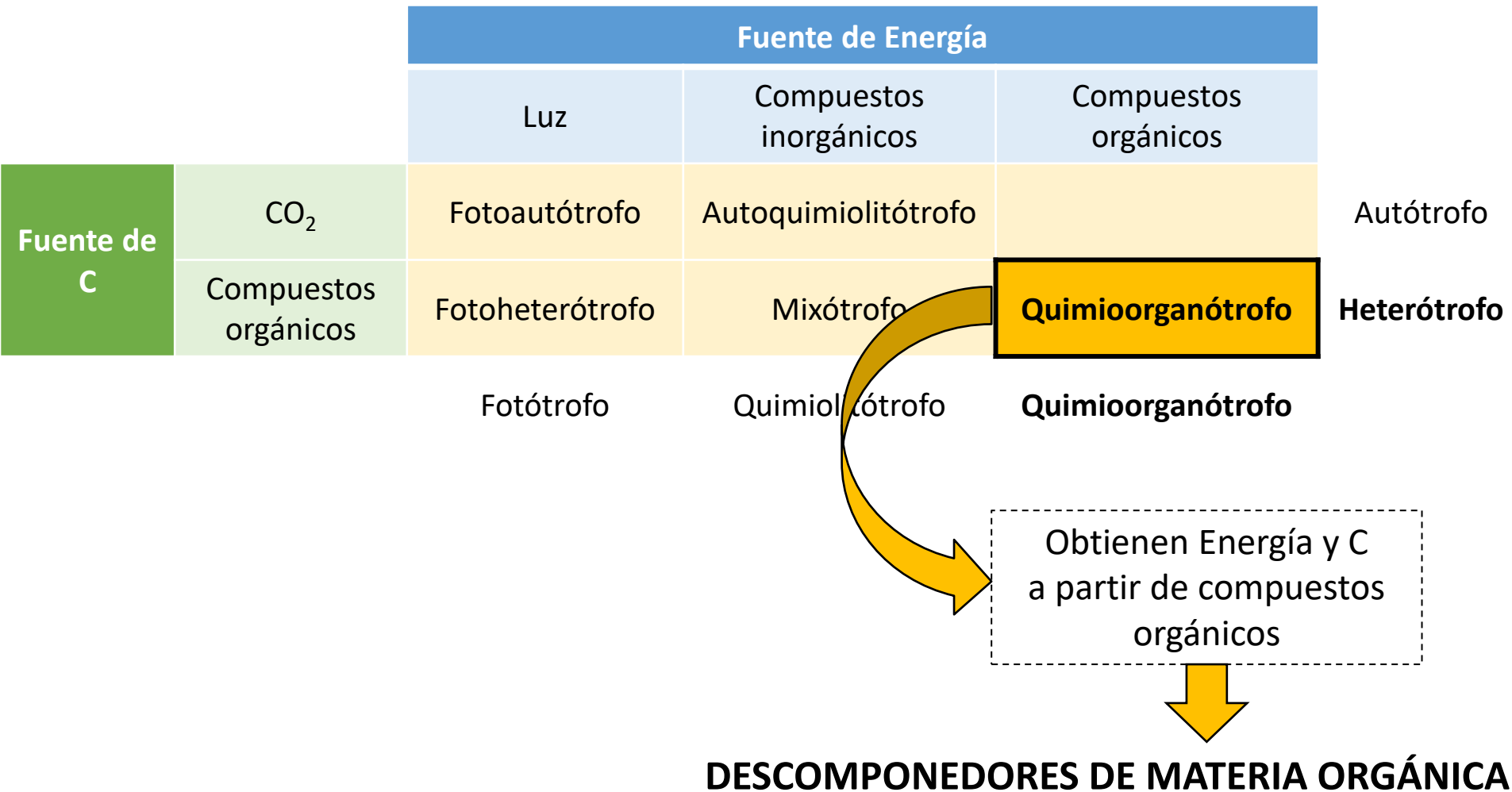


NUTRICIÓN Y METABOLISMO FÚNGICO

Dr. Maximiliano Sortino
msortino@fbioyf.unr.edu.ar

HONGOS → EUCARIOTAS QUIMIOHETERÓTROFOS

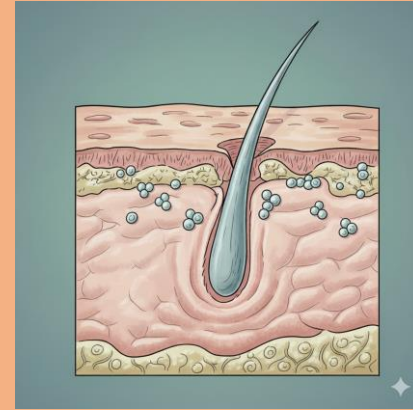


Pueden ser

Parásitos: viven sobre organismos vivos y le causa daño



Comensales: viven sobre organismos vivos sin causar daño ni beneficio



Saprófitos: viven sobre materia orgánica muerta



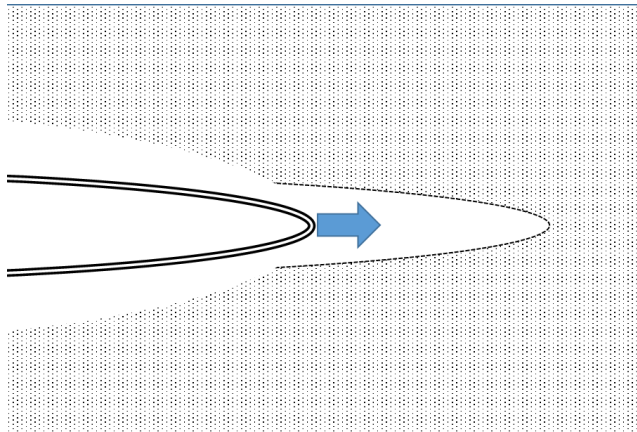
Simbióticos: formando asociaciones con otros seres vivos. Ej. líquenes y micorrizas



