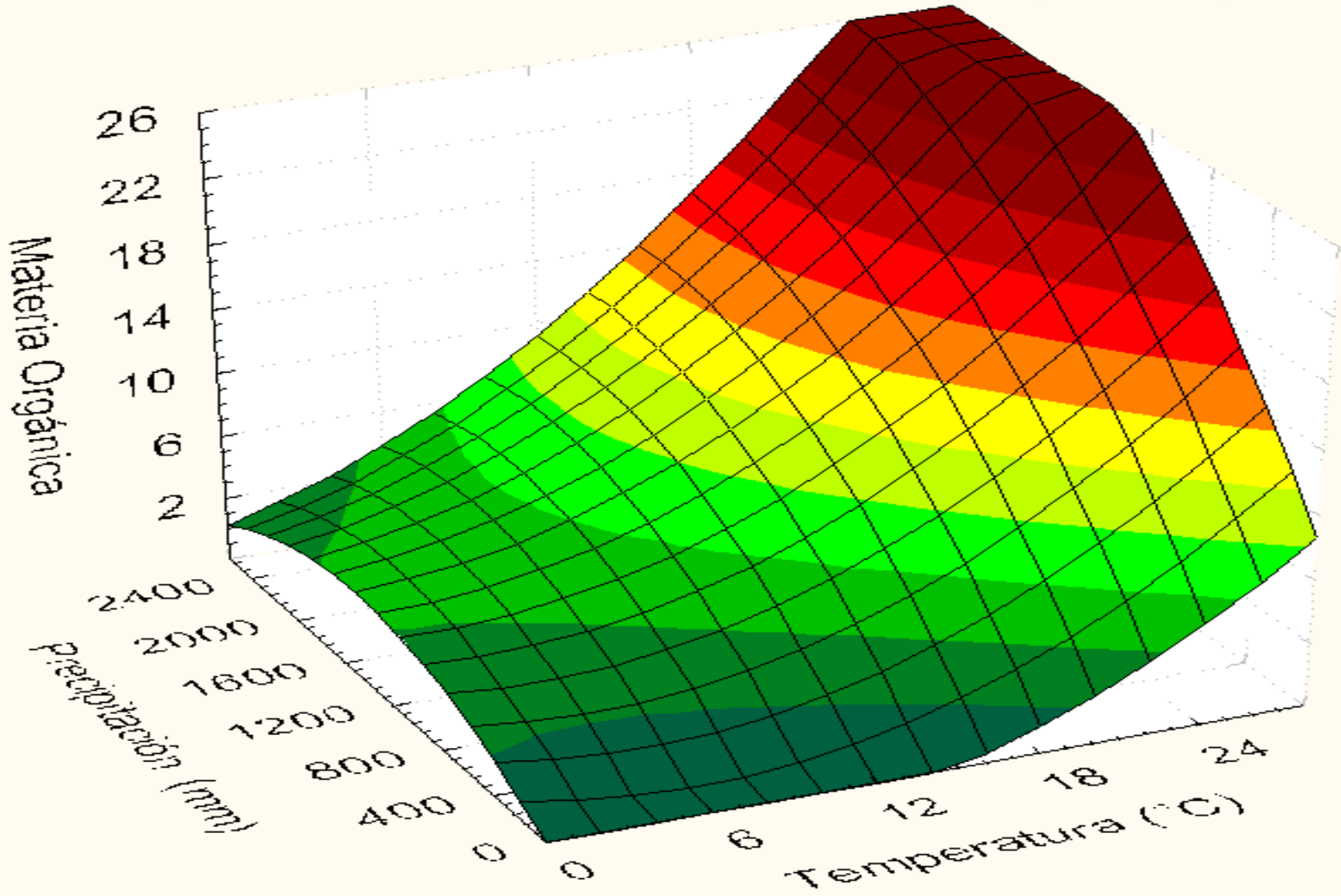
Relación Pisos Altitudinales y Latitud		
Regiones latitudinales	Biotemperatura	Pisos altitudinales
Polar (glacial)	0 a 1,5 °C	Nival
Subpolar (tundra)	1,5 a 3 °C	Alpino
Boreal	3 a 6 °C	Subalpino
Templado frío	6 a 12 °C	Montano
Templado cálido	12 a 18 °C	Montano bajo
Subtropical	18 a 24 °C	Premontano
Tropical	mayor de 24 °C	Basal



# Relación entre Pluviosidad, Altura y Materia Orgánica En Suelos Tropicales



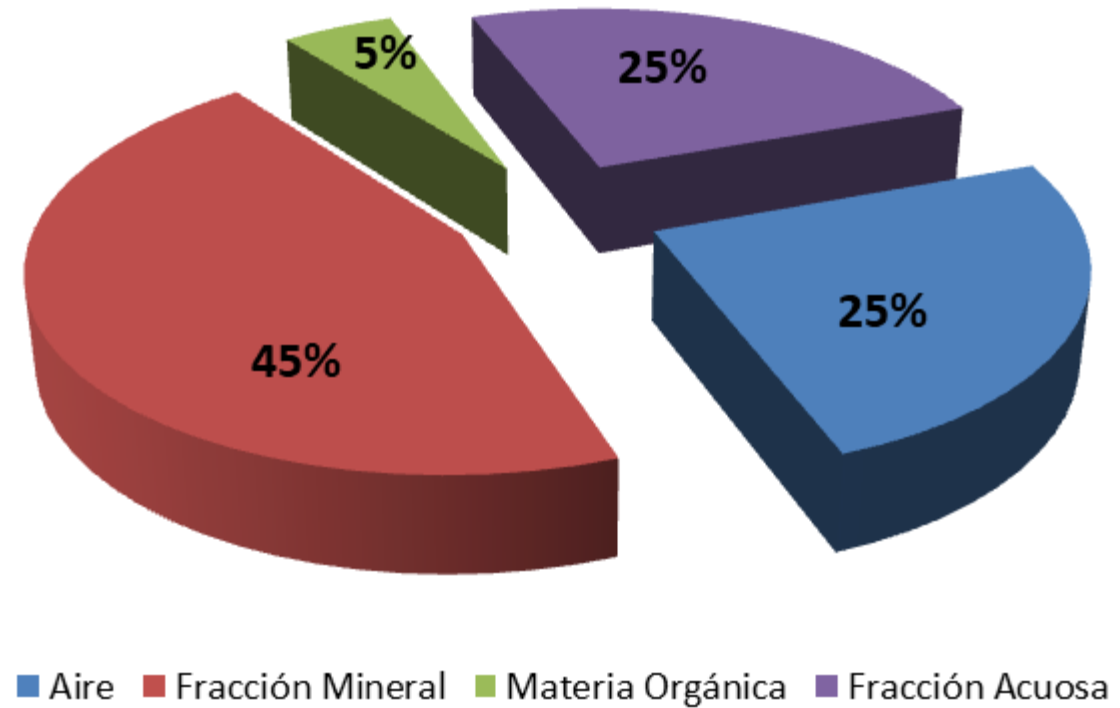
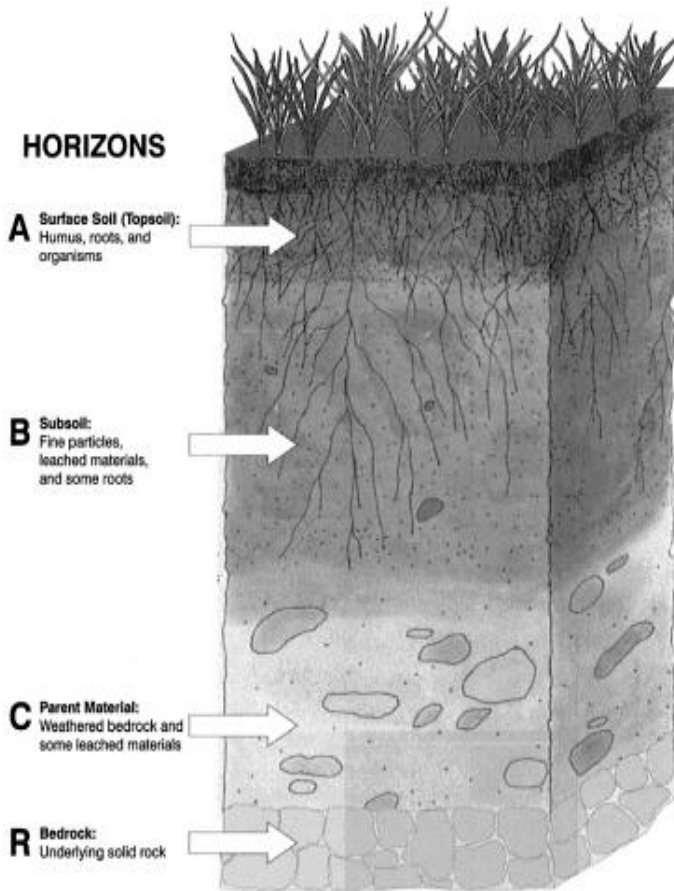
# Productividad de los ecosistemas en función de la precipitación y la temperatura





# ¿Que es el suelo?

Sistema sólido complejo que se produce en la capa exterior de la tierra como una propiedad emergente de las interacciones físicas, químicas y biológicas del medio, para dar como resultado la formación del sustrato natural que es soporte de los ecosistemas terrestres.

