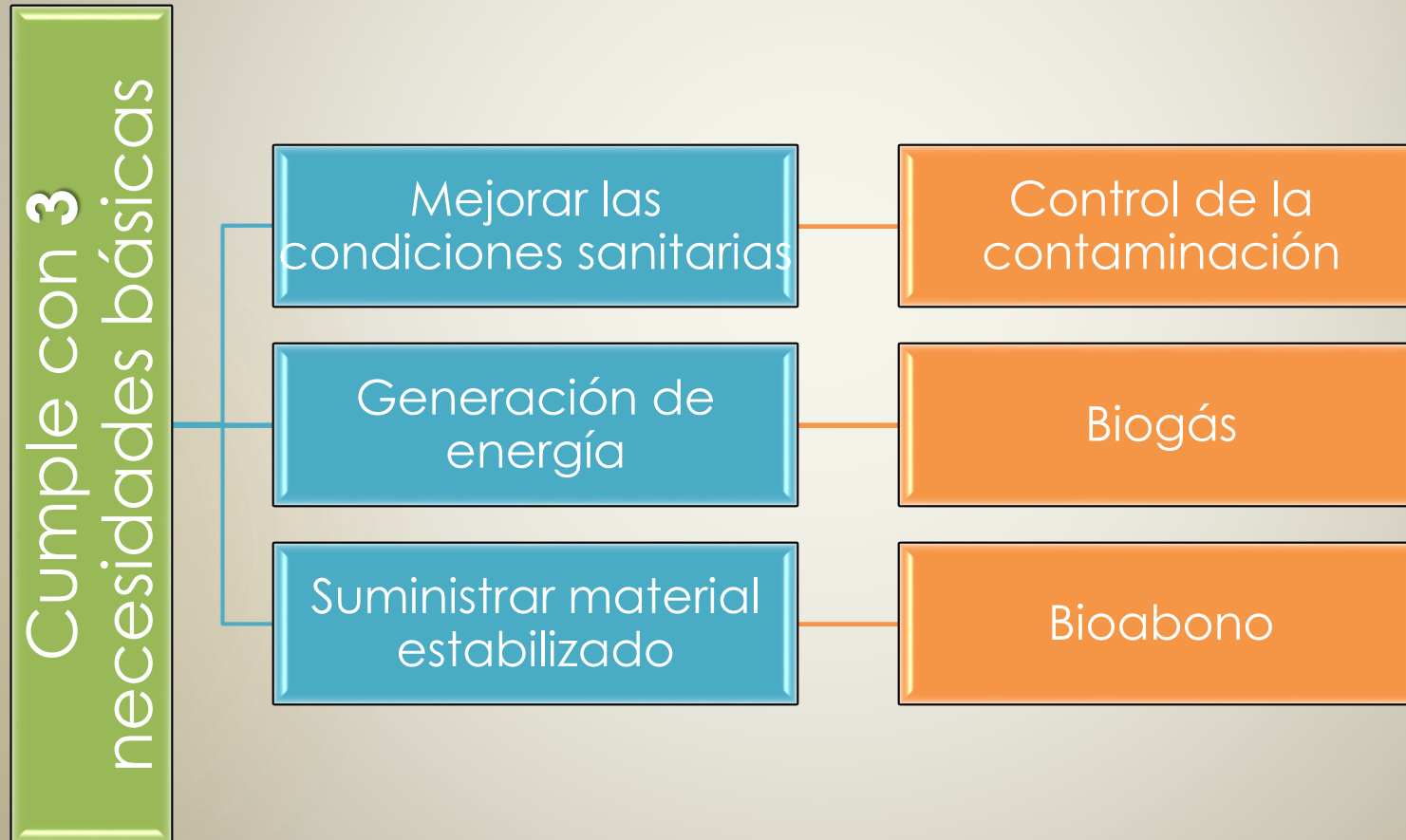


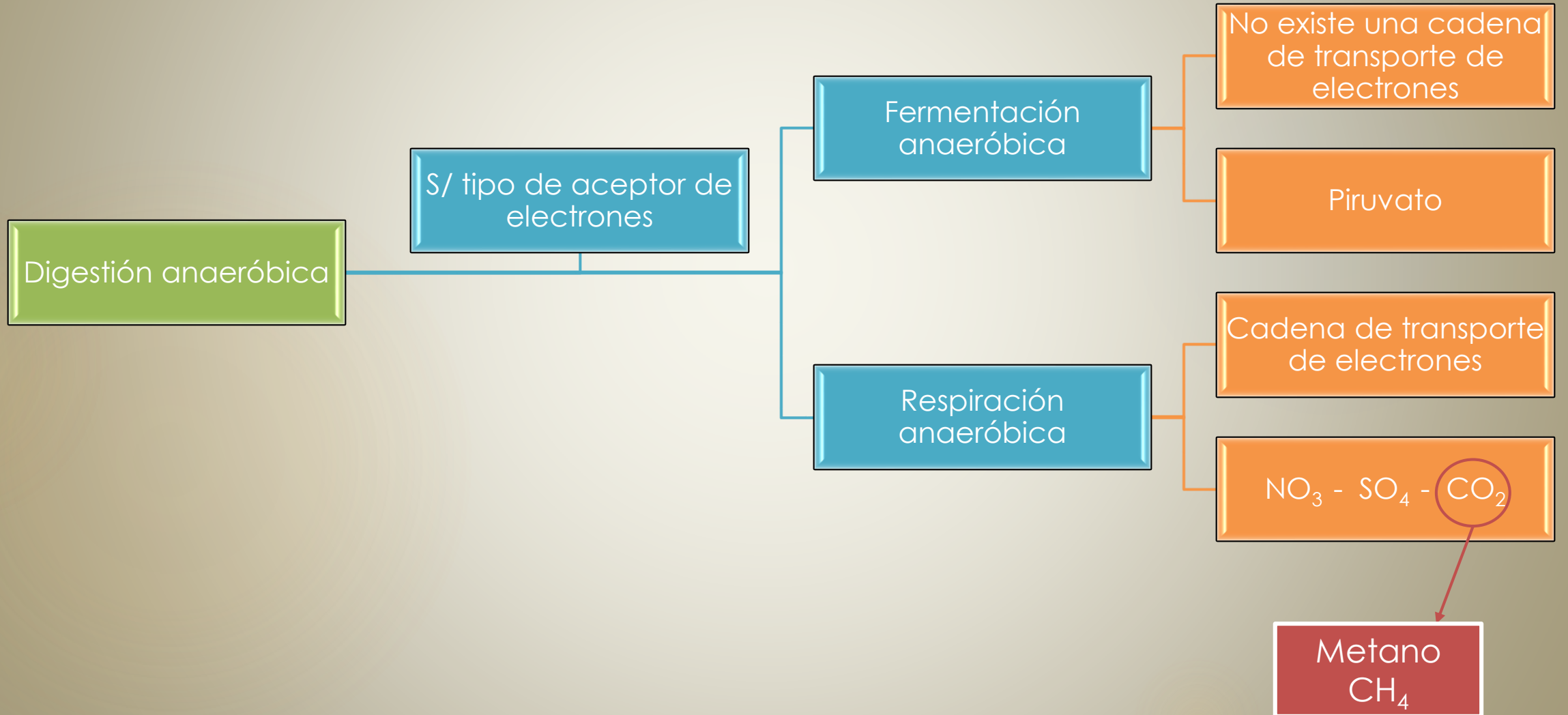


Fundamentos de la producción de Biogás

MG. DANIELA MALCERVELLI

La biotecnología anaeróbica

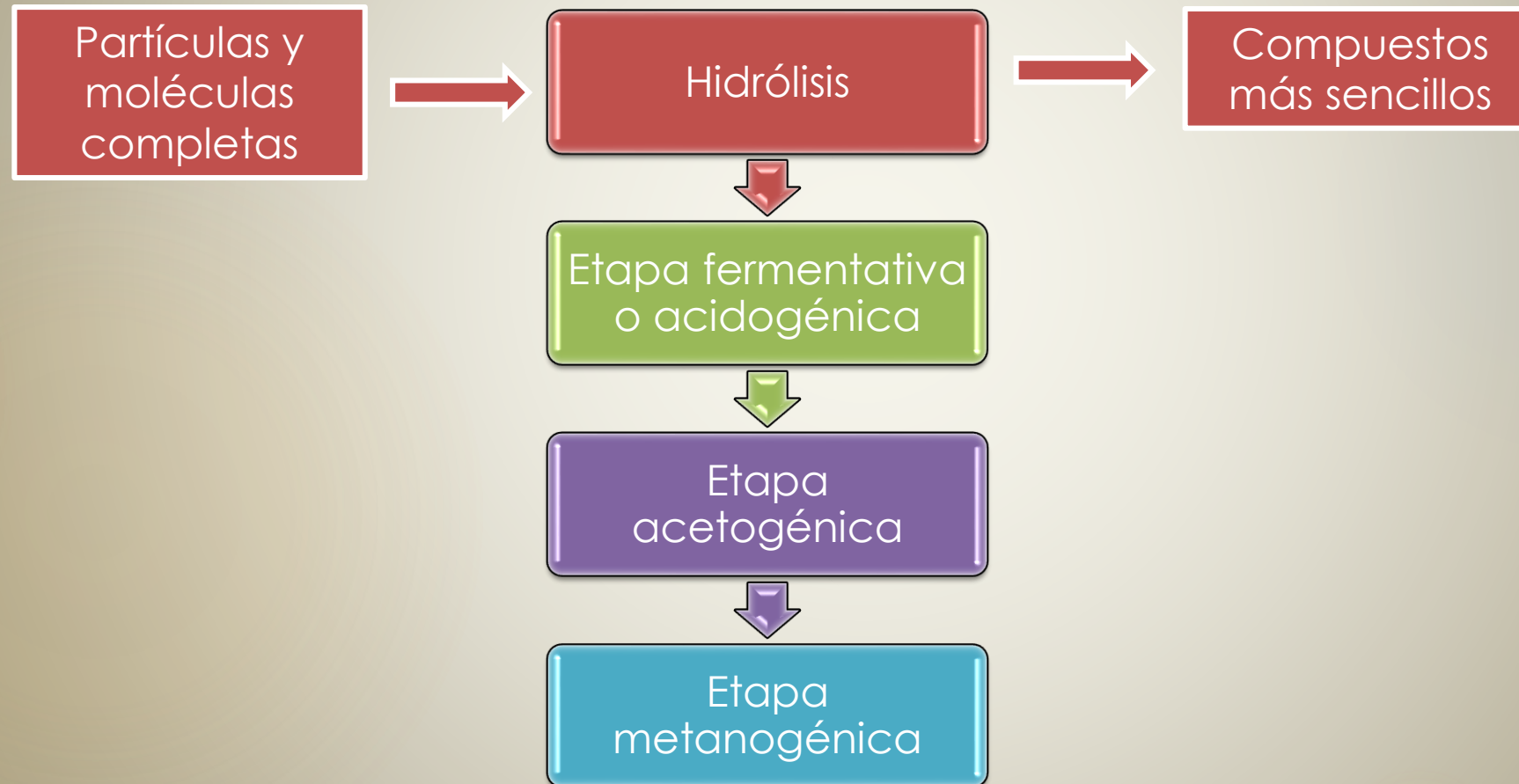




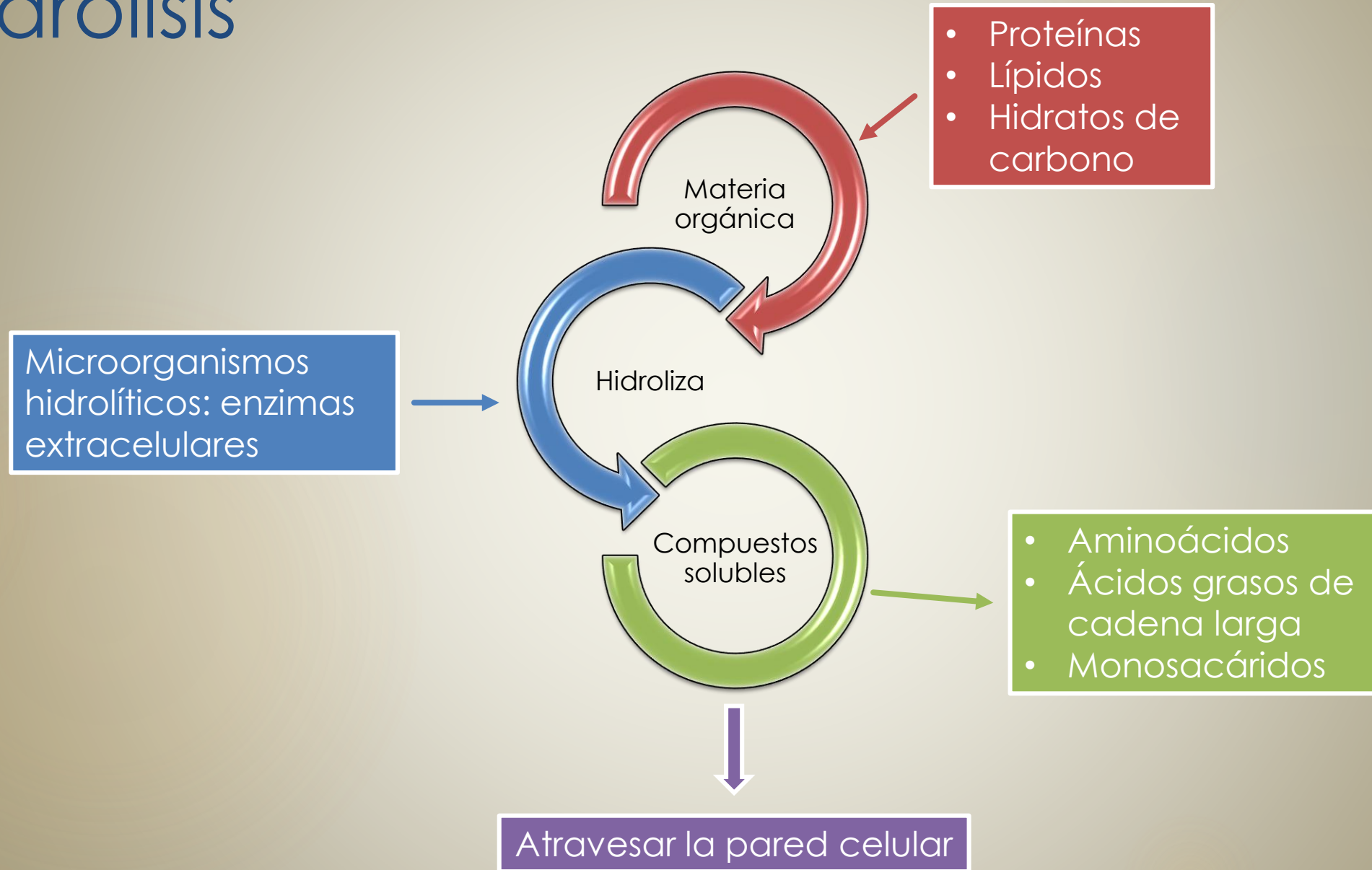
Digestión anaeróbica

- ▶ Proceso complejo y degradativo