Obtención de nutrientes

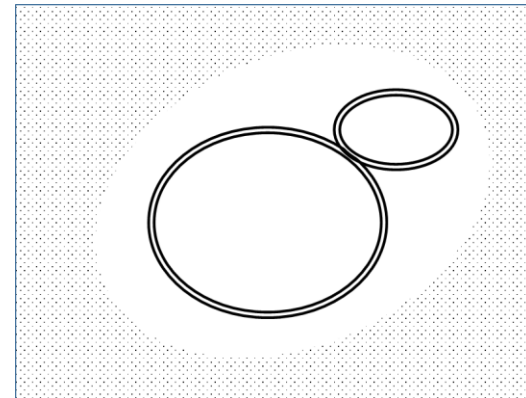
Hongos filamentosos

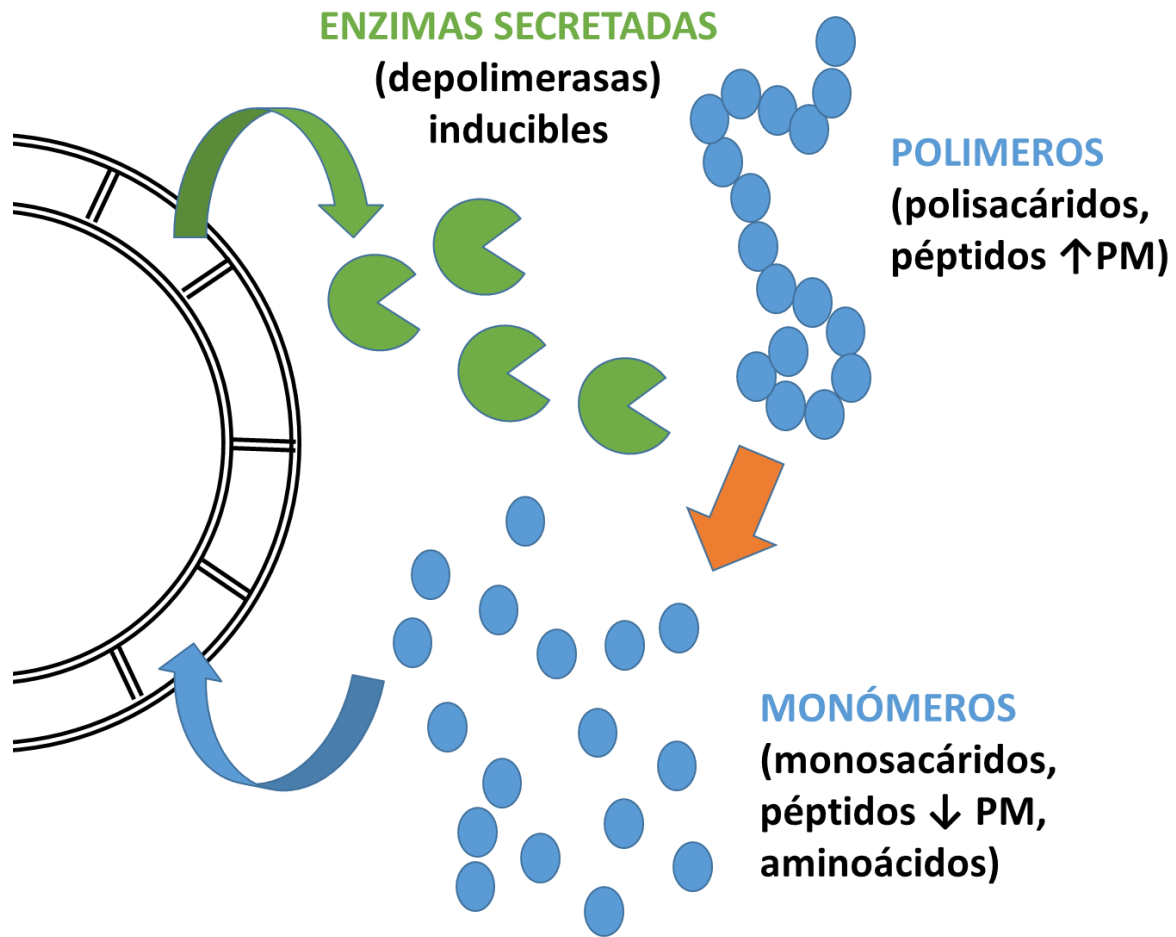
- Liberan al medio enzimas degradativas
- Crean zonas de erosión
- El crecimiento apical permite extenderse hacia zonas frescas de sustrato