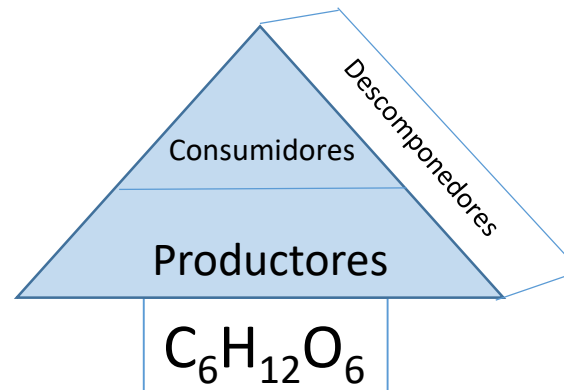
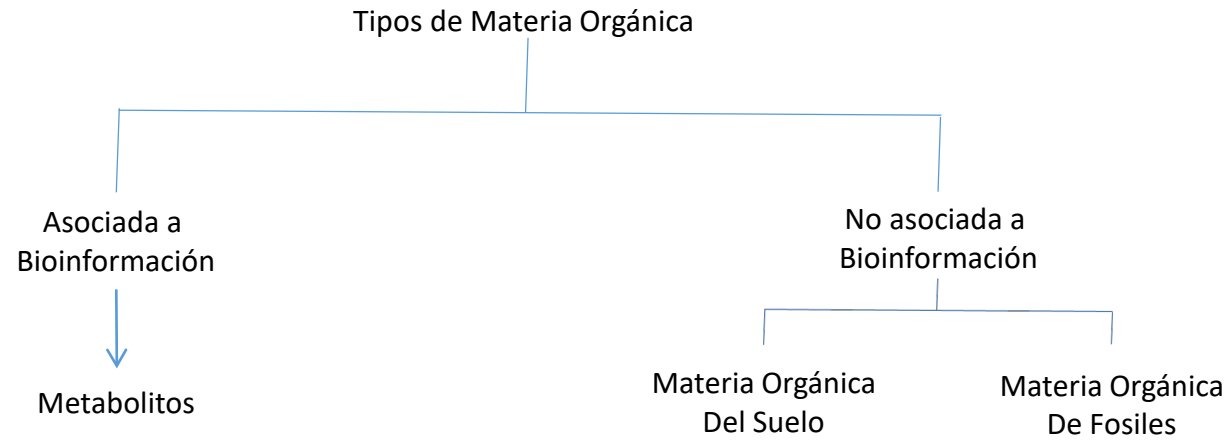


S.J. McNaughton and L.L. Wolf (1984) Ecología General ED. Omega

James Lovelock (2000) Las Edades de Gaia

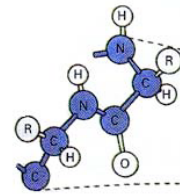
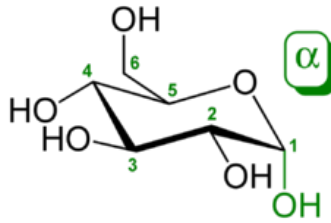
# Que es la Materia Orgánica?

Evolutivamente la materia orgánica deriva de la fijación del Biológica del CO<sub>2</sub>



# Como es estructuralmente la M.O. ?

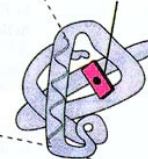
## Compuestos Biológicos



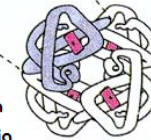
Estructura primaria



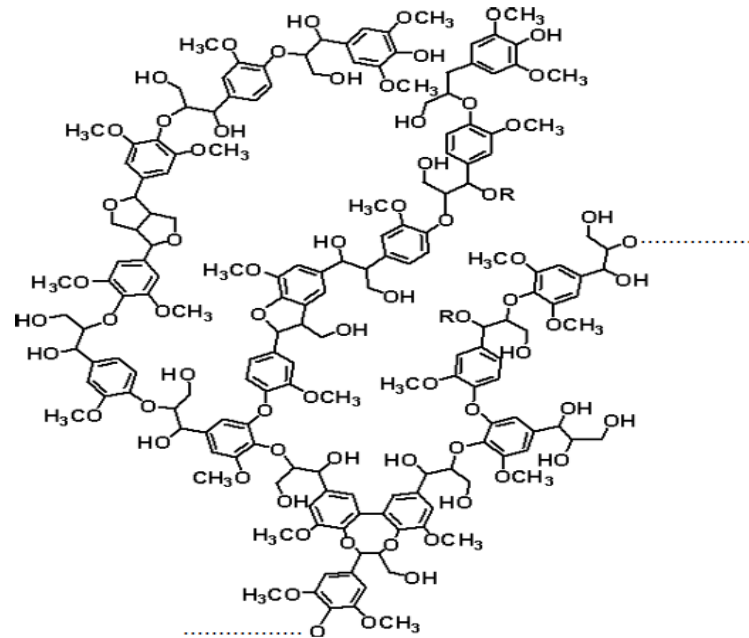
Estructura secundaria



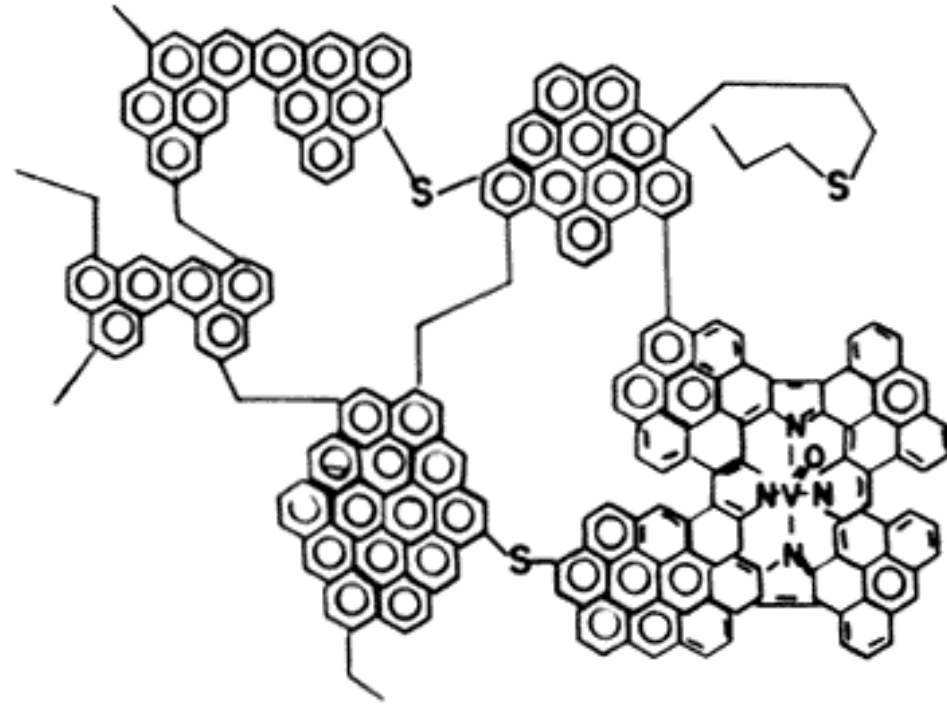
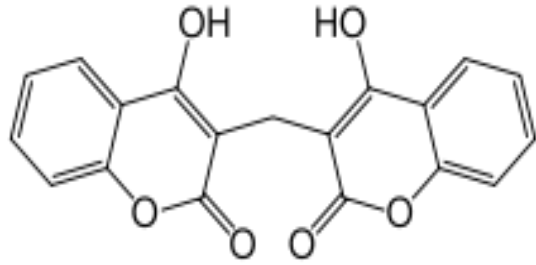
Estructura terciaria