- ▶ Sustrato: Materia orgánica
- ▶ Responsables: Bacterias **sensibles** o completamente **inhibidas** por el **oxígeno (O₂)**

Etapas de la fermentación metanogénica

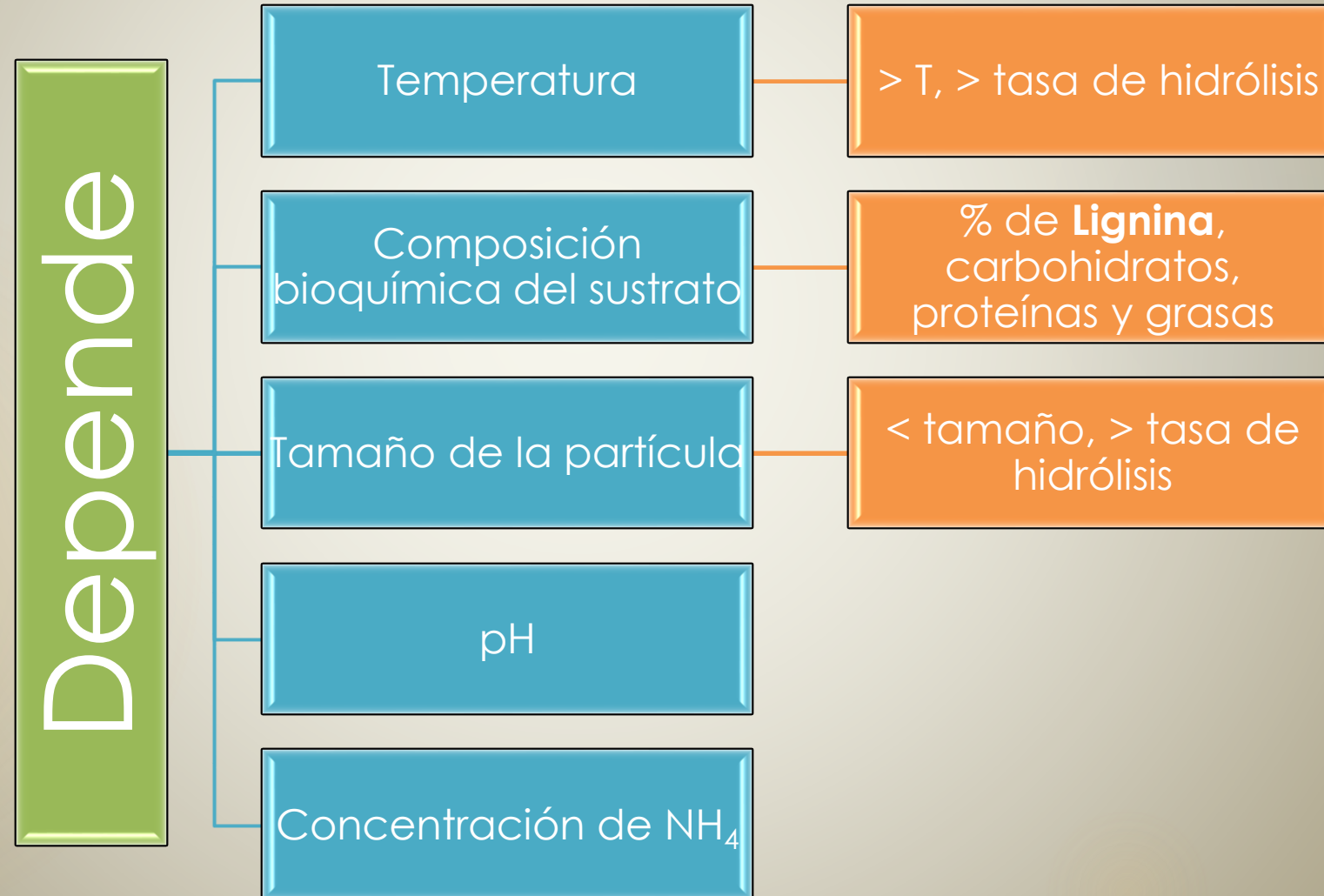


Hidrólisis

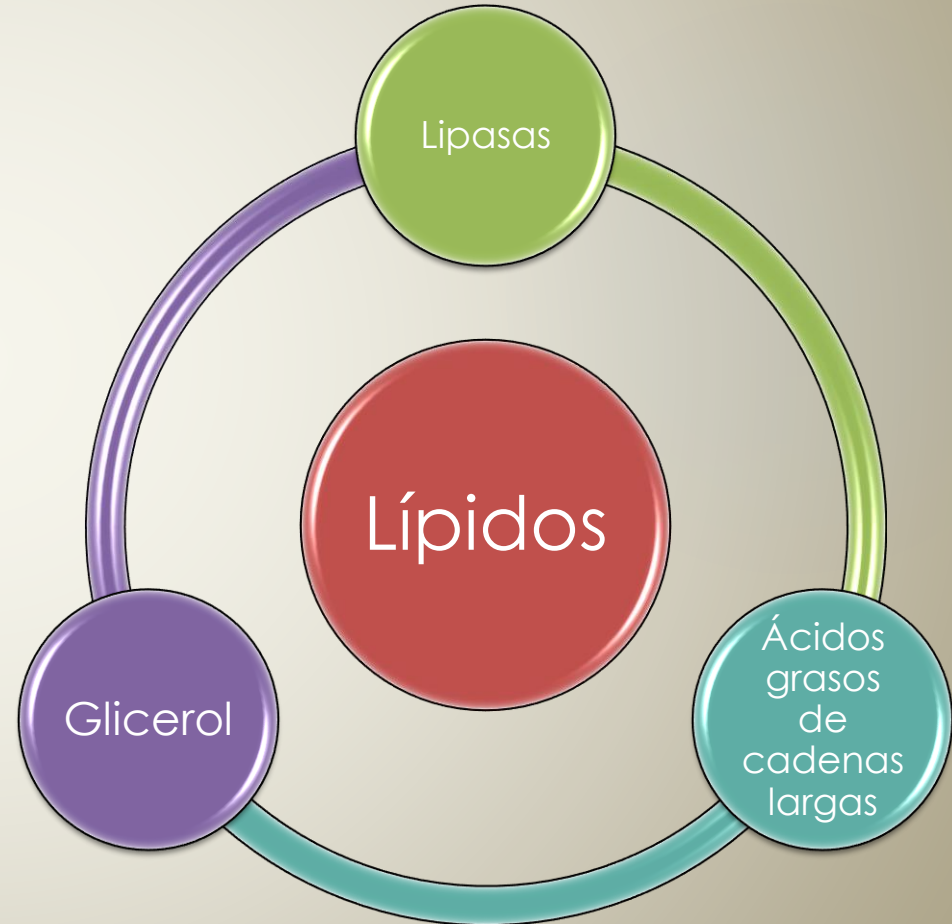
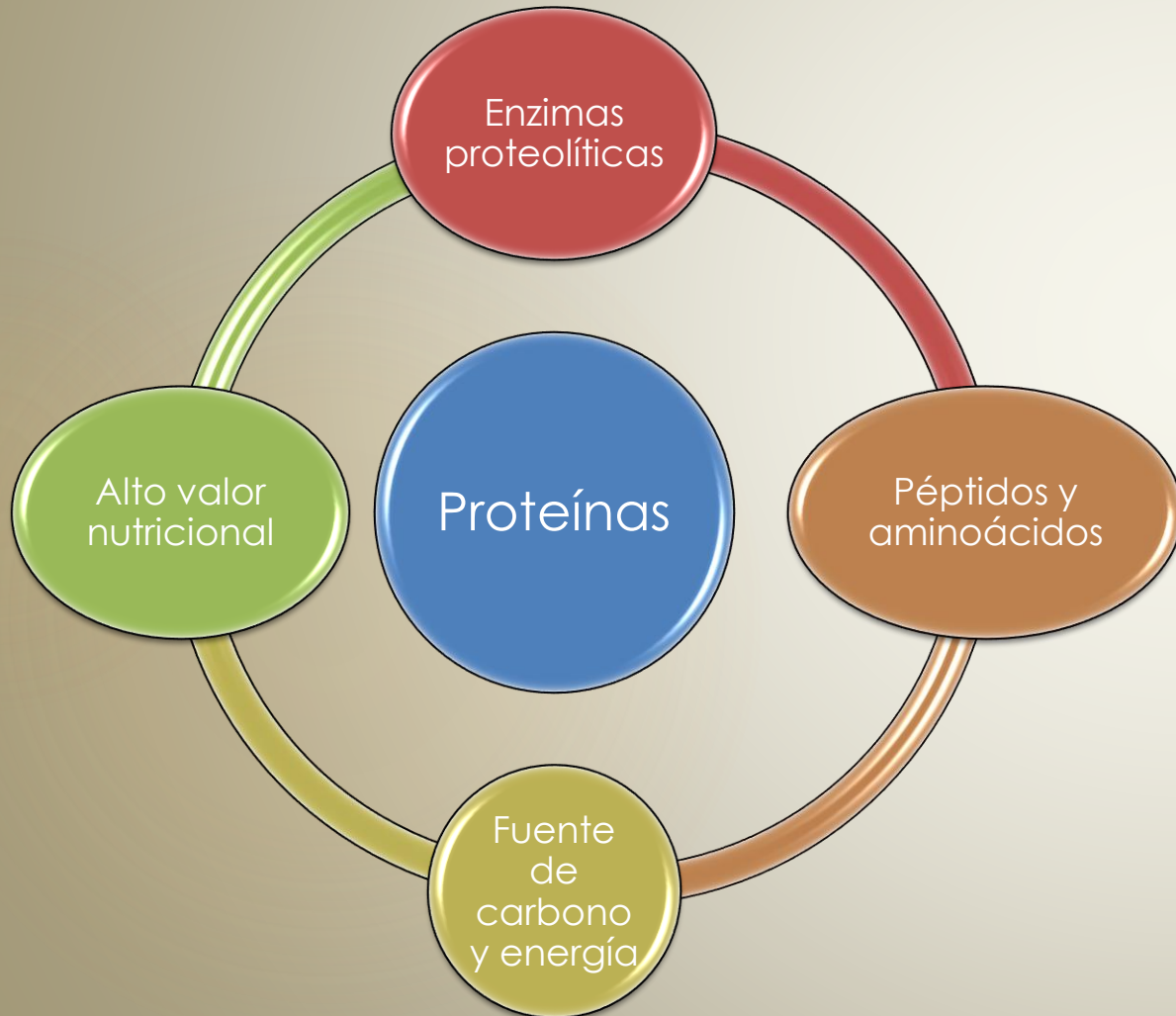