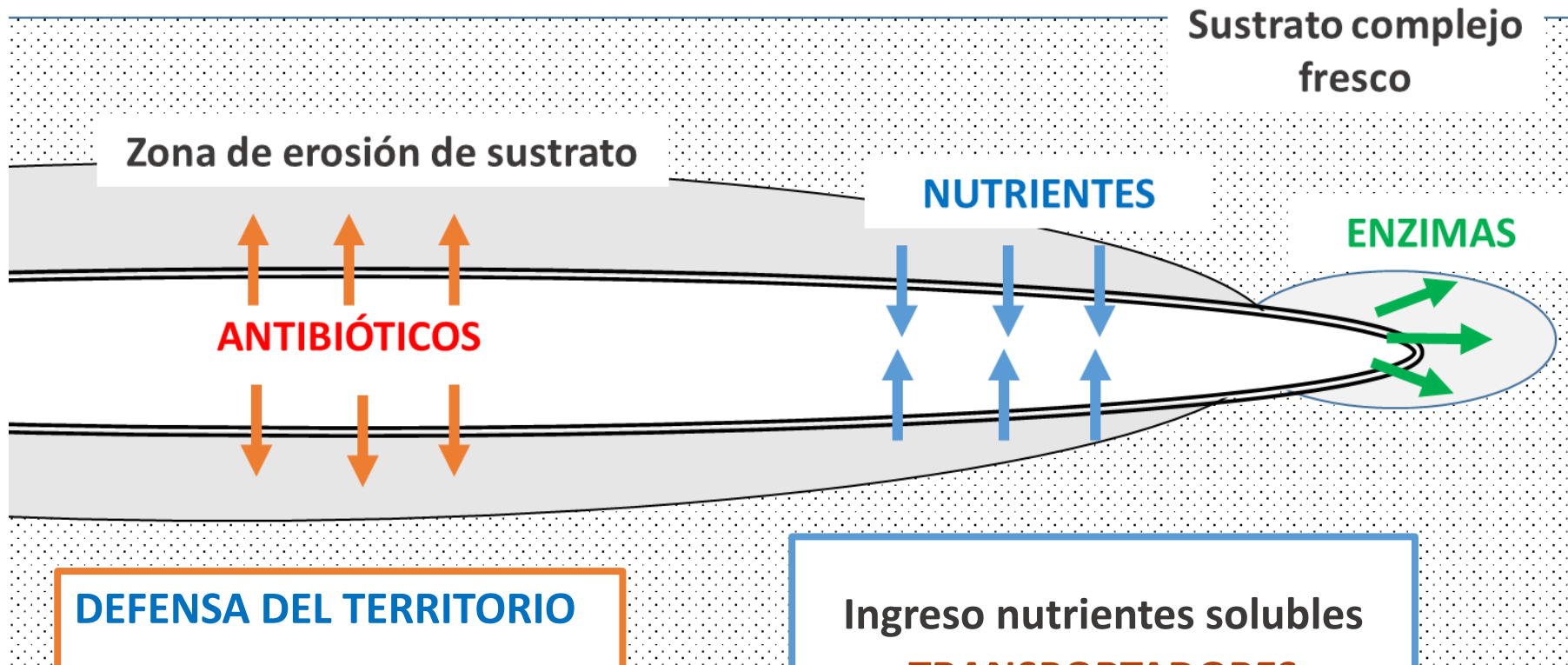
Hongos levaduriformes

- No producen depolimerasas
- Crecen en ambientes ricos en nutrientes solubles simples (superficies de hojas, frutas o en mucosas)





Hongos filamentosos



DEFENSA DEL TERRITORIO

evita que los organismos competidores utilicen los productos de digestión de enzimas