Estructura Cuaternaria

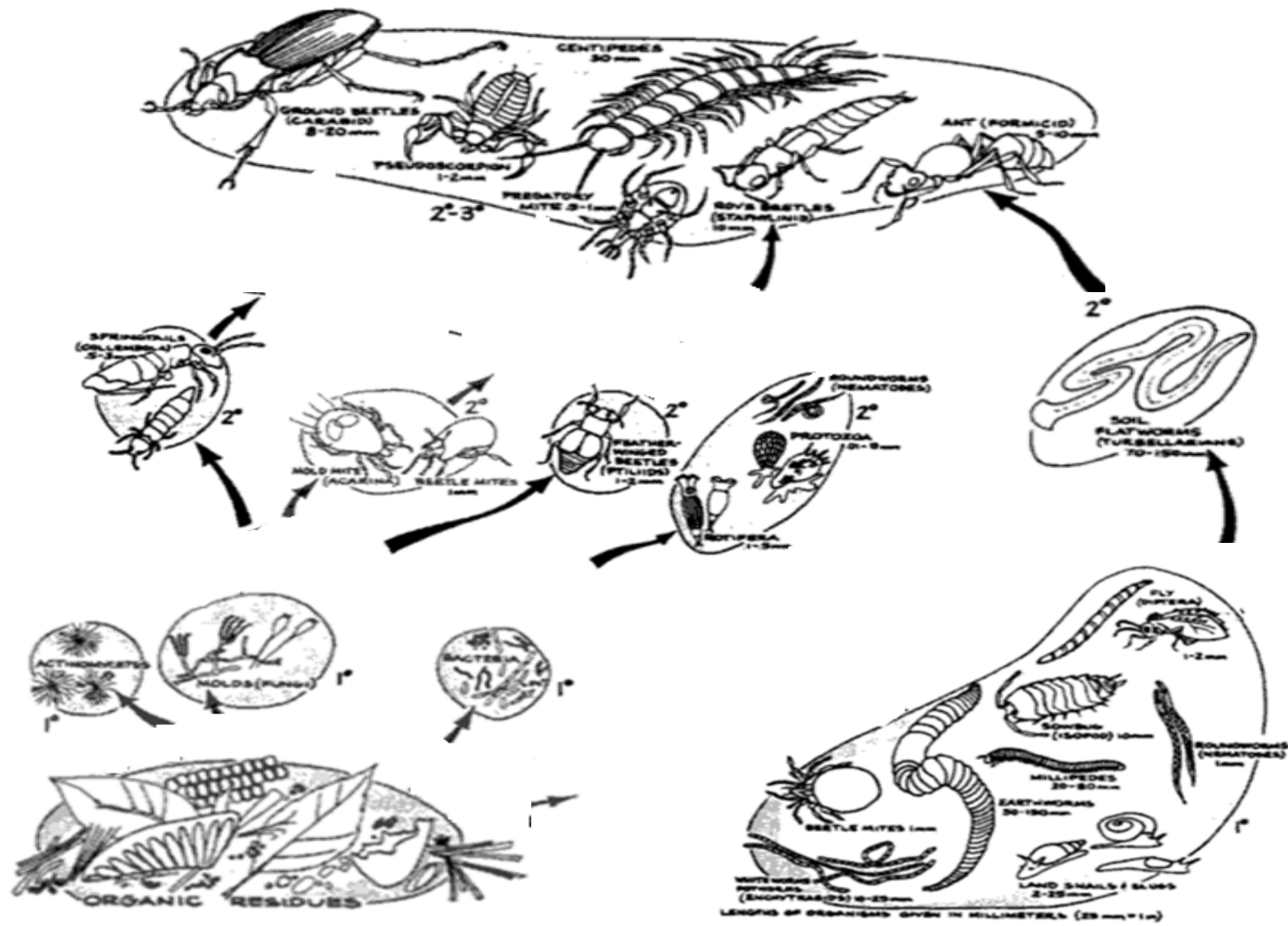


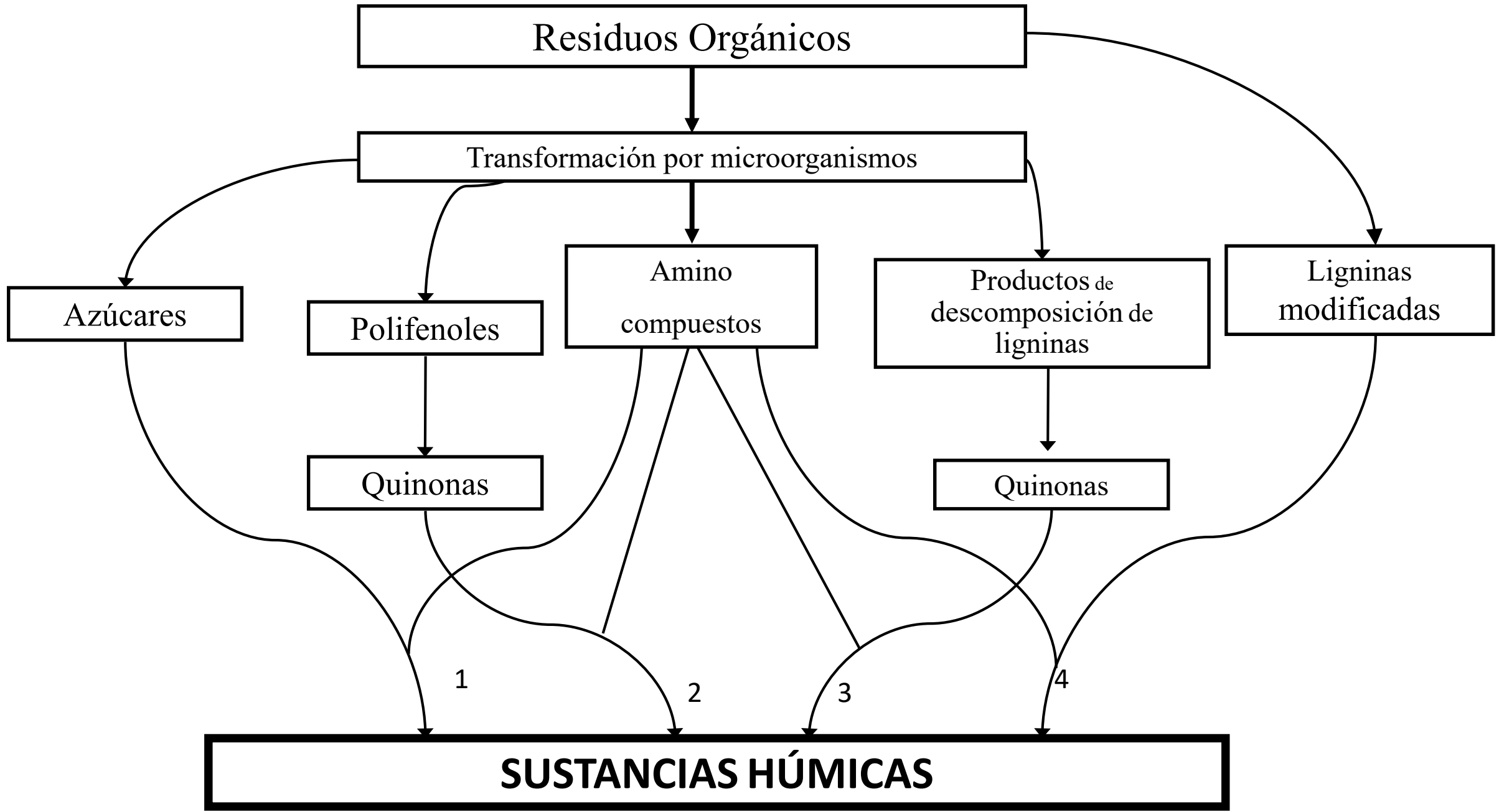
## Compuestos “No Biológicos”