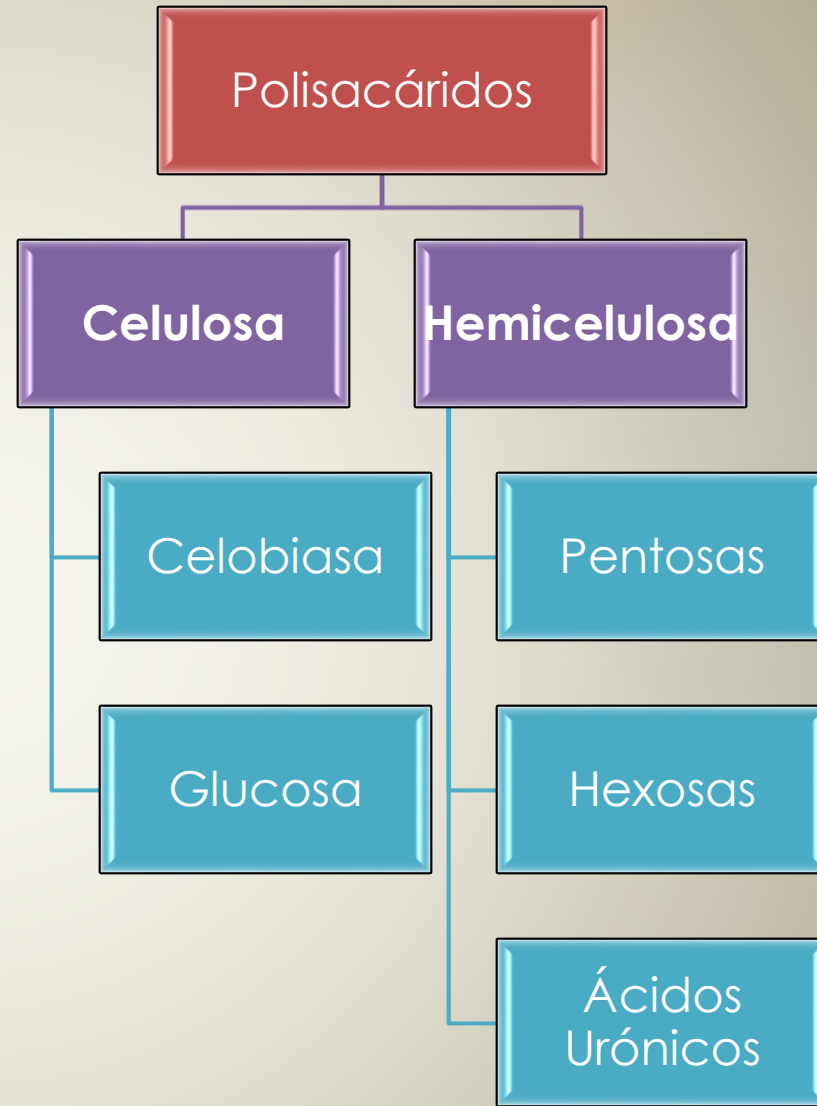
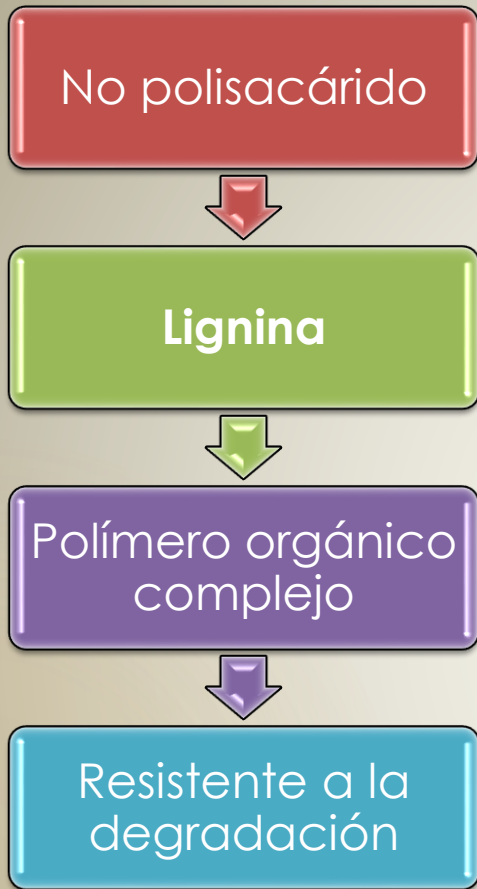
Hidrólisis

- ▶ Etapa limitante en la **velocidad** del proceso de digestión



Composición bioquímica del sustrato

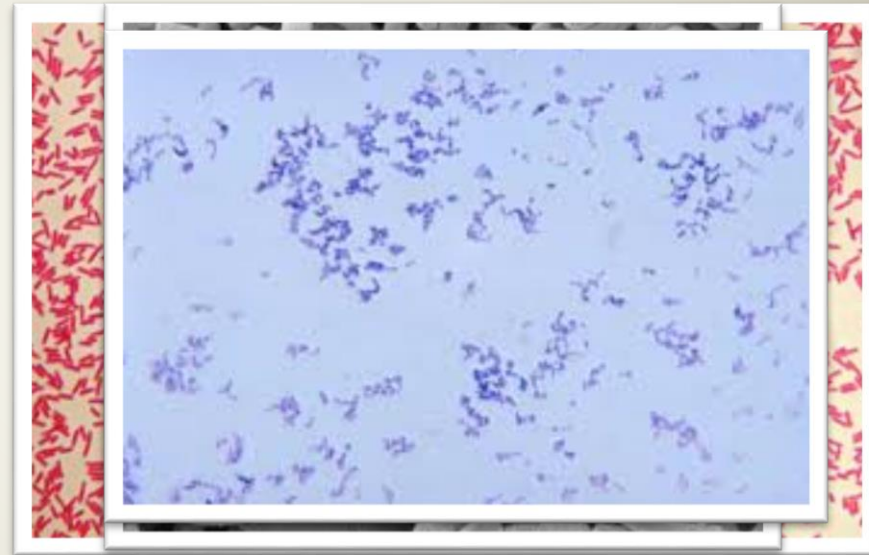




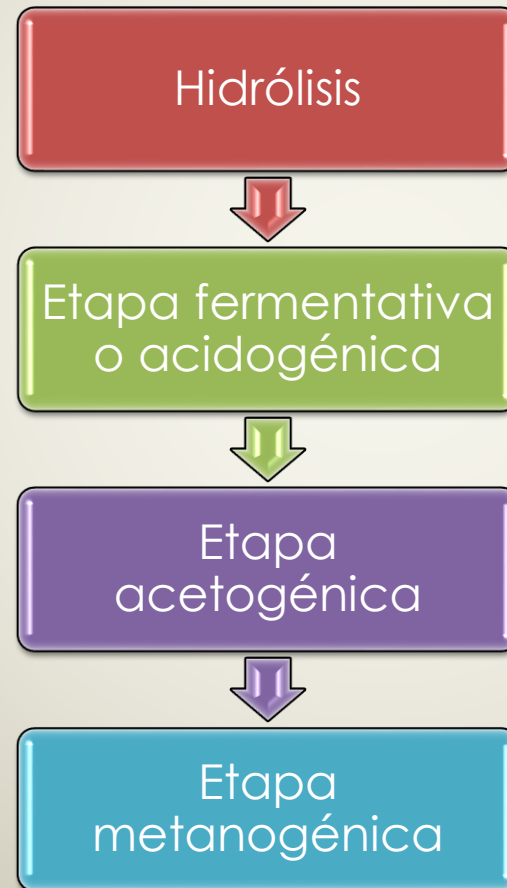
Hidrólisis

▶ Microorganismos responsables de la hidrólisis:

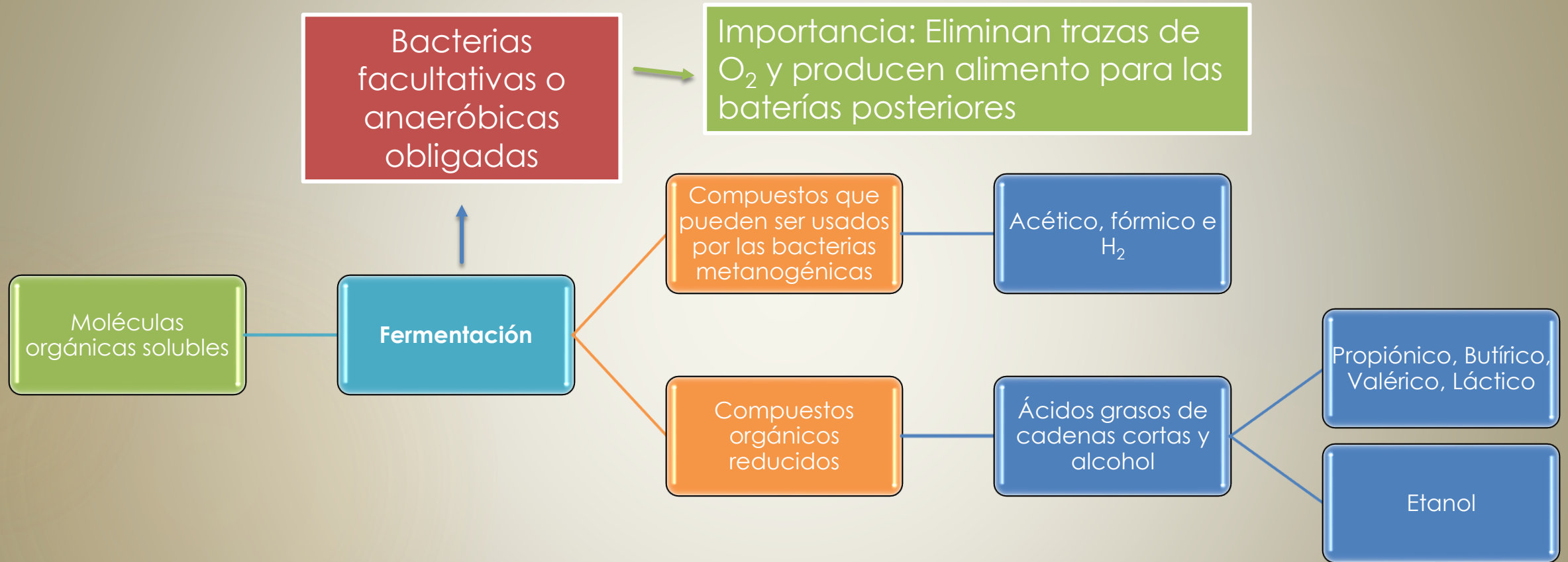
- Bacteroides
- Lactobacillus
- Propionibacterium
- Sphingomonas
- Sporobacterium
- Bifidobacterium
- Megaspheera



Etapas de la fermentación metanogénica



Etapa fermentativa o acidogénica



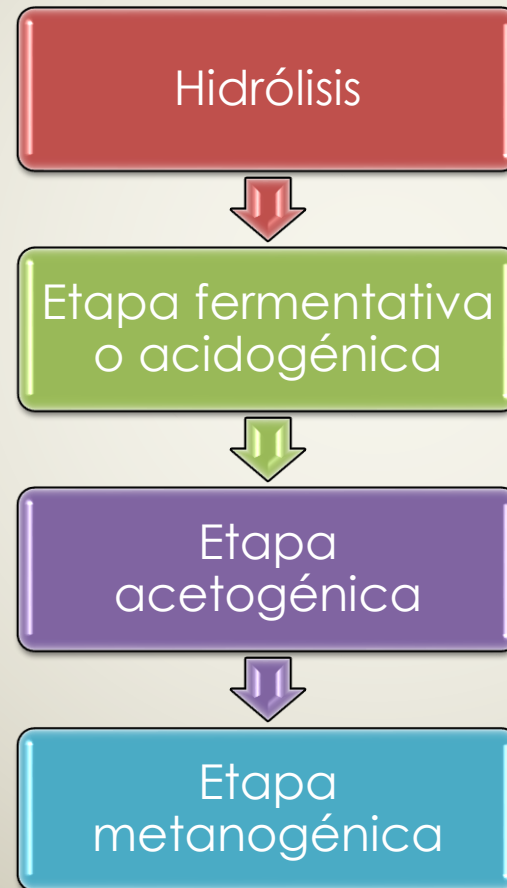
Etapa acidogénica

▶ Microorganismos que participan:

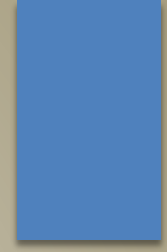
- Clostridium
- Paenibacillus
- Ruminococcus



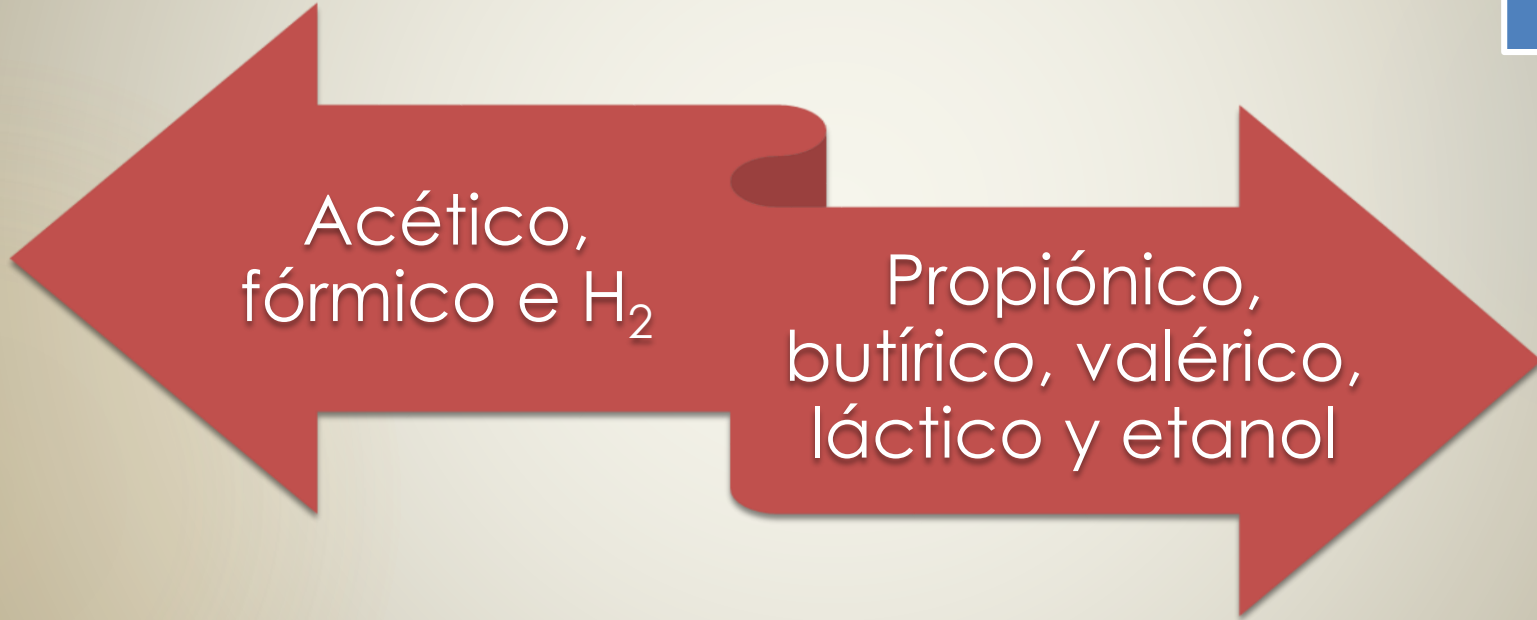
Etapas de la fermentación metanogénica



Etapa acetogénica



Bacterias metanogénicas



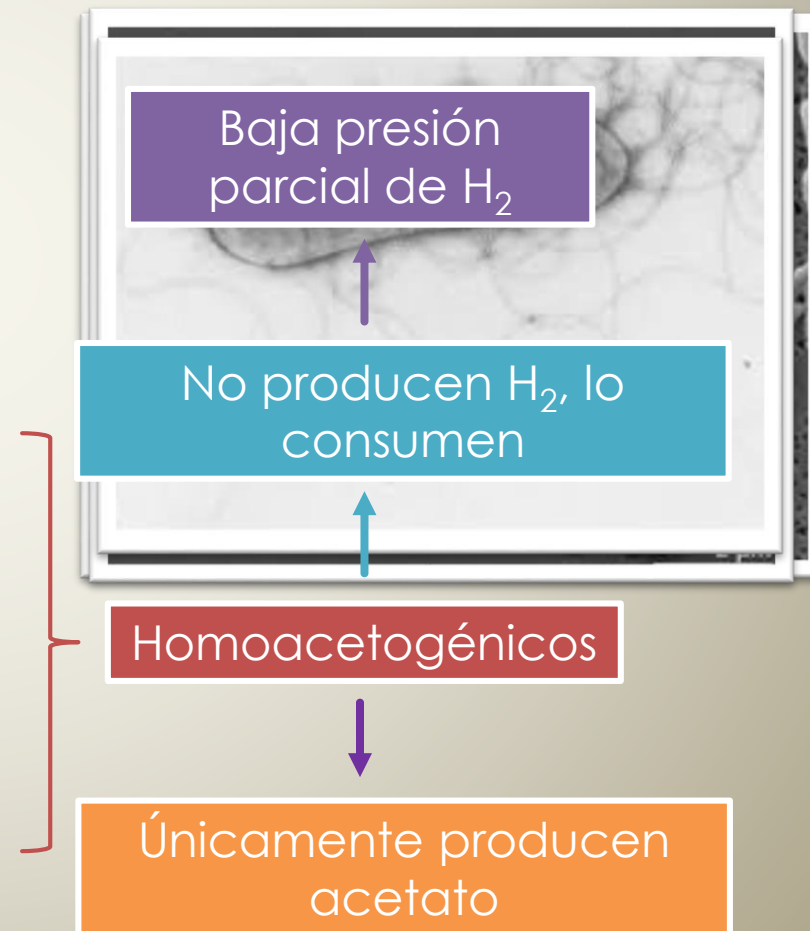
Acetato e H₂



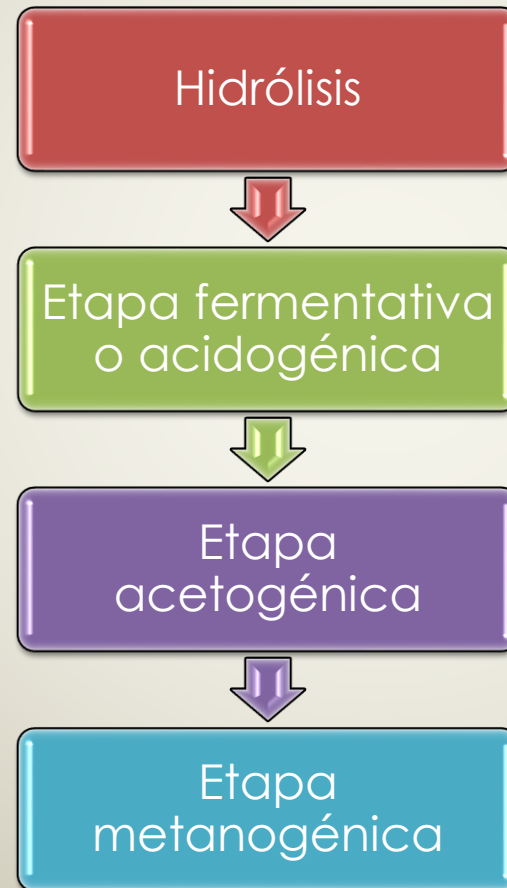
Bacterias acetogénicas

Microorganismos que participan

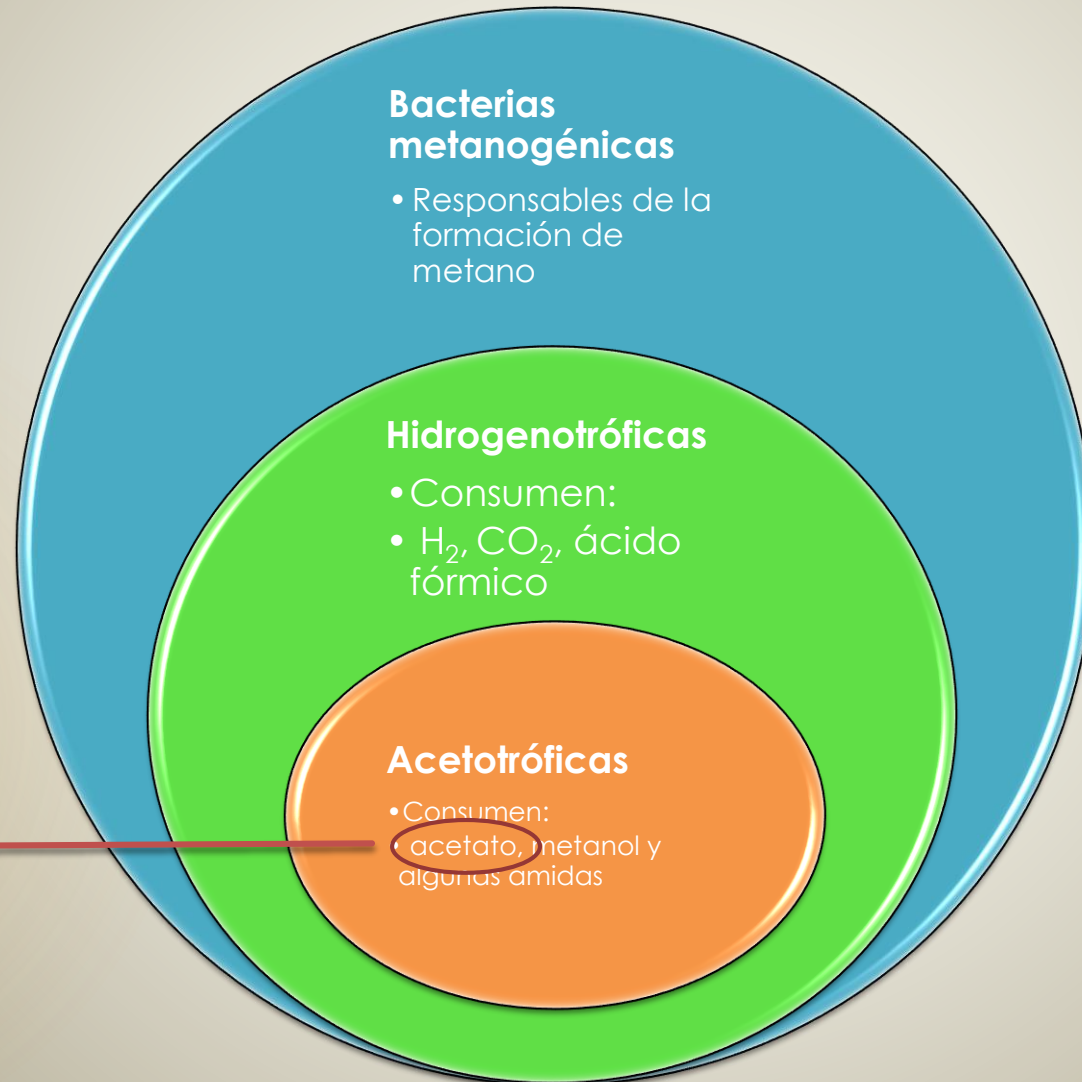
- ▶ *Syntrophomonas wolfei*
- ▶ *Syntrophobacter wolinii*
- ▶ *Acetobacterium Woodii*
- ▶ *Clostridium aceticum*