Ingreso nutrientes solubles

**TRANSPORTADORES
ESPECÍFICOS**

Transportador Glu
Constitutivo

Transportador Gal
Síntesis inducible

Glucólisis
Vía Embden-Meyerhoff

Vía de las
Pentosas
Fosfato

Monosacáridos
Glu

Xilosa
Hemicelulosa

Energía

Gliceraldehído 3P
P-di hidroxí acetona

NADPH

Energía

NADH

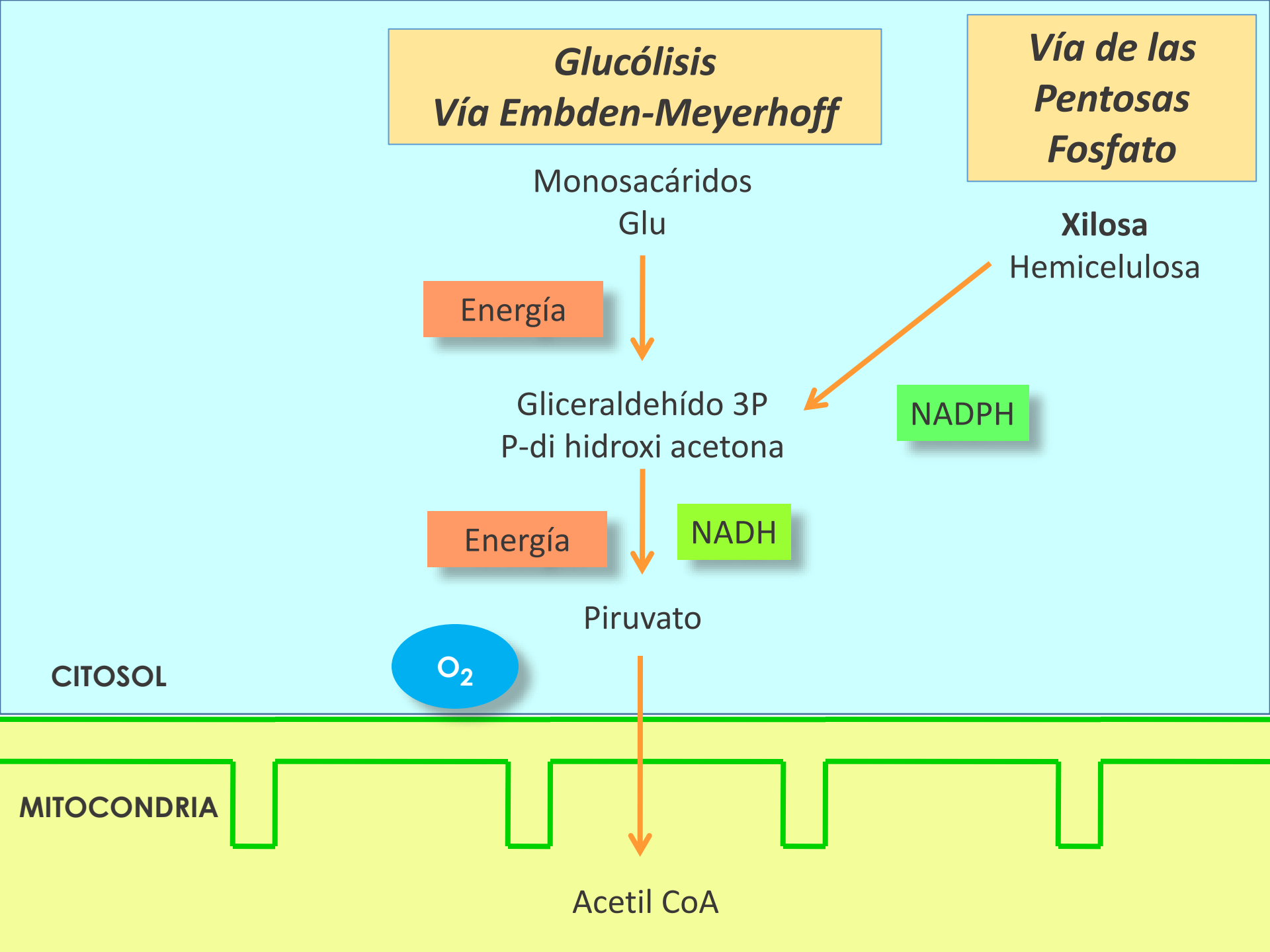
Piruvato

O₂

CITOSOL

MITOCONDRIA

Acetil CoA



CITOSOL

Piruvato

MITOCONDRIA

Acetil CoA

Citrato

Oxalacetato

Ciclo ácidos
tricarboxílicos

α - Ceto
glutarato

Energía

NADH

NADPH

FADH₂

+

O₂

Cadena
transportadora e⁻

RESPIRACIÓN
AERÓBICA

+

NO₃⁻

Aceptor final e⁻

RESPIRACIÓN
ANAERÓBICA

Glucólisis
Vía Embden-Meyerhoff

Vía de las
Pentosas
Fosfato

Monosacáridos

Glu

Xilosa
Hemicelulosa

Energía

NADPH

Gliceraldehído 3P
P-di hidroxí acetona

FERMENTACIÓN
ALCOHÓLICA

Energía