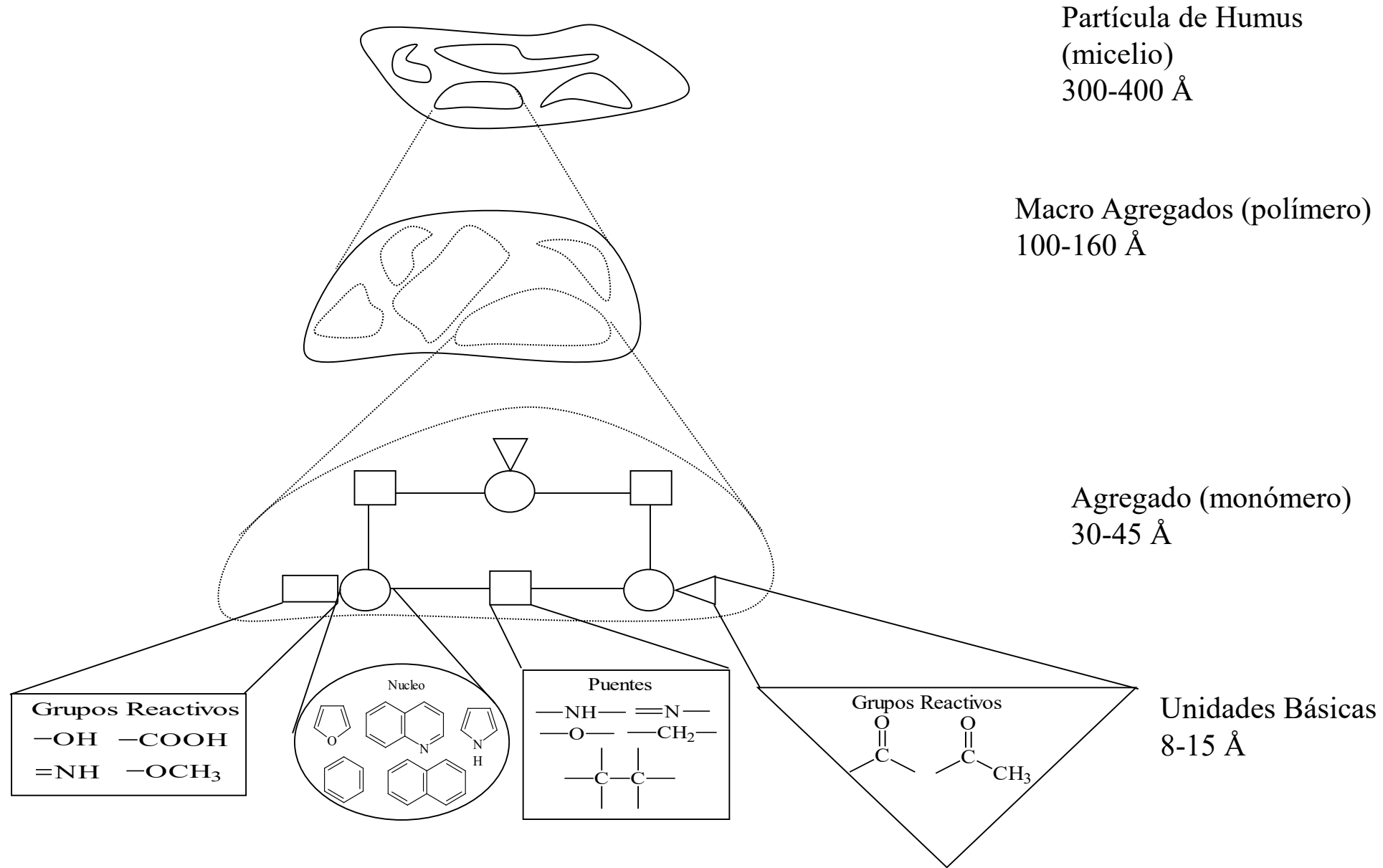
Materia Organica Sedimentaria

**¿Como se forma la fracción orgánica estable del suelo?**



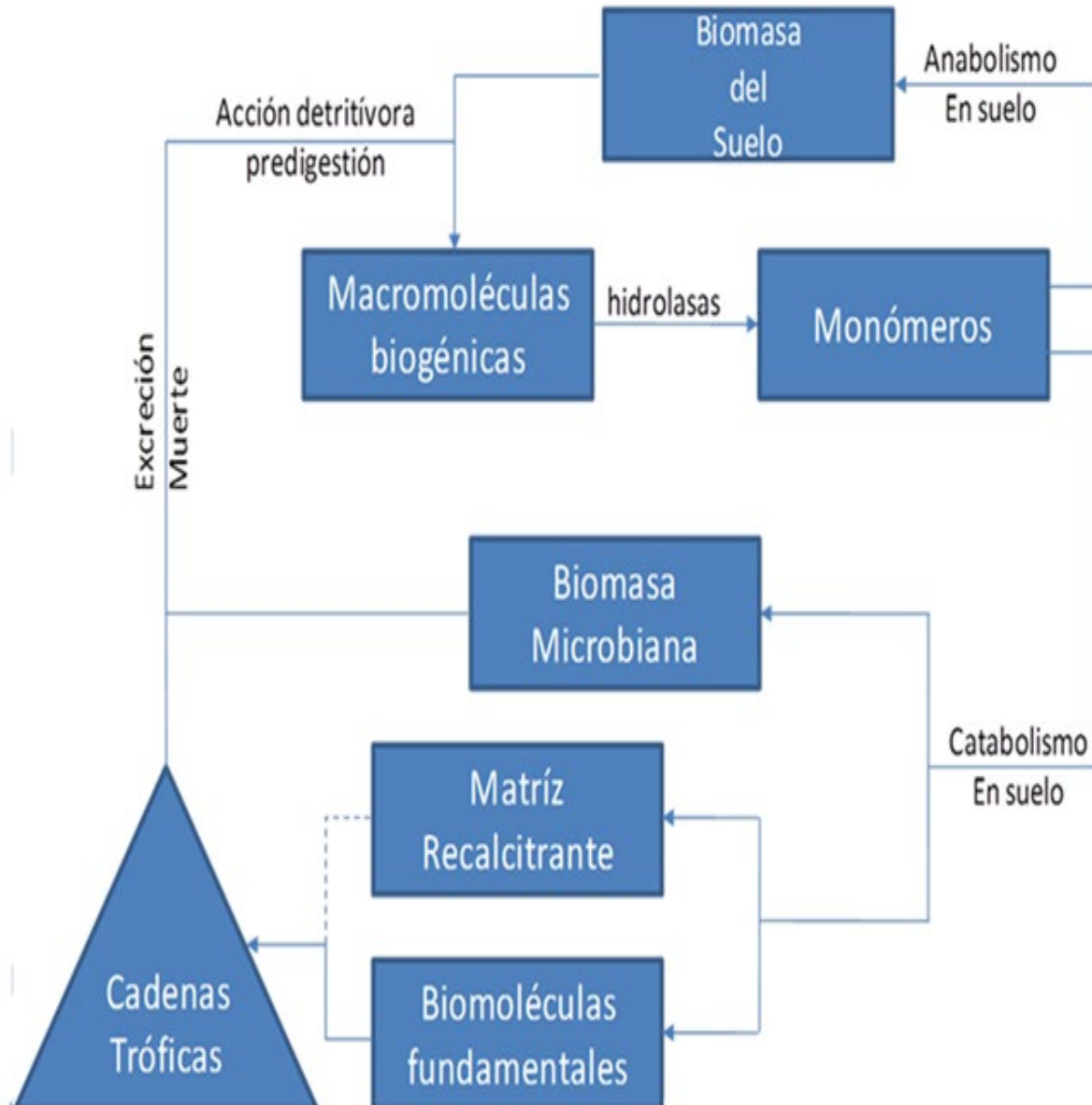


# Modelo de Pauli de la partícula de Humus





# Sistema cerrado Ecosistema Natural



**El suelo evolucionó siendo parte de un sistema cerrado: El ecosistema terrestre**

# ¿ Cómo y Por qué se deteriora el suelo?



**Acciones traumáticas:  
Minería Ilegal**