Etapas de la fermentación metanogénica



Etapa metanogénica



70 % del metano producido

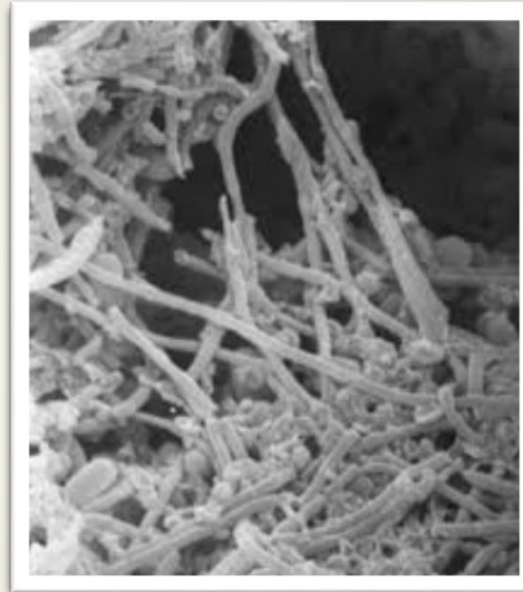
Microorganismos que participan

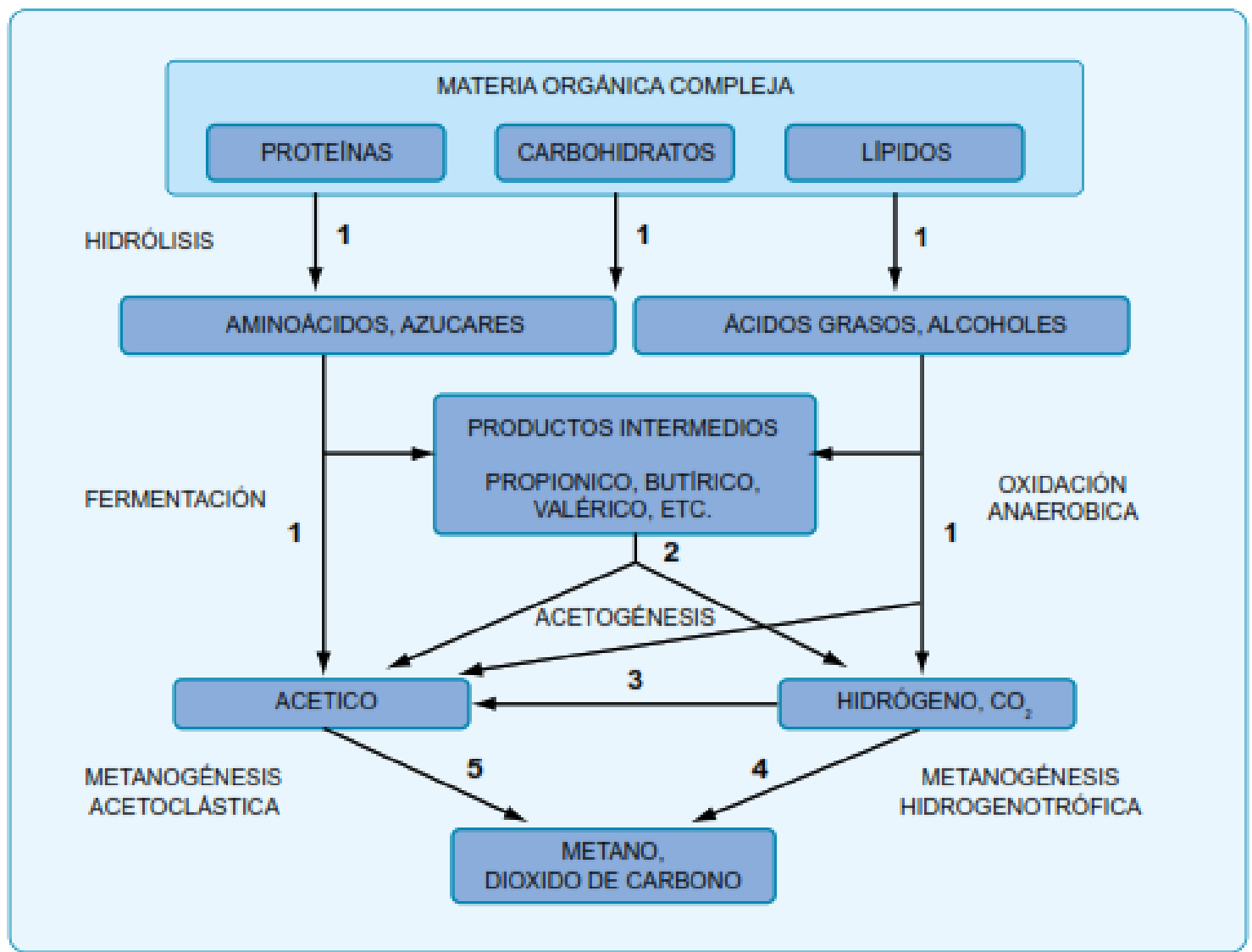
▶ Methanosarcina

▶ Methanotherix



Especies acetotróficas

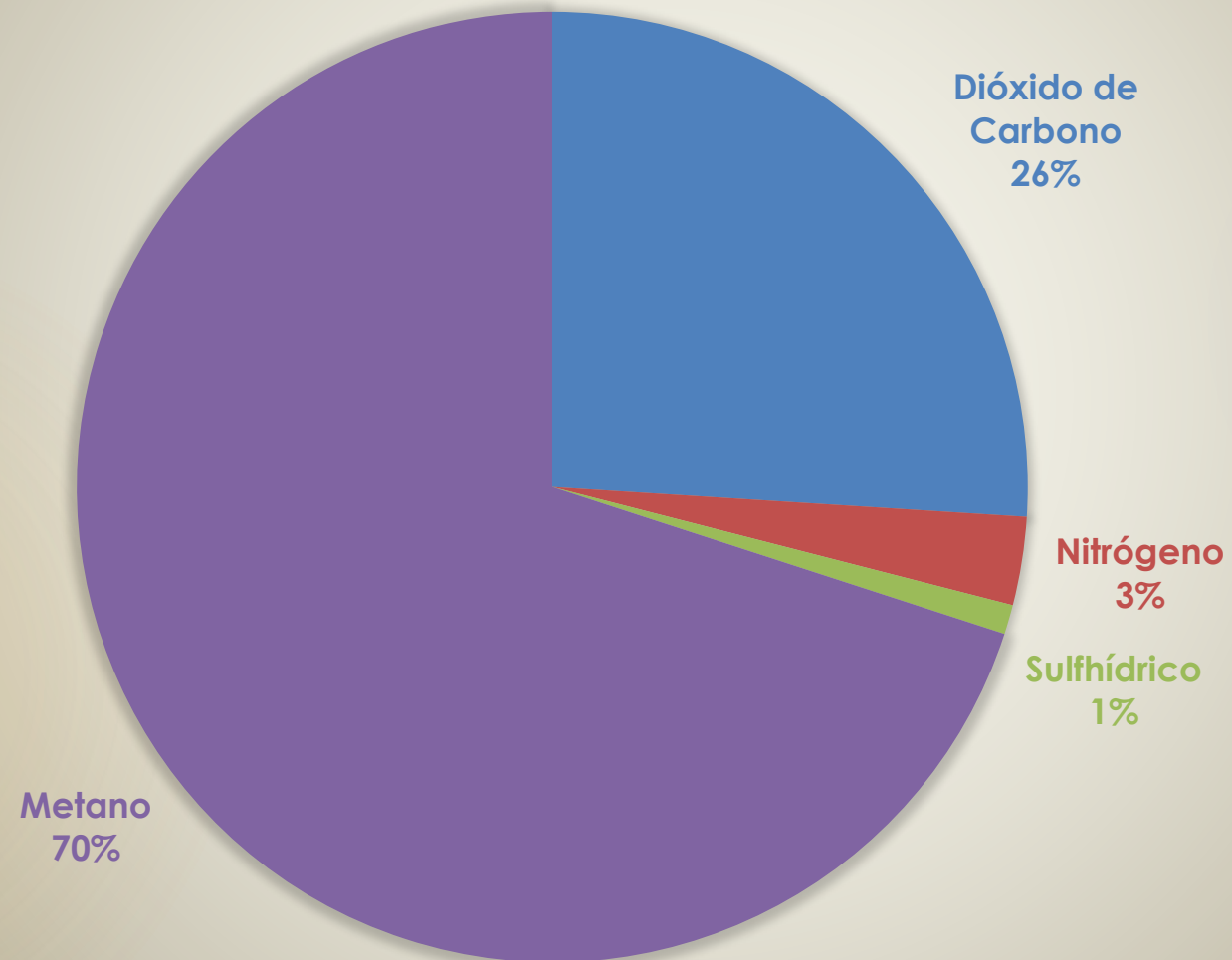




(Pavlostathis y Giraldo-Gómez, 1991).

Los números indican la población bacteriana responsable del proceso: 1: bacterias fermentativas; 2: bacterias acetogénicas que producen hidrógeno; 3: bacterias homoacetogénicas; 4: bacterias metanogénicas hidrogenotróficas; 5: bacterias metanogénicas acetoclásticas.

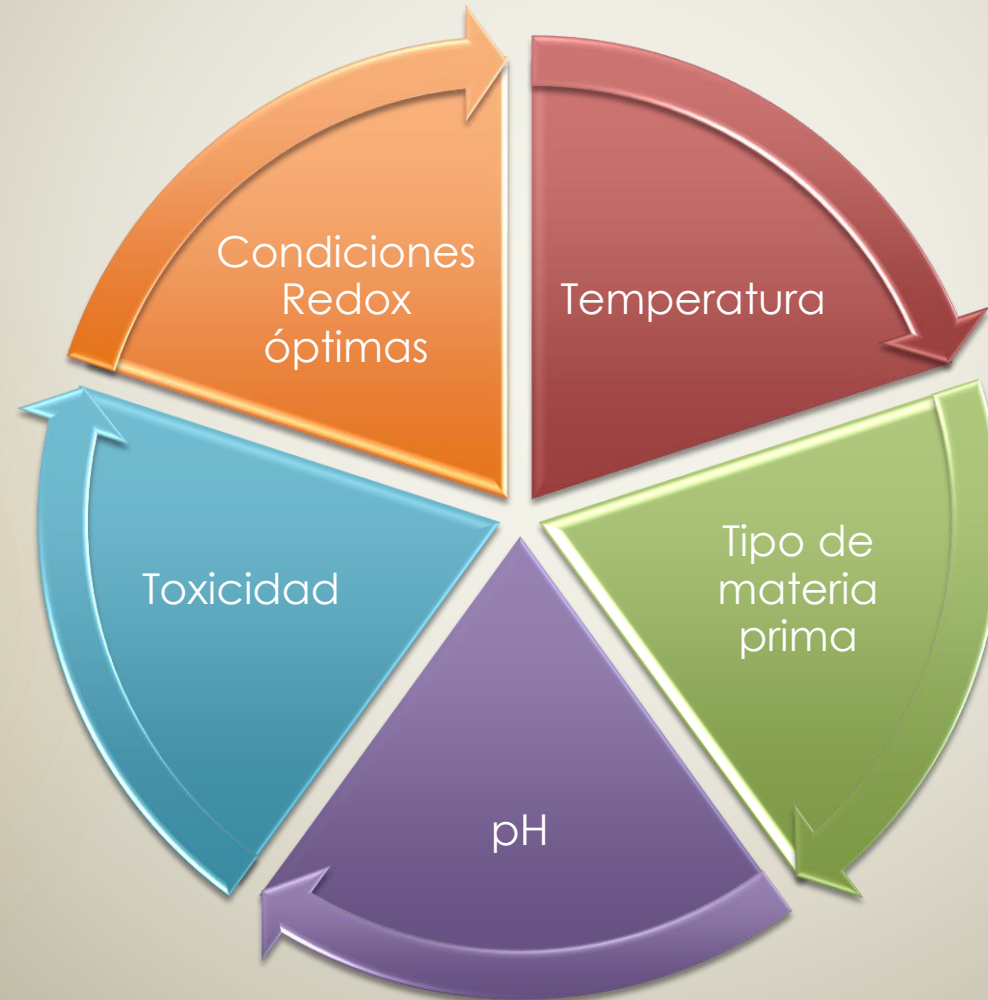
Composición del Biogás



Poder calorífico

METANO	BUTANO	PROPANO	GAS NATURAL	 BIOGAS
8.843 Kcal/m ³	28.300 Kcal/m ³	22.000 Kcal./m ³	9.000 Kcal/m ³	5.200 Kcal/m ³