NADH

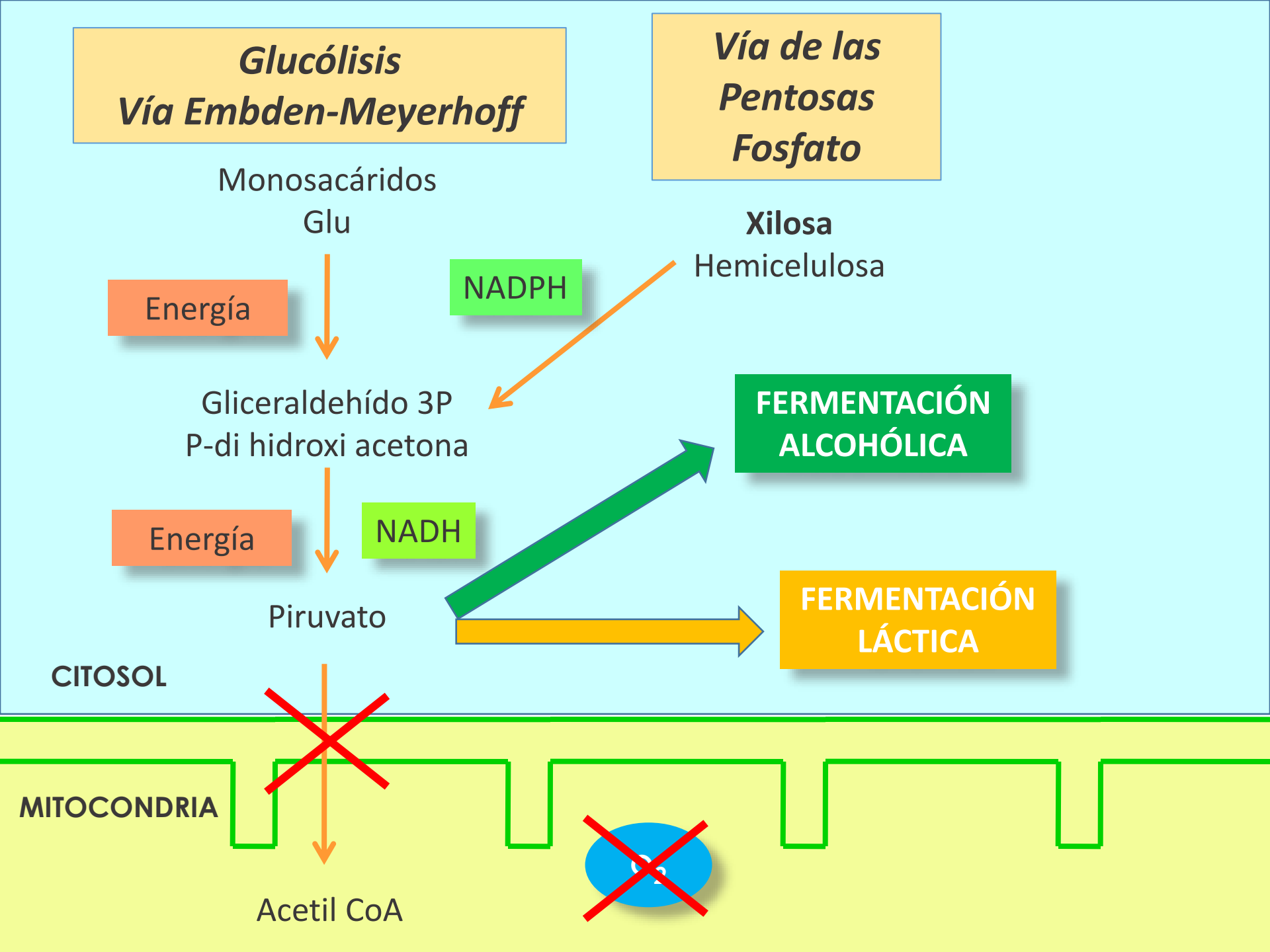
Piruvato

FERMENTACIÓN
LÁCTICA

CITOSOL

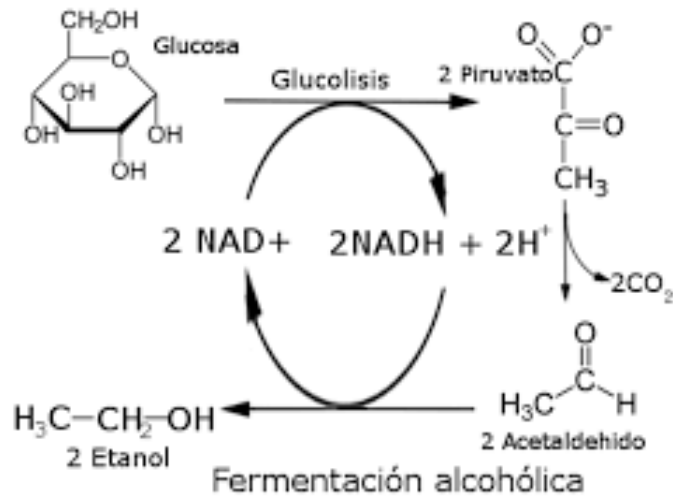
MITOCONDRIA

Acetil CoA

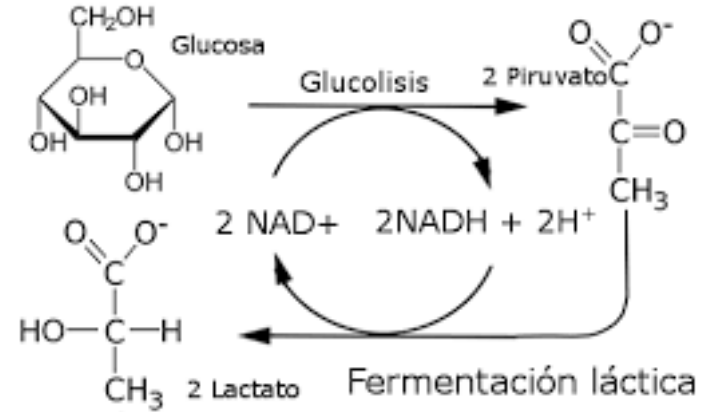


Fermentación

- alcohólica



- láctica





Celulosa

Almidón
de maíz



Glucosa

Fermentación

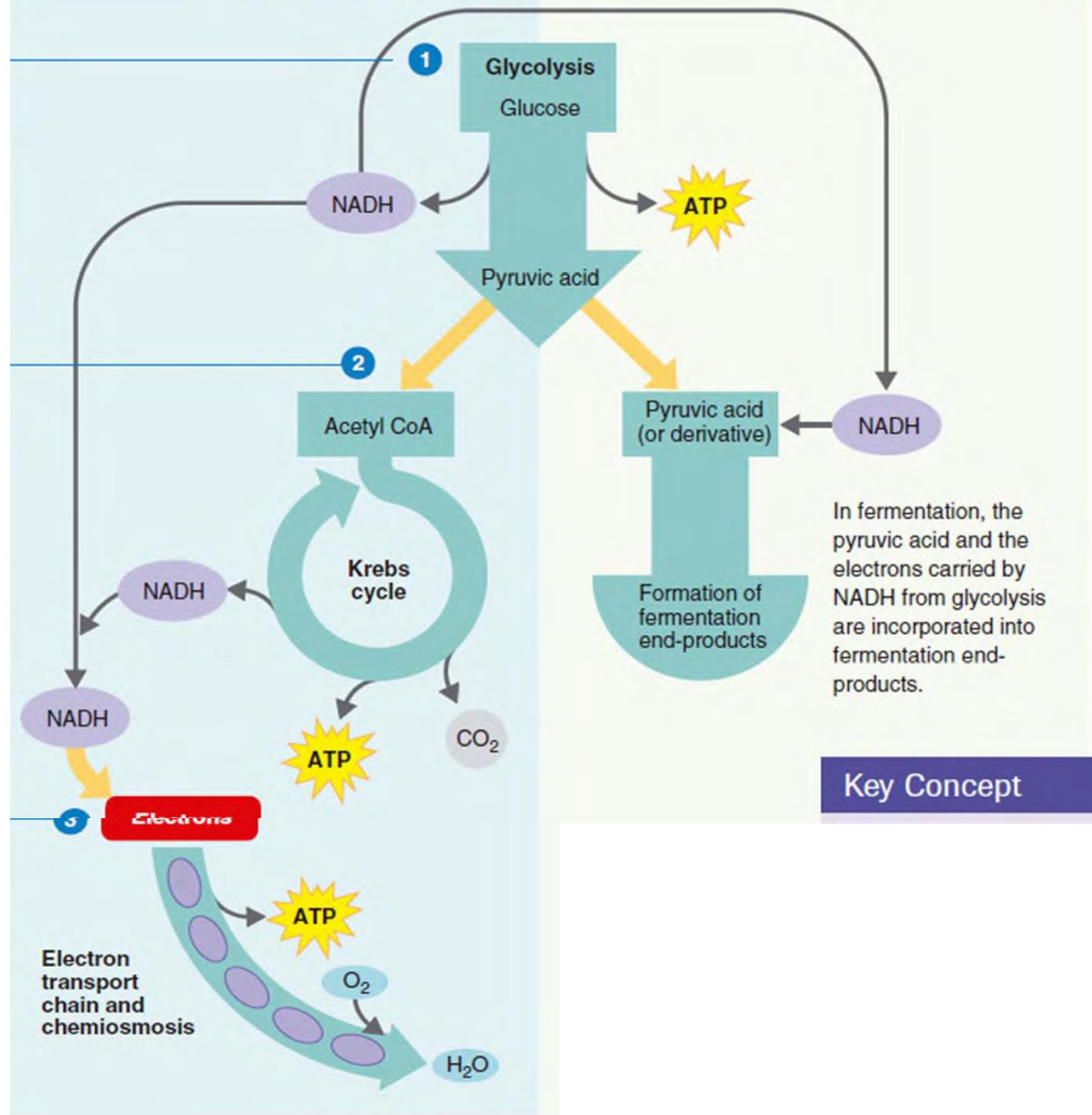
ETANOL



(a)

(b)

Figura 1.12 El etanol como biocombustible. (a) Principales cultivos utilizados como materia prima para la producción de etanol biocombustible. Arriba: Pasto varilla, fuente de celulosa. Abajo: Maíz, fuente de almidón de maíz. Tanto la celulosa como el almidón están compuestos de glucosa, que la levadura fermenta a etanol. (b) Planta de producción de etanol en los Estados Unidos. El etanol producido por fermentación es destilado y posteriormente almacenado en los tanques.