**Acciones paulatinas :  
Agricultura no sostenible**

# Cuturú, el antes



Fuente: Biorgánicos



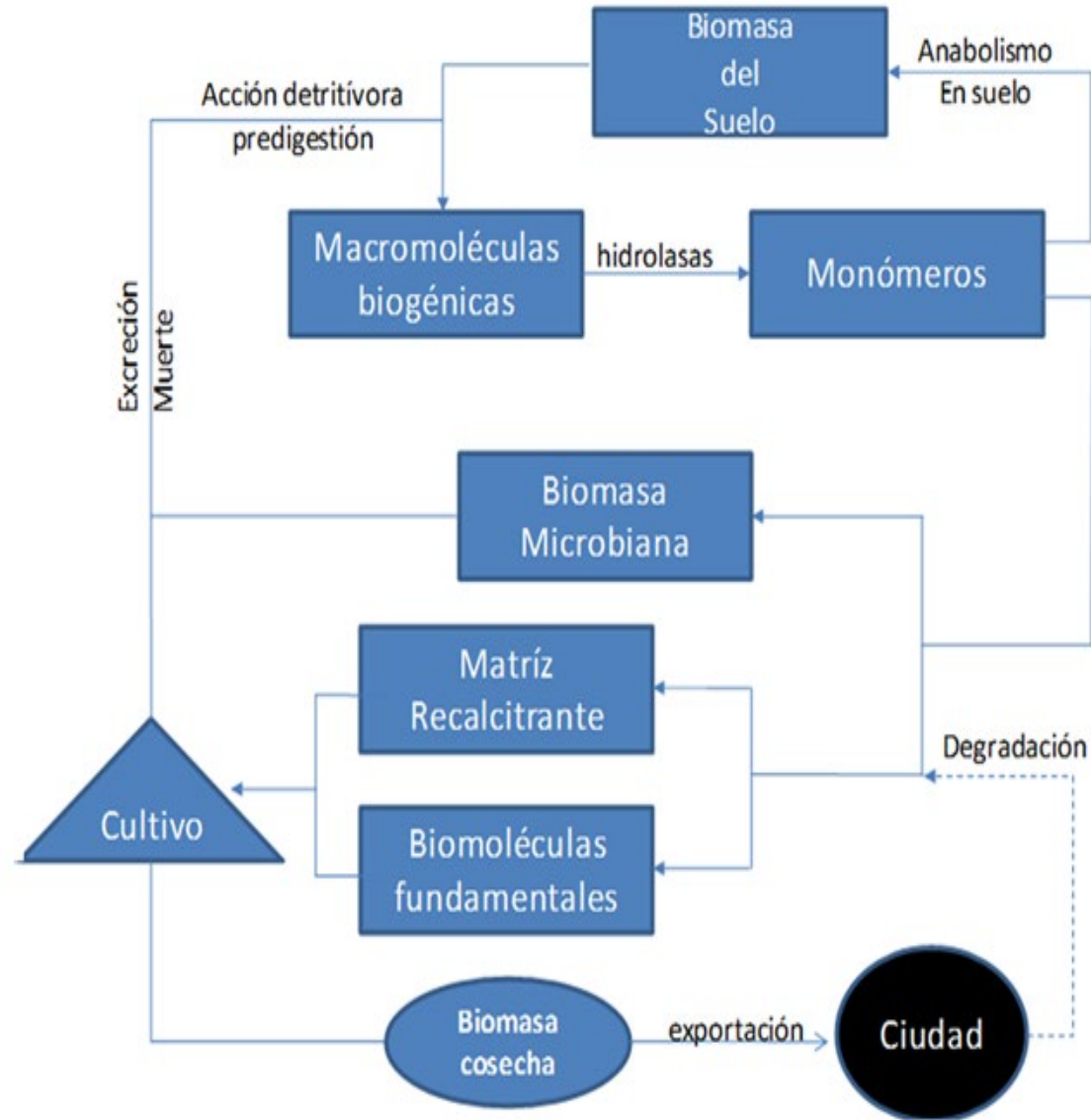
# Cuturú, el despues



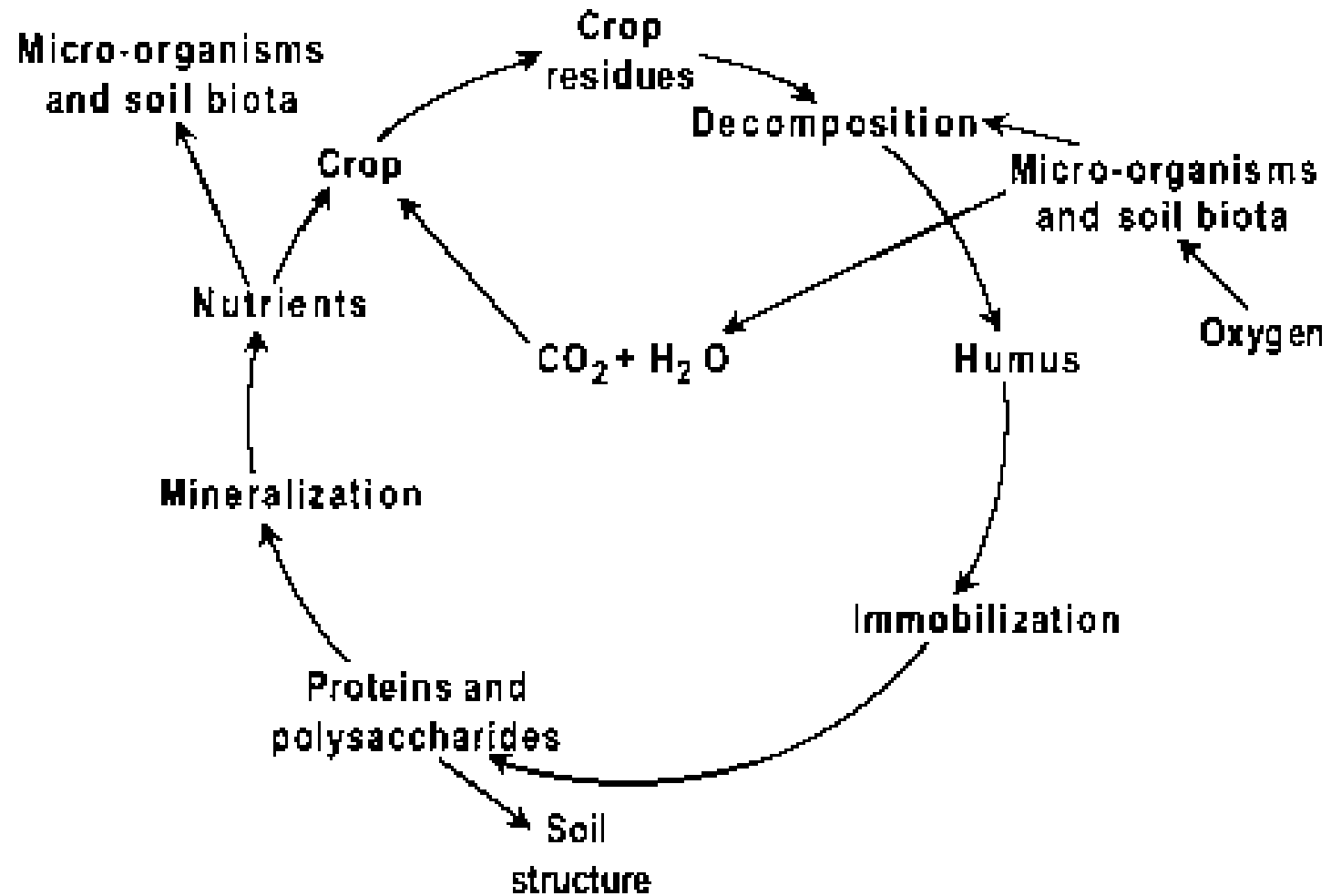




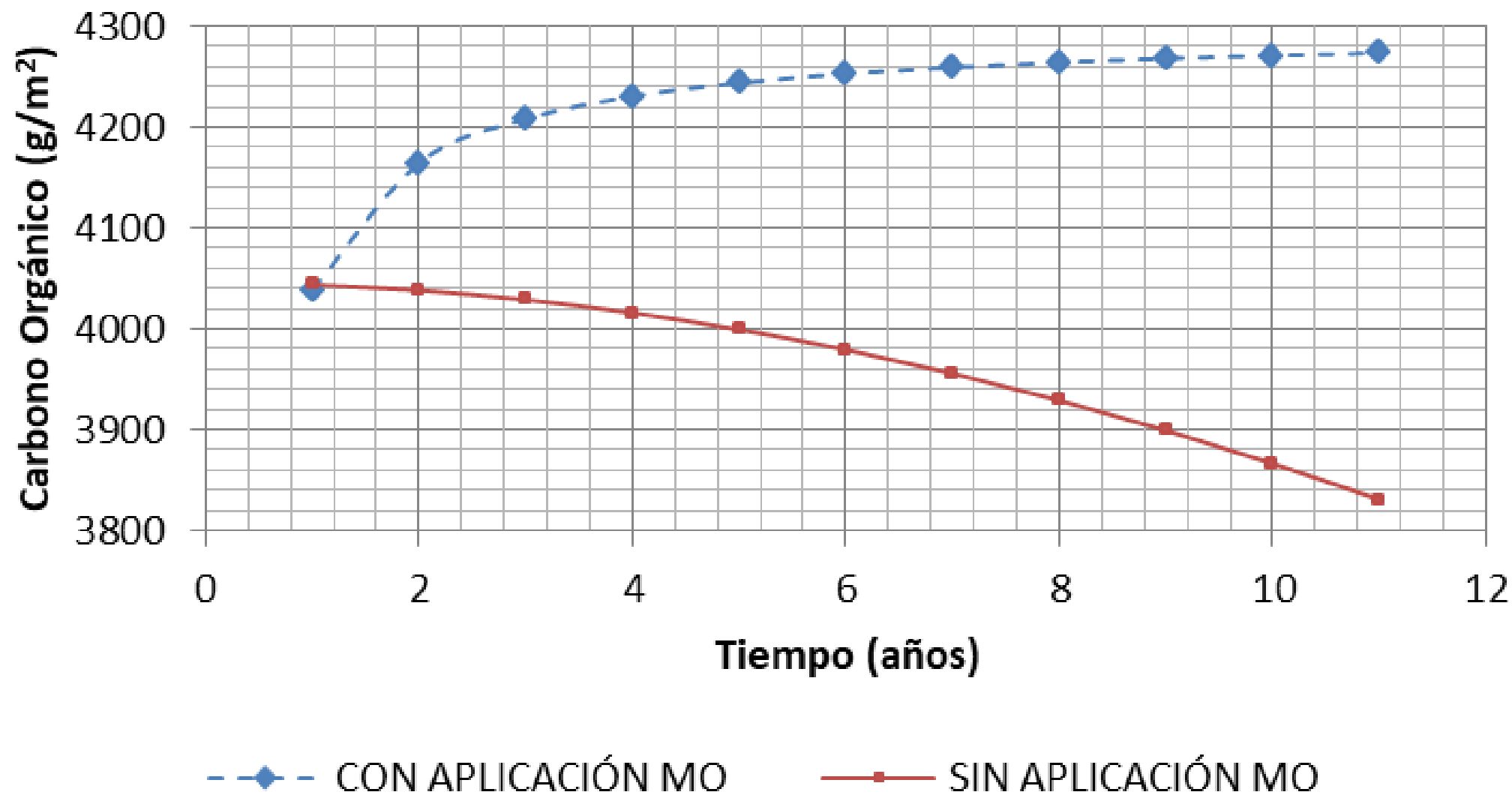
# Sistema abierto Agroecosistema



## Carbon cycle



## Efecto de la aplicación