Factores importantes para la producción de biogás



Tipo de materia prima



Materia prima

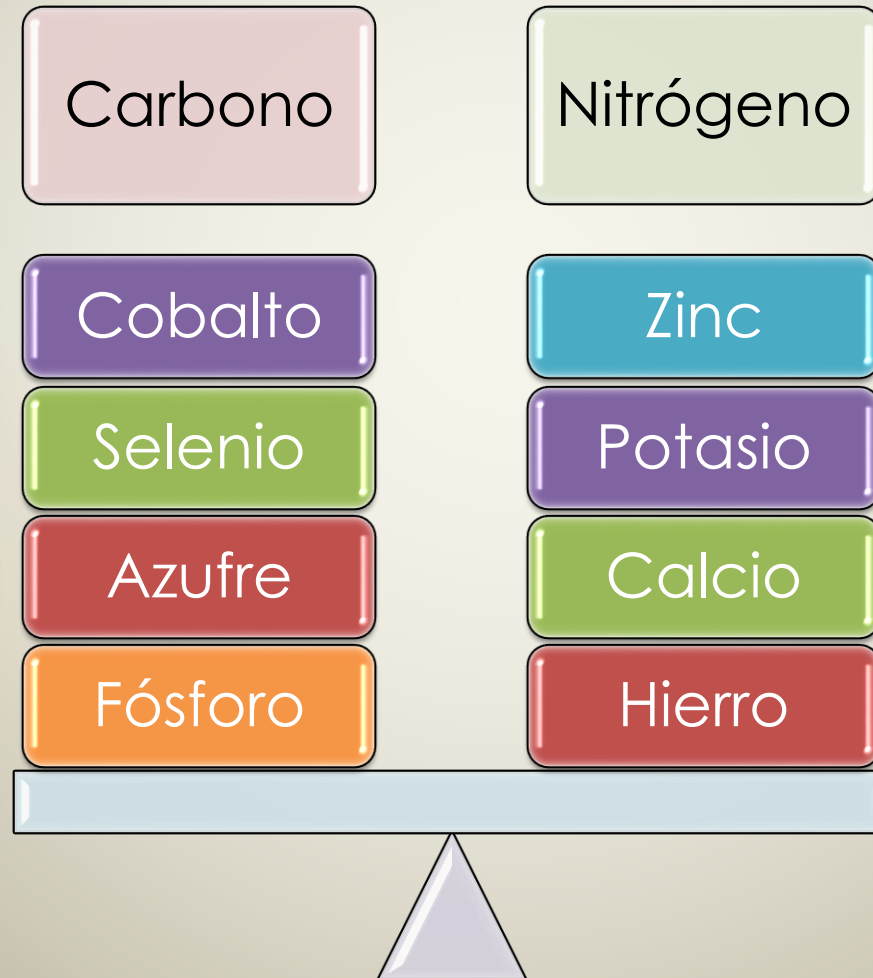
Residuos de origen:

Animal	Vegetal	Humano	Forestales	Agroindustriales	Cultivos acuáticos
<ul style="list-style-type: none">• Materia fecal• Orina• Guano• Residuos de matadero• Residuos de pescados	<ul style="list-style-type: none">• Maleza• Rastrojo• Paja• Forraje en mal estado	<ul style="list-style-type: none">• Materia fecal• Orina• Basura	<ul style="list-style-type: none">• Hojas• Ramas• Vástagos• Corteza	<ul style="list-style-type: none">• Salvado de arroz• Maleza• Residuos de semilla• Otros	<ul style="list-style-type: none">• Algas marina• Malezas acuáticas• Otros

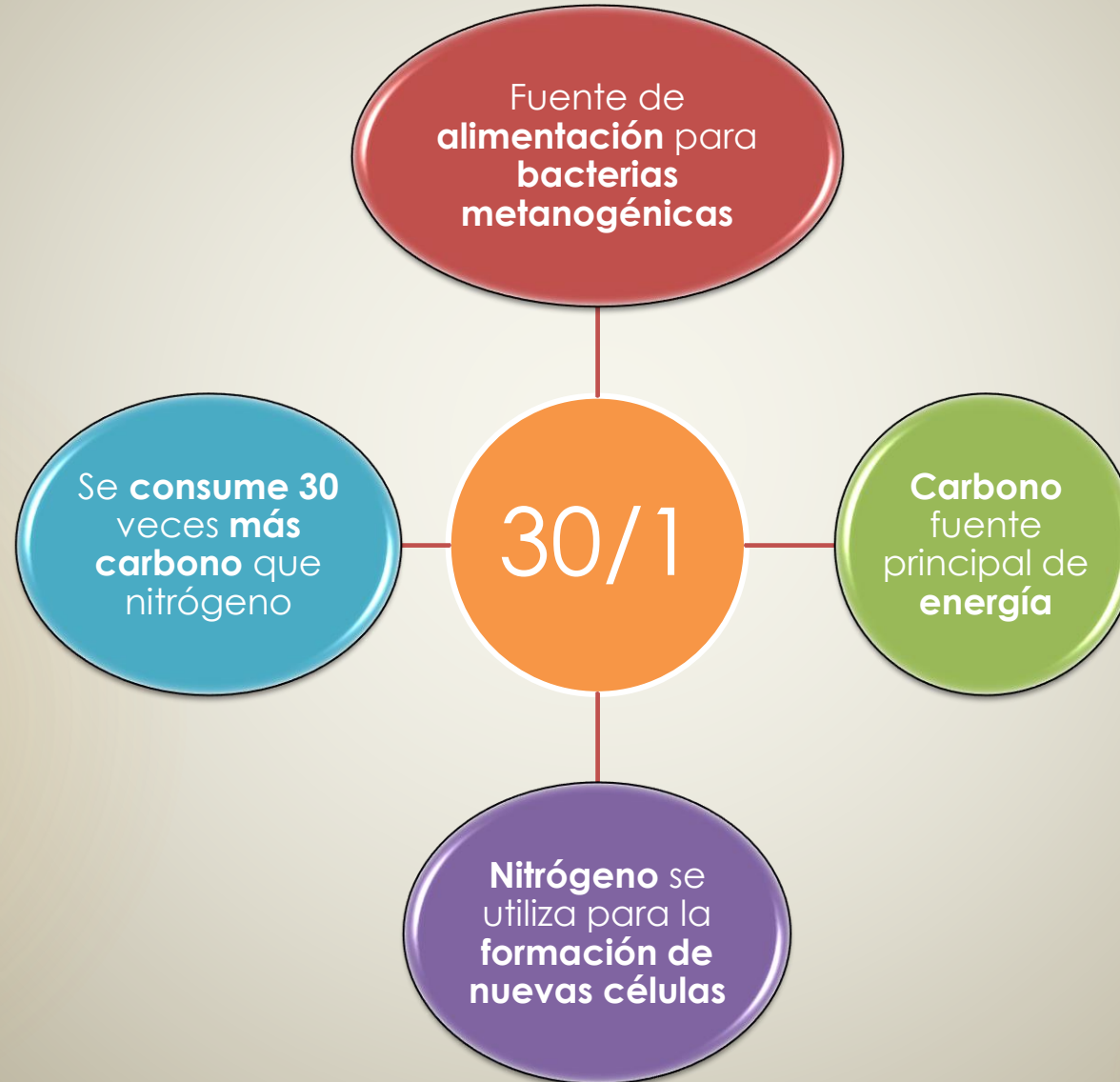
Varnero y Arellano, 1991

Materia prima

- ▶ El proceso microbiológico requiere de un equilibrio



Relación carbono/nitrógeno



Si la relación C/N **no** es la ideal



8/1

Alta concentración de amonios: toxicidad y muerte bacteriana



35/1



Bajo desarrollo y multiplicación bacteriana, aumento del tiempo de retención

Mezcla de materias primas

$$K = \frac{(C1 \times Q1) + (C2 \times Q2) + (Cn \times Qn)}{(N1 \times Q1) + (N2 \times Q2) + (Nn \times Qn)}$$

K = C/N de la mezcla

C = concentración de carbono en la materia prima (%)

N = concentración de nitrógeno en la materia prima (%)

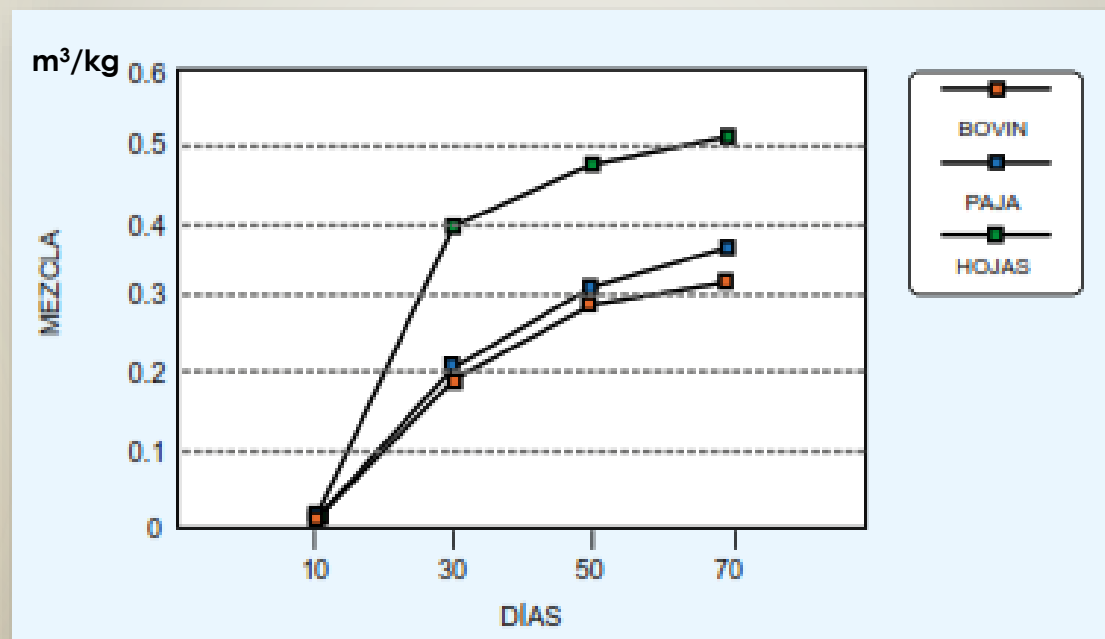
Q = Masa de la materia prima (Kg)

Materia prima

Materia Prima	Lípidos (%)	Proteínas (%)	Celulosa Hemicelulosa (%)	Lignina (%)	Ceniza (%)
Paja de trigo	1,10	2,10	65,45	21,60	3,53
Paja de centeno	9,62	5,42	59,95	12,70	12,31
Paja de arroz	2,35	12,26	30,51	10,61	12,55
Poroto verde	3,80	11,04	39,61	13,84	9,14
Pasto verde	8,05	4,94	57,22	9,80	19,99
Alfalfa	10,41	12,81	36,79	8,95	10,30
Hojas secas	4,01	3,47	32,78	29,66	4,68
Caña maíz		4,50	35,40	10,30	6,50
Bovino	3,23	9,05	32,49	35,57	19,66
Porcino	11,50	10,95	32,39	21,49	23,67
Aves	2,84	9,56	50,55	19,82	17,23
Equino	2,70	5,00	40,50	35,00	17,80
Ovino	6,30	3,75	32,00	32,00	25,95
Caprino	2,90	4,70	34,00	33,00	26,40

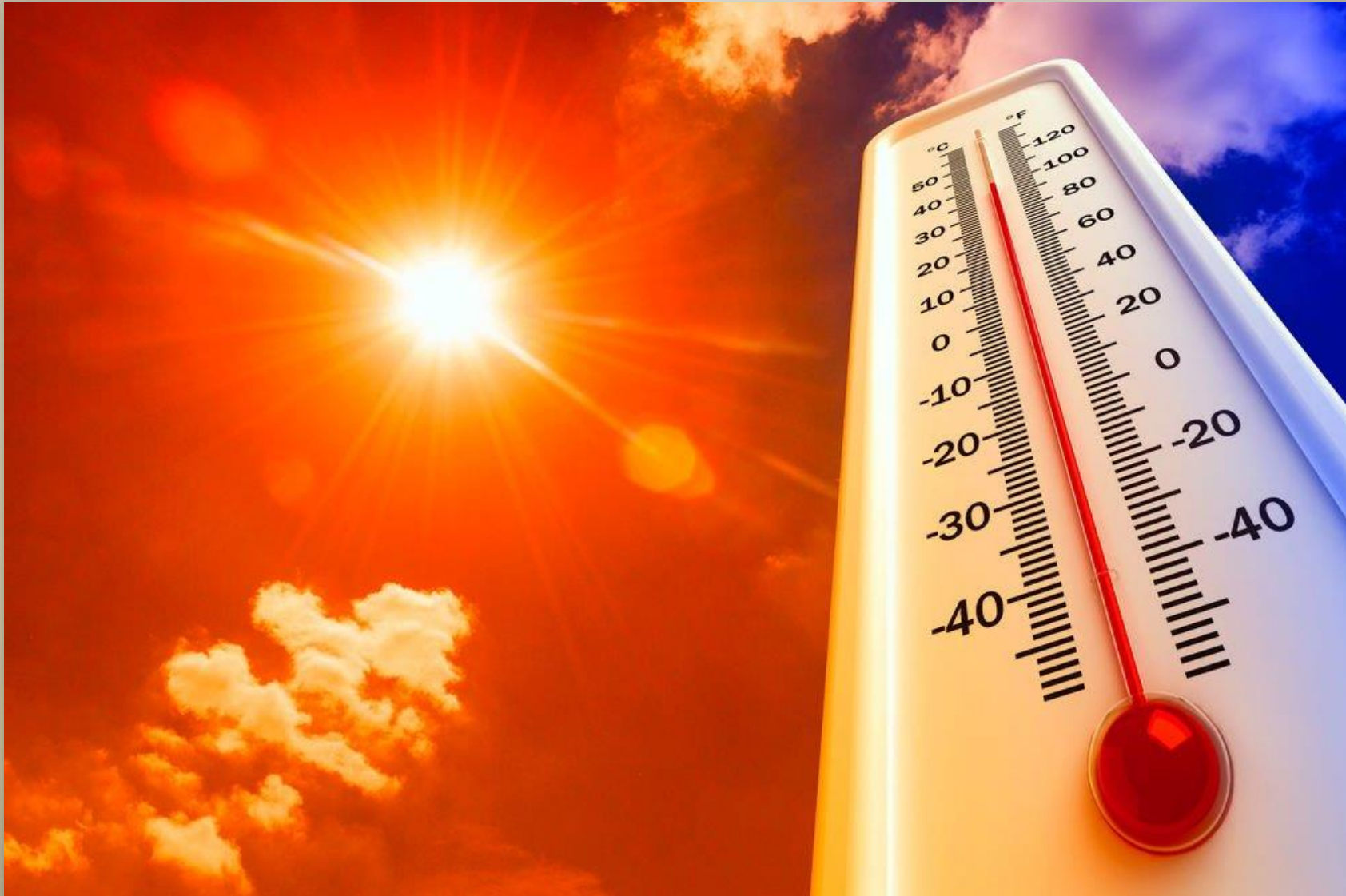
Toda la **materia orgánica** es capaz de **producir biogás** al ser sometida a una digestión anaeróbica.