RESPIRATION**FERMENTATION**

Condiciones ambientales para el crecimiento

Macro y micronutrientes

Temperatura

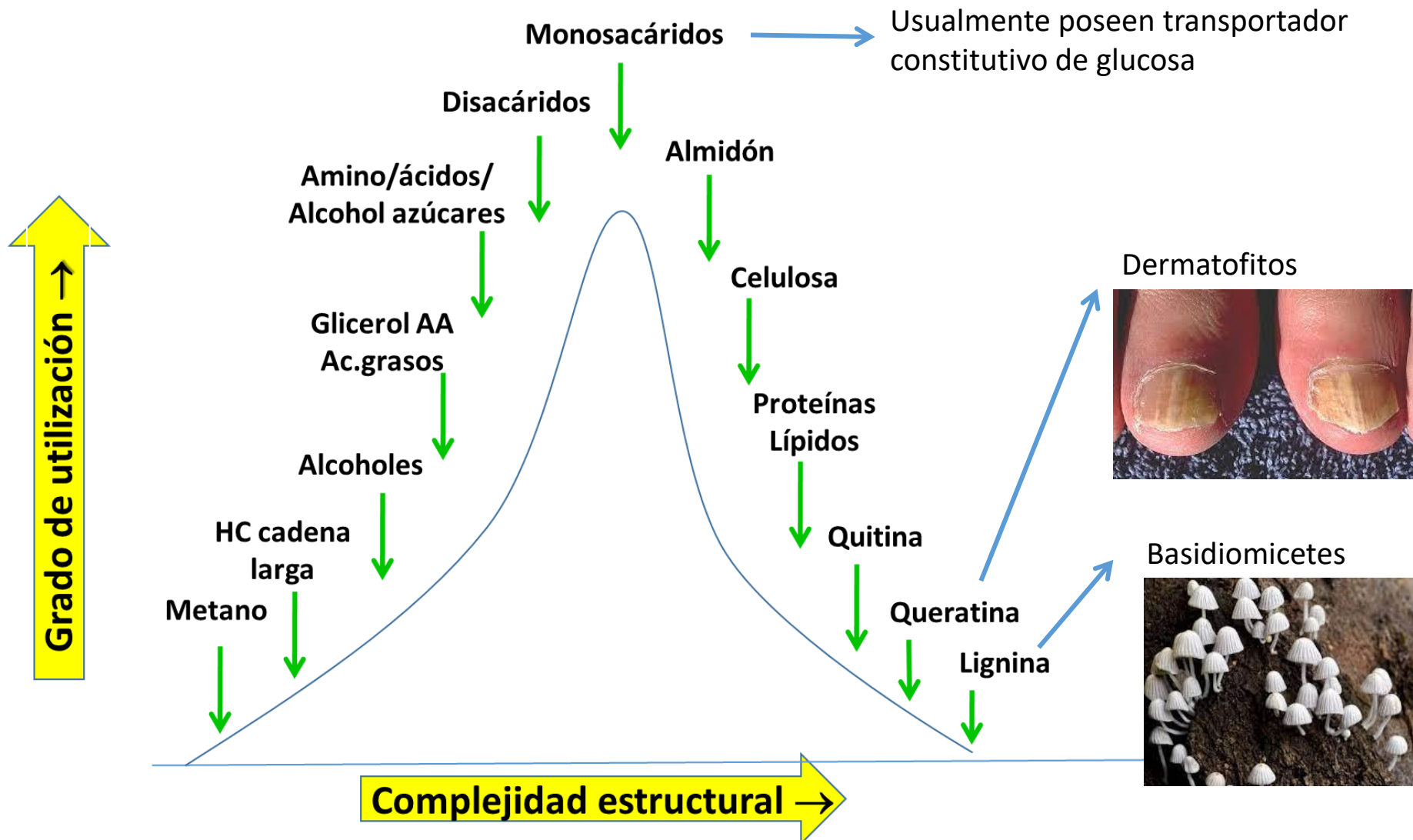
pH

Oxígeno

Disponibilidad de agua

Luz

Condiciones ambientales para el crecimiento: macronutrientes - CARBONO



Condiciones ambientales para el crecimiento:

Macronutrientes

Nitrógeno

- Las fuentes de N pueden ser: Aminoácidos > Amonio > Nitrato

Fósforo, Magnesio, Potasio, Azufre

Micronutrientes

Hierro, Zinc, Manganeso, Cobre, Calcio

Vitaminas (la mayoría son capaces de sintetizarlas)

Tiamina, biotina, piridoxina

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES *in vitro*



MEDIO AMBIENTE

Interacciones competitivas →
reduce el crecimiento *in vivo*



LABORATORIO MICROBIOLOGÍA

No hay interacciones competitivas

Mayoría hongos crecen en medios...