de materia orgánica en un suelo agrícola





# Deterioro del suelo como sustrato agrícola se identifica por:

Pérdida de estructura física del suelo.

Pérdida de Capacidad de Retención de agua.

Sellado superficial.

Compactación.

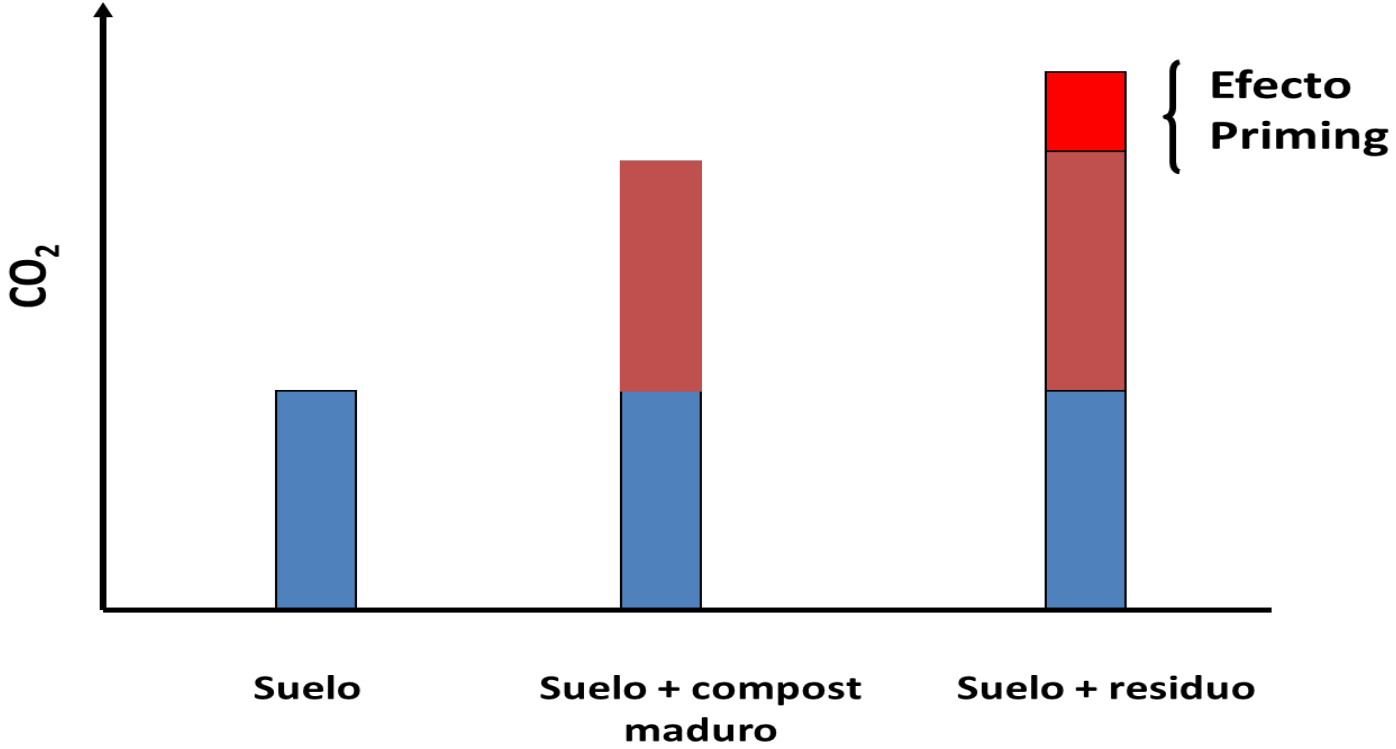
Limitado desarrollo radicular.

Pobre drenaje.

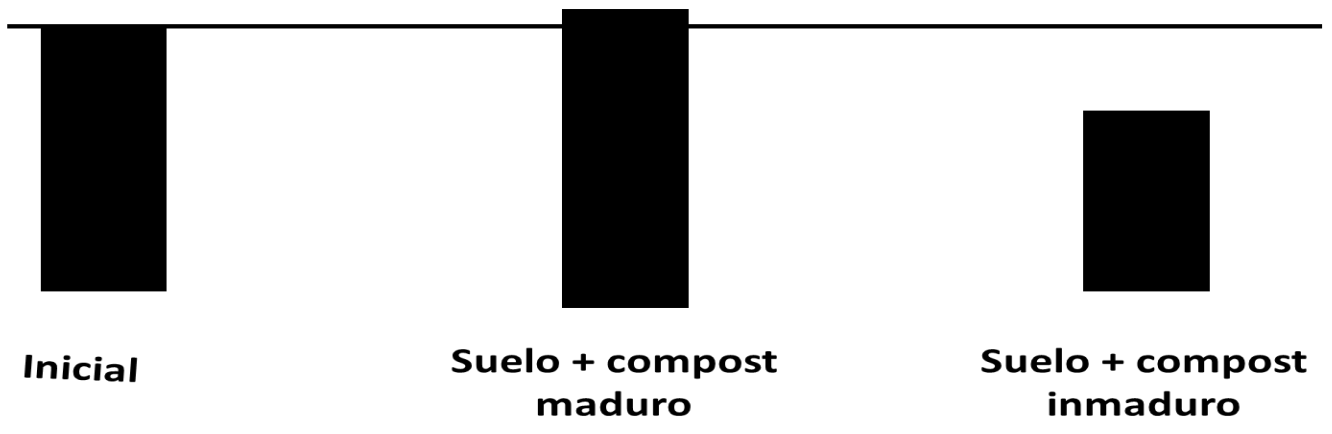
Excesiva escorrentía.