La **calidad y la cantidad** del biogás depende del **tipo de residuo utilizado**.



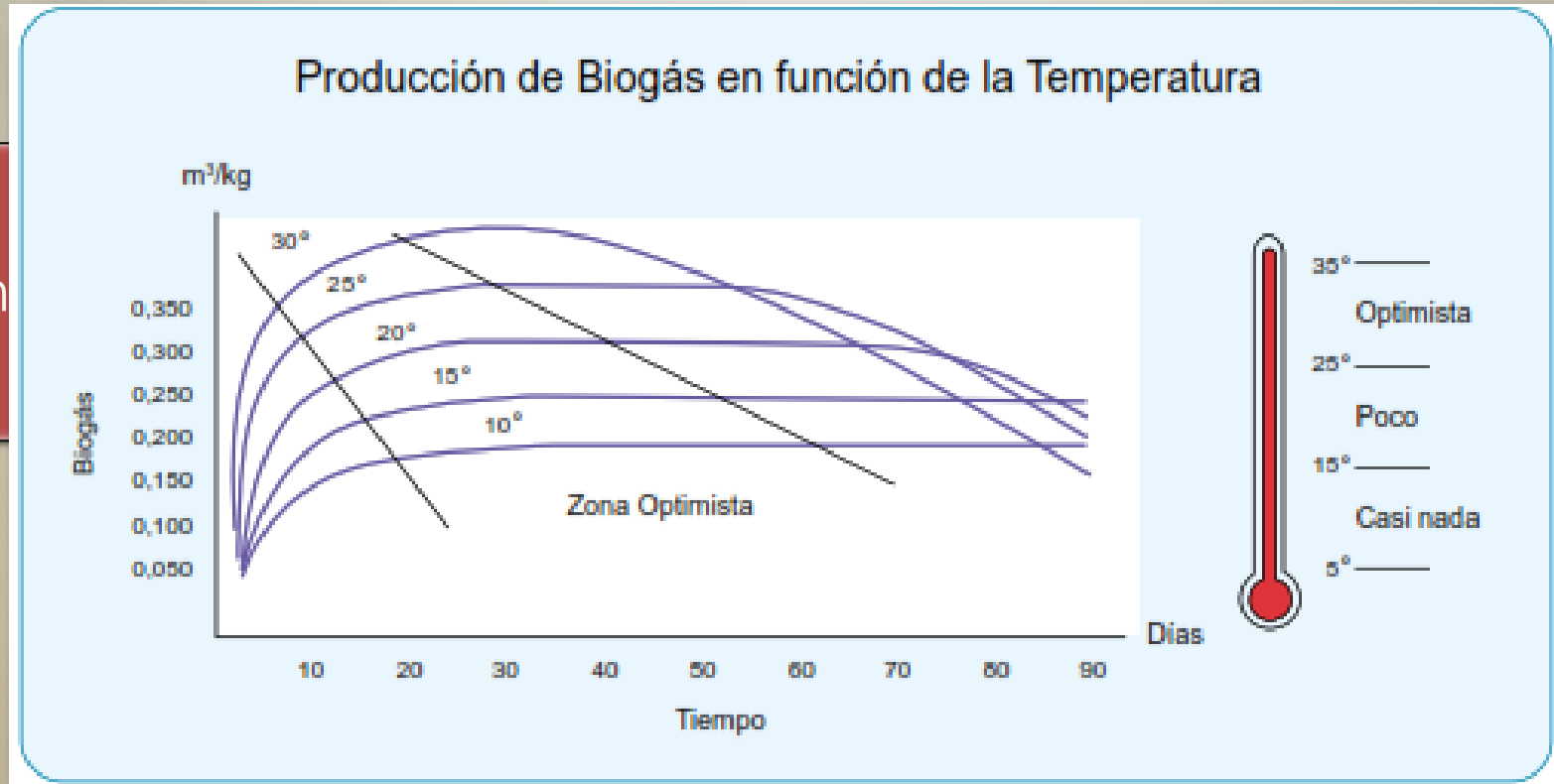
Varnero y Arellano, 1991

Temperatura



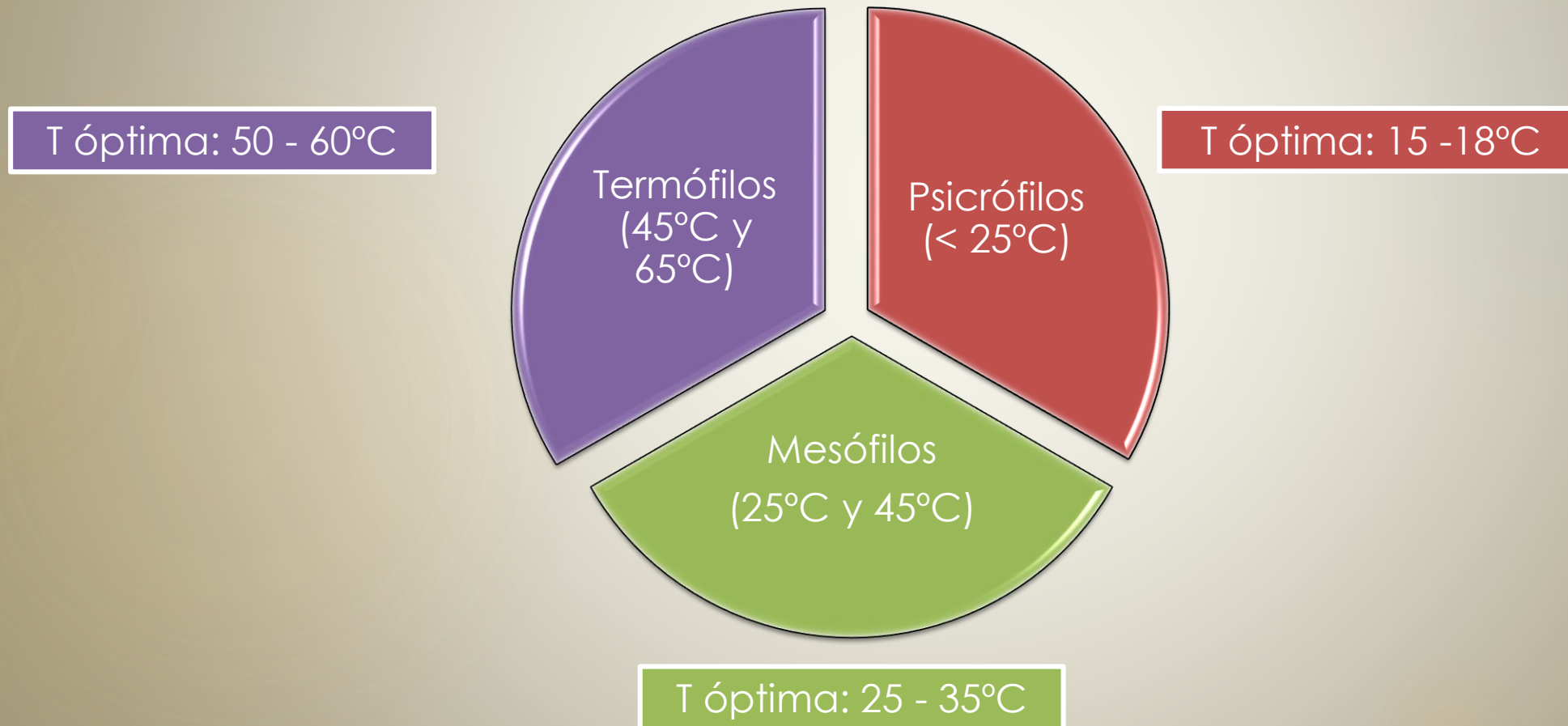
Temperatura

> Tem



Varnero y Arellano, 1991

Tipos de microorganismos según temperatura

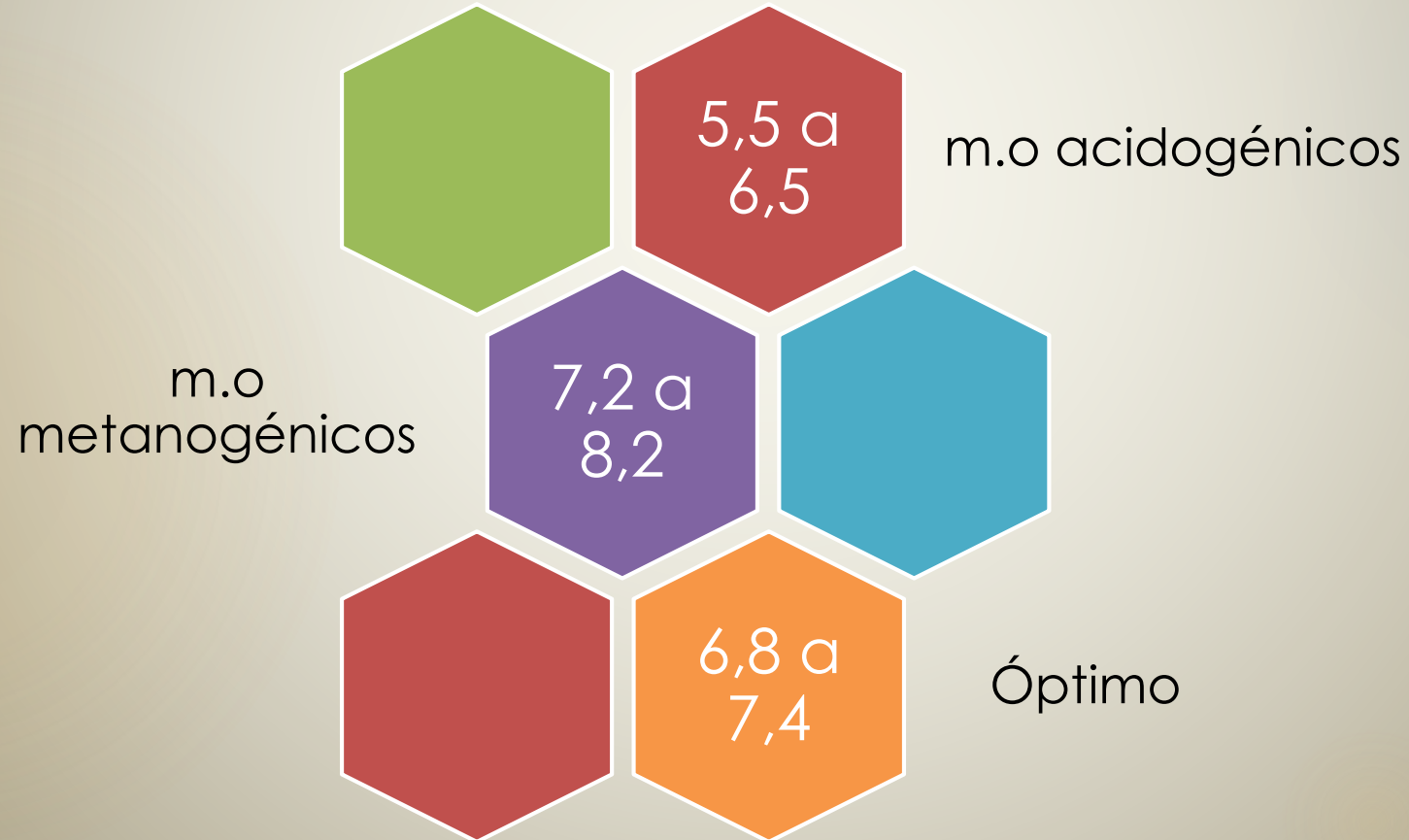


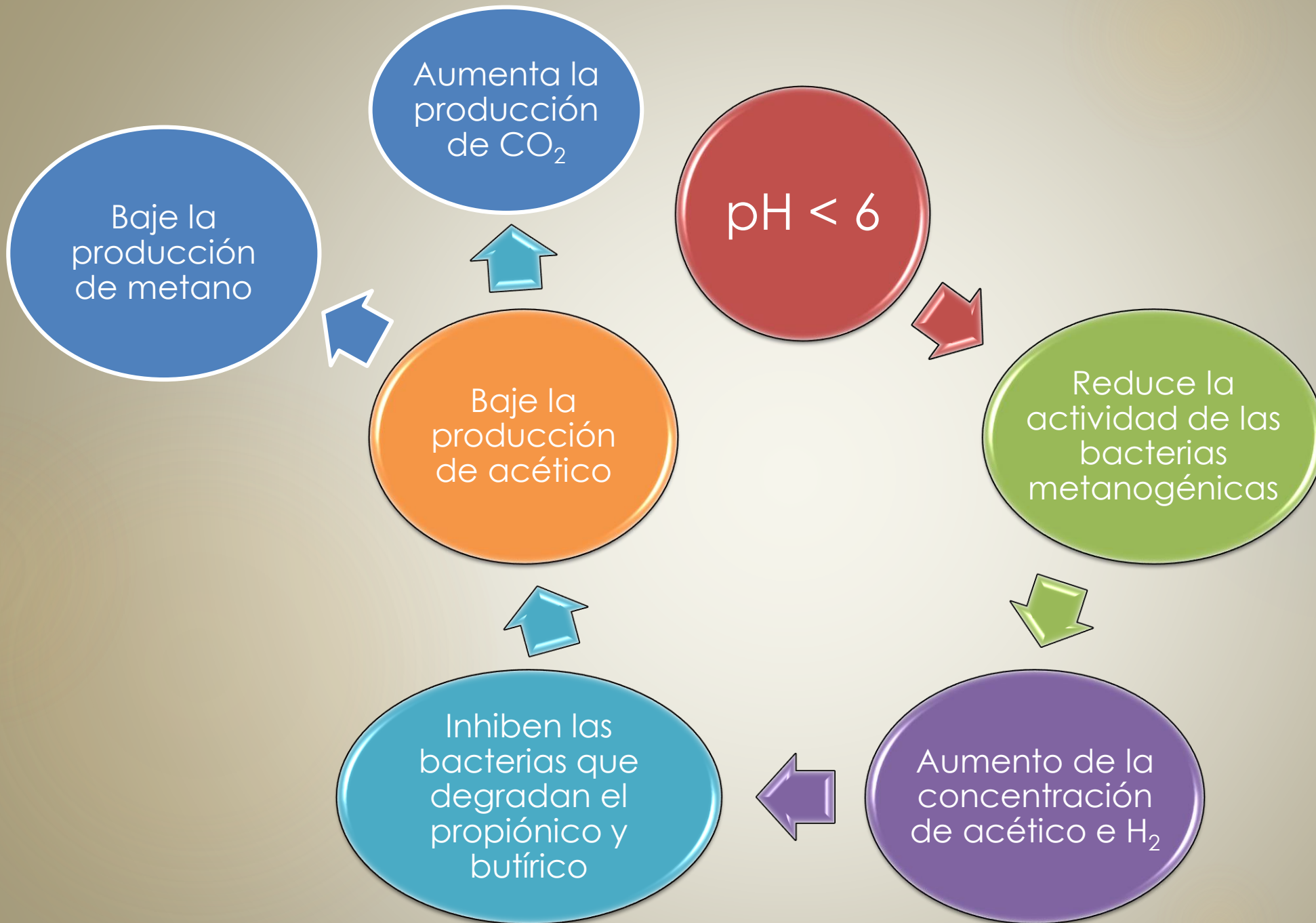
pH y potencial REDOX



pH

- ▶ Los microorganismos **metanogénicos** son **muy sensibles** a las pequeñas variaciones de pH





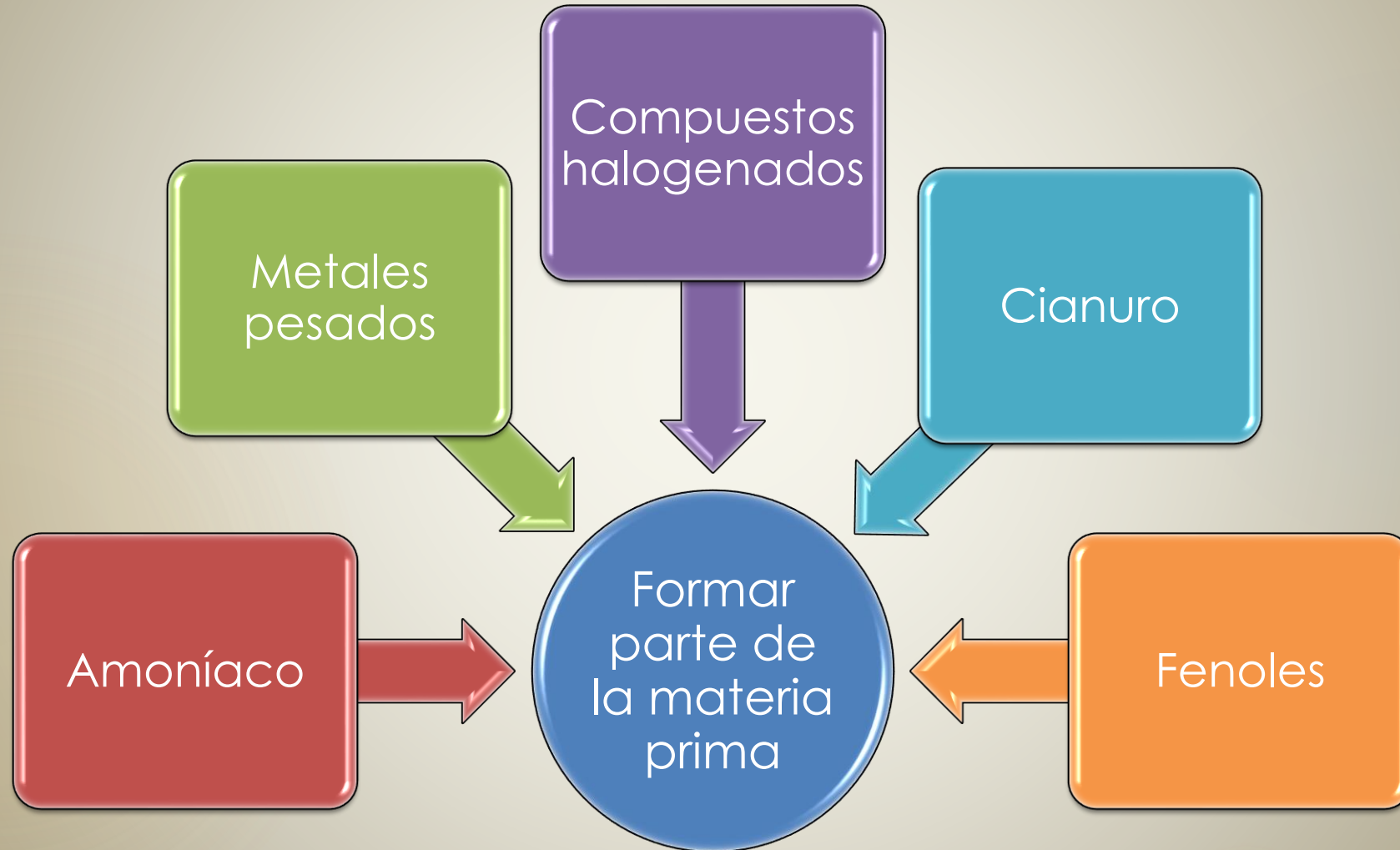
Potencial REDOX