- con **compuestos naturales**

- Agar Papa Dextrosa
- Agar Extracto Malta
- Agar Harina Maíz

- con ↑ **carbohidratos** (≠ fuentes)
- con alguna fuente **nitrogenada** NH_4^+ , NO_3^- , AA
- ligeramente ácidos (**pH 5 – 6**)

Clasificación de medios de cultivo

Generales

Selectivos

Diferenciales

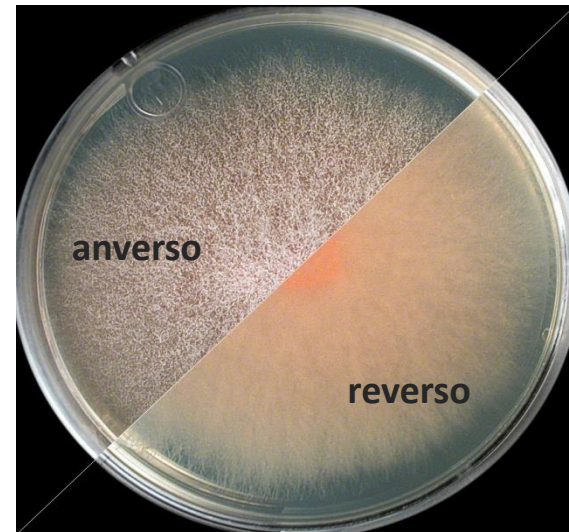
Mejorados

MEDIOS DE CULTIVO GENERALES

- Sabouraud (Sb) : glucosa + peptona de carne
- Agar Papa Dextrosa (APD): glucosa + extracto de papa



Medio Sb glucosa



Medio APD

Clasificación de medios de cultivo

Generales

Selectivos

Diferenciales

Mejorados

MEDIOS DE CULTIVO SELECTIVOS

- Sabouraud + cloranfenicol (SbCl)
- DRBC: Glucosa + peptona + Diclorán + Rosa de Bengala + cloranfenicol



Medio Sb-glu- Cloranfenicol



Medio DRBC

Clasificación de medios de cultivo

Generales

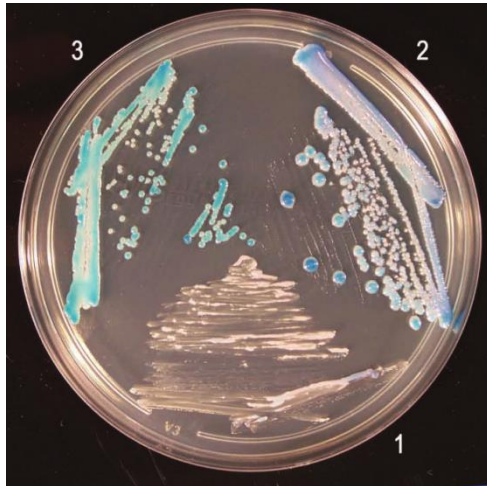
Selectivos

Diferenciales

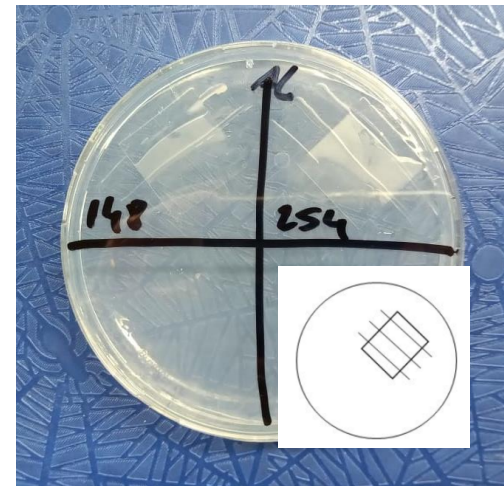
Mejorados

MEDIOS DE CULTIVO DIFERENCIALES

- Chromagar *Candida*: glucosa + reactivo cromogénico + cloranfenicol
- Agar Harina de Maíz: filtrado de harina de maíz amarillo (AHM)
- Agar Semillas de Girasol: glucosa + extracto de semillas de girasol (ASG)



Medio Chromagar *Candida*



Medio AHM



MEDIOS DE CULTIVO MEJORADOS

- Agar Sangre
- Agar Cerebro - Corazón



Medio agar sangre



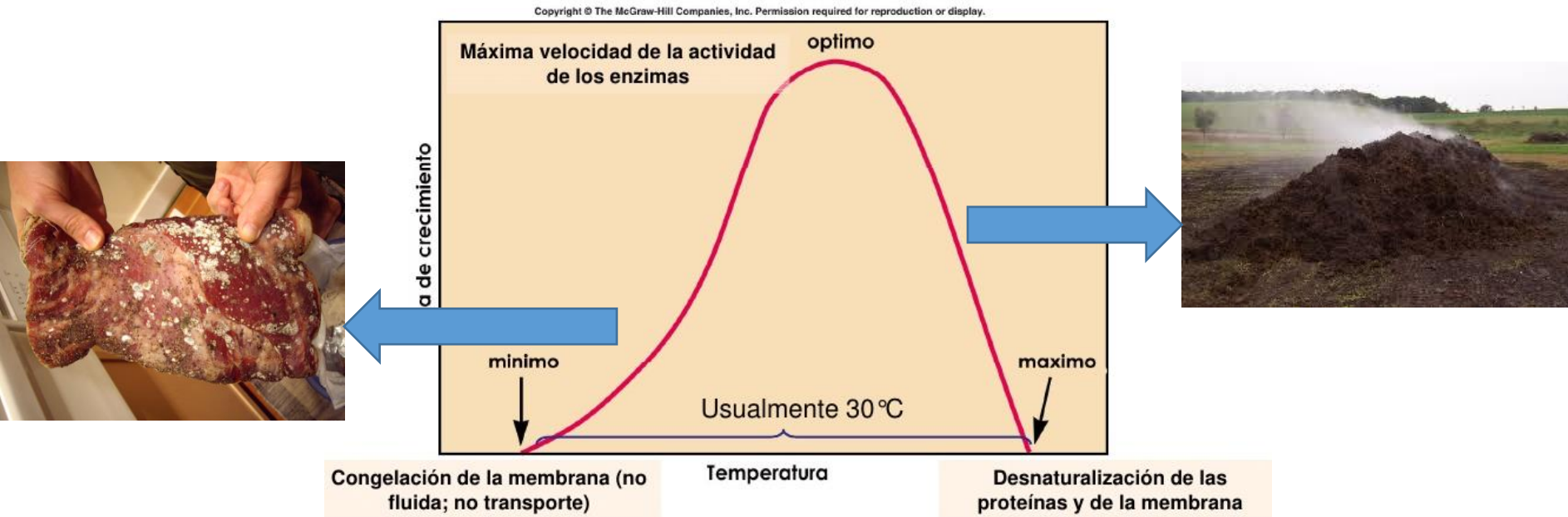
Medio agar cerebro corazón

Condiciones ambientales para el crecimiento: temperatura

MESÓFILOS (10-35°C)