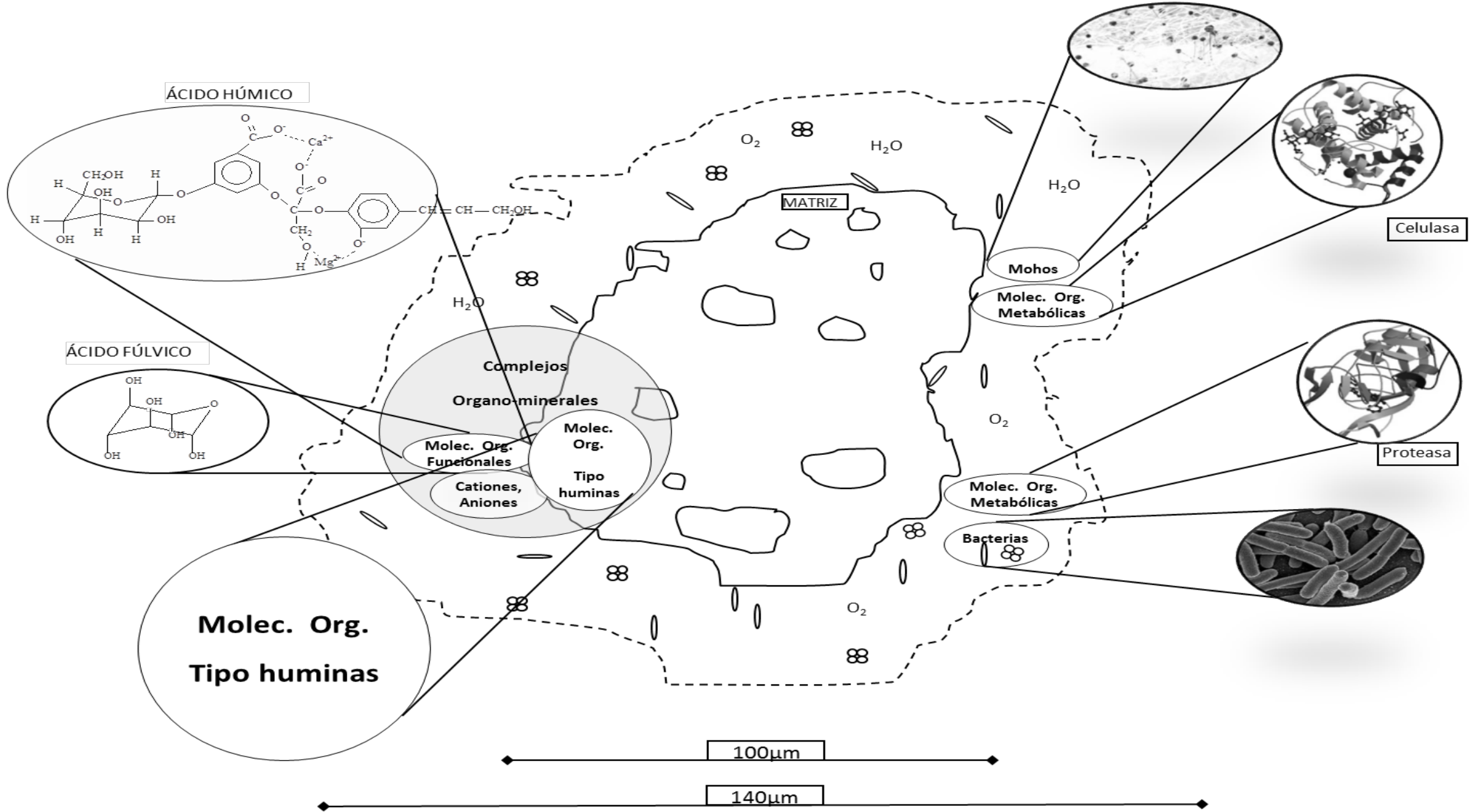
Erosión acelerada.

**Pla Sentis, I. (1994) "La materia orgánica y la degradación y erosión de suelos en el Trópico". VII Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bucaramanga, Octubre.**



Contenido de carbono del suelo.





Arroyave y Peláez (2008)

**Muestra 1:**

Textura: fina heterogénea

Color: Café

Olor: muy leve y similar a compost

Estado: Sólido semi seco

humedad: 16.820%

Cenizas: 37.478%

pH: 6.14

Conductividad: 1762 $\mu$ S/cmDensidad aparente: 0.2962g/cm<sup>3</sup>

Capacidad de Retención de Agua: 186.32%

Carbono Orgánico: 19.879%

Capacidad de Intercambio Catiónico: 38.333 meq/100g

**Muestra 2:**

Textura fina heterogénea

Color café

Olor característico a compost

Estado sólido semi seco

Humedad: 23.376%

Cenizas: 50.384%

pH:5.665

Conductividad: 3.15 mS/cm

Densidad aparente:0.4111 g/cm<sup>3</sup>

Capacidad de Retención de Agua: 123.249%

Carbono Orgánico: 12.385%

Capacidad de Intercambio Catiónico: 20.654 meq/100g

**Muestra 3:**

Textura fina heterogénea

Color café

Olor característico a compost

Estado sólido semi seco

Humedad: 27.266%

Cenizas: 42.985%

pH: 5.735

Conductividad: 2.275 mS/cm

Densidad aparente: 0.4099 g/cm<sup>3</sup>

Capacidad de Retención de Agua: 170.648%

Carbono Orgánico:12.506%

Capacidad de Intercambio Catiónico: 19.012 meq/100g

**Muestra 4:**

Textura: fina heterogénea

Color café

Olor no apreciable

Estado sólido seco

Humedad: 17.680%

Cenizas: 56.254%

pH:7.4

Conductividad: 907  $\mu$ S/cmDensidad aparente: 0.4475 g/cm<sup>3</sup>

Capacidad de Retención de Agua: 130.43%

Carbono Orgánico: 6.867%

Capacidad de Intercambio Catiónico: 10.170 meq/100g

**Muestra 5:**

Textura fina heterogénea

Color café

Olor muy leve a fermento

Estado sólido semi seco

Humedad: 30.418%

Cenizas: 47.157%

pH: 5.0

Conductividad: 2.865 mS/cm

Densidad aparente: 0.3302 g/cm<sup>3</sup>

Capacidad de Retención de Agua: 178.306%

Carbono Orgánico: 11.926%

Capacidad de Intercambio Catiónico: 13.180 meq/100g

Parámetro	Expresado como	Método	Norma	PRODUCTO 1	PRODUCTO 2	Unidades
				Resultado ± de	Resultado ± de	
Nitrógeno	N total	Kjeldahl	NTC 370	1.12 ± 0.13	2.18 ± 0.03	%
Fósforo	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fotometría	NTC 234	0.68 ± 0.03	2.10 ± 0.11	%
Potasio	K <sub>2</sub> O	A.A	SM 3111B	1.224 ± 0.012	2.347 ± 0.065	%
CO	No aplica	Oxidación	NTC 5167	14.39 ± 0.02	19.98 ± 2.60	%
Cenizas	No aplica	Gravimetría	NTC 5167	30.08 ± 2.03	49.91 ± 2.72	%
Relación C/N	No aplica	No aplica	No aplica	12.8	9.17	-
CRA	No aplica	Gravimetría	NTC 5167	212.90 ± 0.06	204.69 ± 6.92	%
CIC	No aplica	Volumetría	NTC 5167	18.81 ± 1.13	45.21 ± 4.04	meq/100 g
CIC/CO	No aplica	No aplica	No aplica	130.31 ± 7.85	226.3 ± 20.2	meq/100 g CO
Humedad	No aplica	Gravimetría	NTC 5167	22.42 ± 0.29	26.51 ± 0.50	%
pH	No aplica	Potenciometría	SSLMM-42-2-92	7.44 ± 0.01	8.46 ± 0.01	-
Conductividad	No aplica	Potenciometría	SSLMM-42-2-92	2.58 ± 0.00	4.29 ± 0.02	mS/cm
Densidad	No aplica	Gravimetría	NTC 5167	0.25 ± 0.00	0.46 ± 0.00	g/cm <sup>3</sup>