- ▶ Ideal entre **-220 mV** y **-350 mV** a pH 7
- ▶ Asegura un **ambiente reductor** para las bacterias metanogénicas

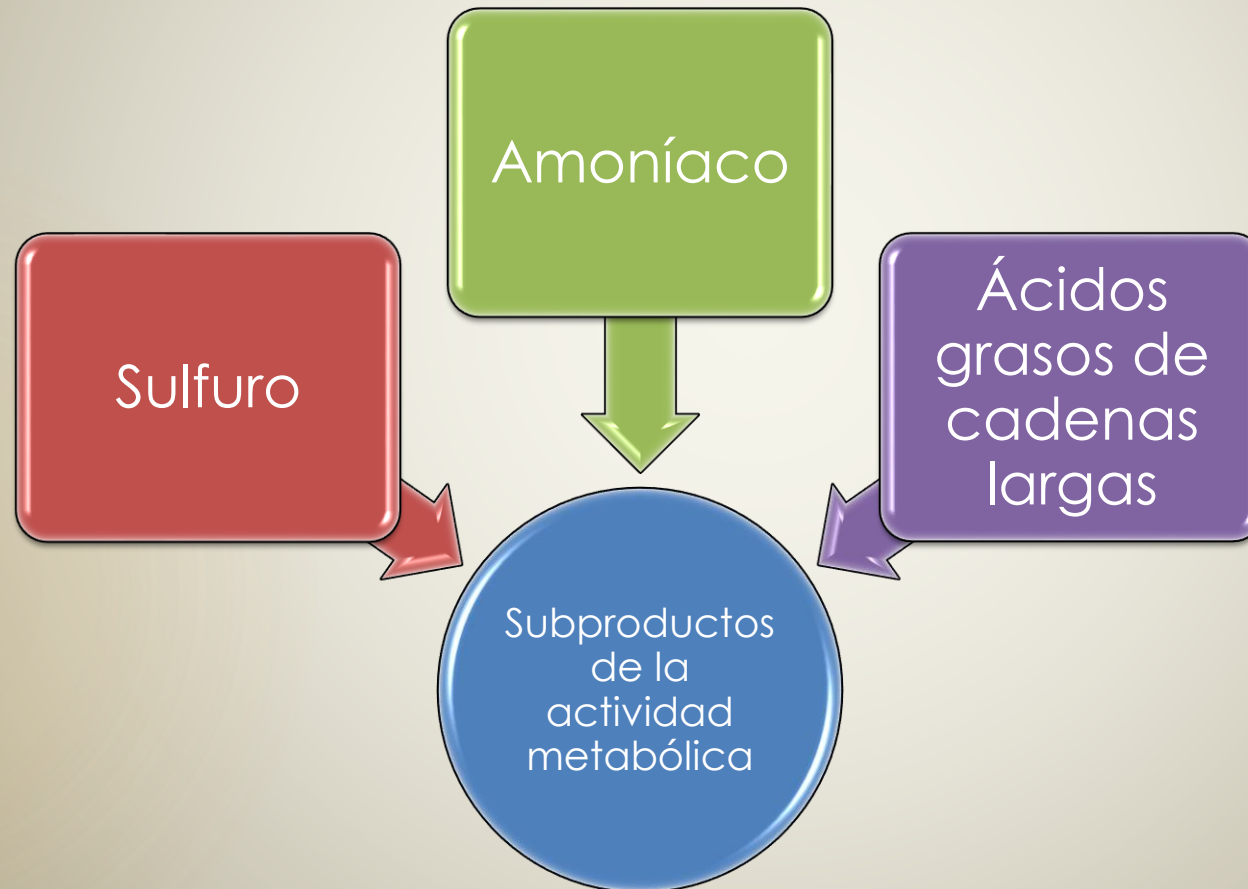
Toxicidad



Tóxicos



Tóxicos



Inhibidores

INHIBIDORES	CONCENTRACION INHIBIDORA
SO ₄	5.000 ppm
NaCl	40.000 ppm
Nitrato (según contenido de Nitrógeno)	0,05 mg/ml
Cu	100 mg/l
Cr	200 mg/l
Ni	200-500 mg/l
CN (Después que se han domesticado las bacterias metanogénicas a 2-10 mg/ml).	25 mg/l
ABS (Detergente sintético)	20-40 mg/l
Na	3.500-5.500 mg/l
K	2.500-4.500 mg/l
Ca	2.500-4.500 mg/l
Mg	1.000-1.500 mg/l

Muchas gracias