PRODUCTO 1

Mesófilos ufc / g	Termófilos u.f.c / g	Mohos u.f.c / g	Levaduras u.f.c / g	Nemátodos y/o Protozoos	Entero bacterias / g	Salmonella en 25 g (CS)
8.0 x 10 <sup>9</sup>	2.5 x 10 <sup>9</sup>	7.2 x 10 <sup>4</sup>	0.0	Ausentes	2.8 x 10 <sup>5</sup>	Ausentes

PRODUCTO 2

Mesófilos ufc / g	Termófilos u.f.c / g	Mohos u.f.c / g	Levaduras u.f.c / g	Nemátodos y/o Protozoos	Entero bacterias / g	Salmonella en 25 g (CS)
2.1 x 10 <sup>9</sup>	2.0 x 10 <sup>7</sup>	0.0	0.0	Ausente	0.0	Ausente

El análisis respirométrico se hizo bajo las siguientes condiciones:

Peso muestra: 10 g

Humedad: 50%

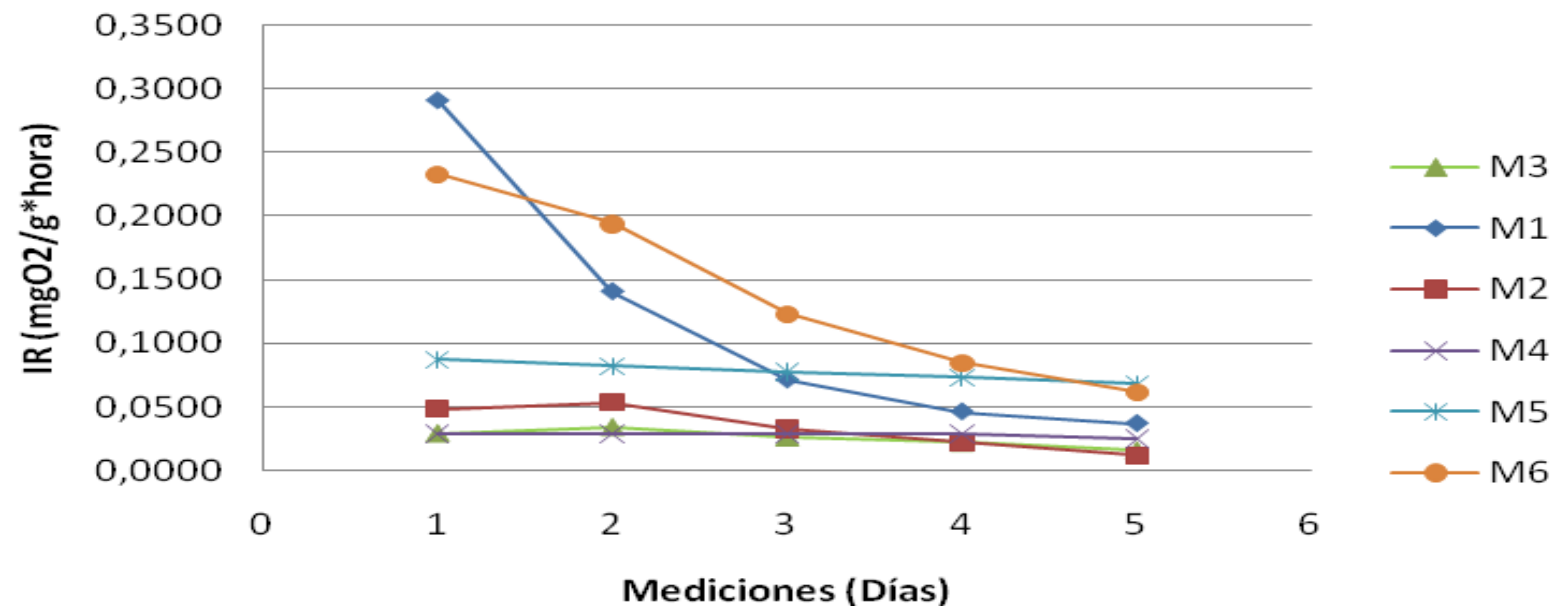
Temperatura: 20°C

Tamaño partícula: menor a 2 mm

Tiempo: 5 días

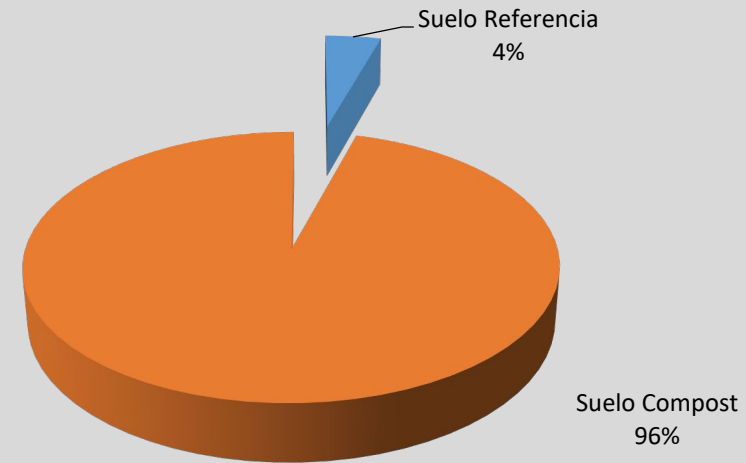
Muestra	Sustrato	CO (%)	Cenizas (%)	CIC (meq/100 g)	CIC/CO	pH	N (%)
M1	Gallinaza	21.69	36	31.45	145.0	8.5	2.7
M2	Abono Orgánico - Mineral	10.88	58,96	27.09	249.0	8.82	1.58
M3	Abono Orgánico - Mineral	13.88	58,97	29.95	215.8	8.45	1.5
M4	Humus Sólido	20.29	40,37	**	**	**	**
M5	Compost Gallinaza	11.09	62,91	28.52	257.2	7.07	1.63
M6	Gallinaza	25.5	37,20	**	**	**	**

## Velocidad Respiración

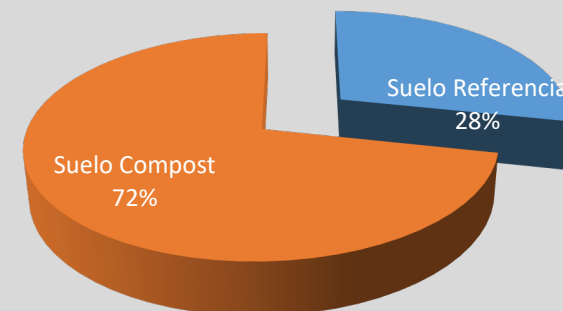


# Acciones remediadoras del suelo por aplicación de materia orgánica

## Comparación de poblaciones para suelos con y sin reposición de materia orgánica



## Comparación de la actividad respirométrica con y sin reposición de materia orgánica



Variable	SUELO REFERENCIA	SUELO COMPOST	Unidades
Cenizas	89	83.3	%
CIC	33.9	25.2	meq/100 g
CIC/CO	1784	748.8	
CO	1.9	3.37	%
Conductividad	0.045	0.21	dS/m
CRA	129.8	106.5	%
Densidad	0.41	0.42	g/cm <sup>3</sup>
Fósforo total	0.13	1.72	%
Humedad	20.8	29.4	%
Nitrógeno Total	0.16	0.62	%
pH (10%)	7.03	7.43	No aplica
Relación C/N	11.6	5.4	No aplica
Potasio total K <sub>2</sub> O	0.05315	0.3022	%

# Conclusiones

**El suelo es un recurso fundamental para la productividad planetaria, frágil pero con alta capacidad de recuperación y de operar como un sistema sostenible.**

**La reposición de la materia orgánica exportada como cosecha se constituye en la mejor herramienta para hacer de los agroecosistemas ambientes de alta productividad y permanencia en el tiempo.**



**Gracias**