(T° óptima 20-30°C)

Condiciones industria y laboratorio

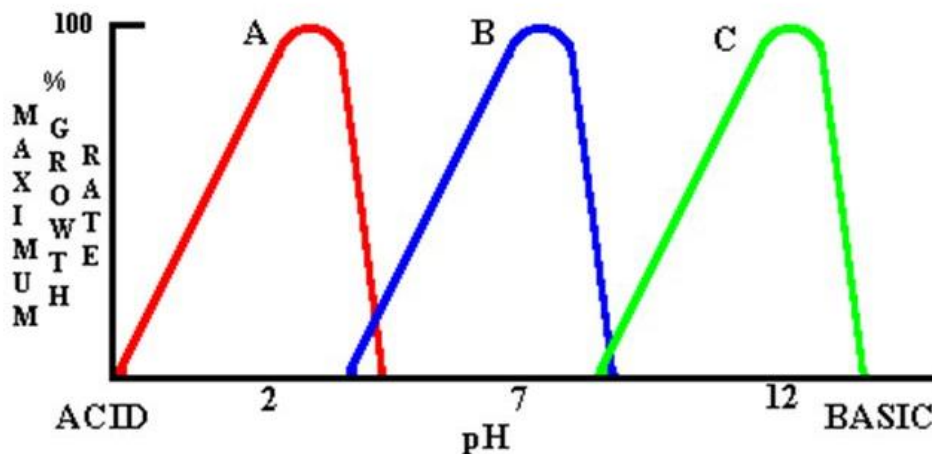


↓ T° Propiedades Macromoléculas
y propiedades Físicas sist. Acuoso

Complejidad celular eucariotas
limita T° hasta 60-65°C

Condiciones ambientales para el crecimiento: pH

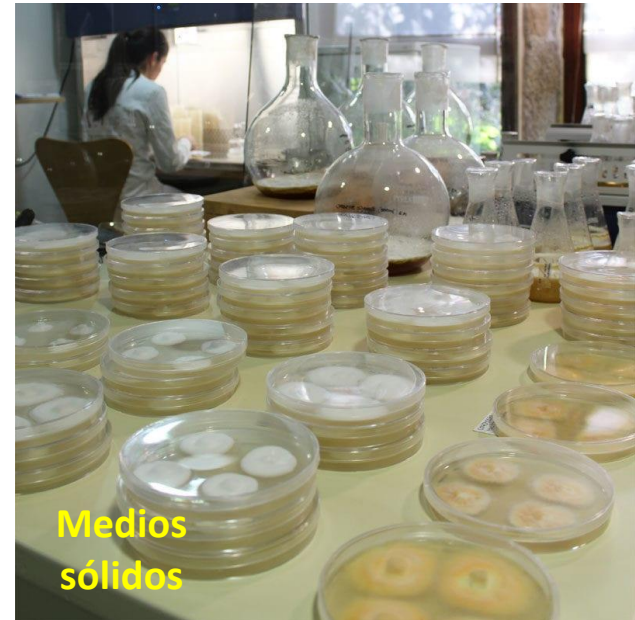
- **pH óptimo:** levemente ácido (5 – 6)
- La mayoría pueden crecer a **pH 4 – 8,5**
- Las bacterias crecen a pH neutro a levemente alcalino (**7-8**)
- Pueden Δ pH x intercambio iones \rightarrow necesitan buffers (KH_2PO_4 - K_2HPO_4)
- Pueden Δ pH de su microambiente (raíces, estomas)



A. Acidófilos
B. Neutrófilos
C. Alcalófilos

Condiciones ambientales para el crecimiento: oxígeno

- La mayoría son **Aerobios** (necesitan oxígeno en alguna etapa de su ciclo de vida)
- **Anaerobios facultativos** (principalmente levaduras): crecen con o sin oxígeno. Fermentación de azúcares y respiración anareobia



Condiciones ambientales para el crecimiento: disponibilidad de agua

- **Todos** necesitan agua
- **Necesario para:**
 - ingreso de nutrientes,
 - actividad de enzimas extracelulares,
 - medio de reacciones en el citosol,
 - crecimiento de las hifas,
 - turgencia para penetrar sustratos sólidos
- Algunos hongos tienen tolerancia al stress hídrico: producen daños en alimentos almacenados



Sustratos sólidos



Hongos en silos

Condiciones ambientales para el crecimiento: luz

- La mayoría pueden crecer **sin o con poca luz** (naturaleza, laboratorio)
- Aumenta la pigmentación (carotenoides y melaninas) protección contra especies reactivas de oxígeno y UV
- Tiene efecto sobre la diferenciación fúngica: disparador estructuras sexuales y asexuales



Metabolitos primarios y secundarios

METABOLITOS PRIMARIOS

- Son productos del metabolismo general
- Se producen en reacciones anabólicas o catabólicas
- Durante la fase de crecimiento exponencial
- Contribuyen a la producción de biomasas o energía
- Son indispensables para la vida
- Ejemplos: aminoácidos, monosacáridos, lípidos, etc.

METABOLITOS SECUNDARIOS

- Son productos del metabolismo especial
- Son producidos a partir del metabolismo primario
- Se forman al final de la fase de crecimiento exponencial
- Depende de las condiciones de crecimiento
- Distribución taxonómica restringida
- No son indispensables para la vida
- Ejemplos: antibióticos, hormonas, toxinas

Los metabolitos secundarios son acumulados durante la fase que se conoce como idiofase, que sigue a la fase de crecimiento activo llamada tropofase (figura 3). Además de producirse luego de la fase de crecimiento exponencial, pueden producirse en condiciones de sustrato limitante (Nigam & Singh, 2014).

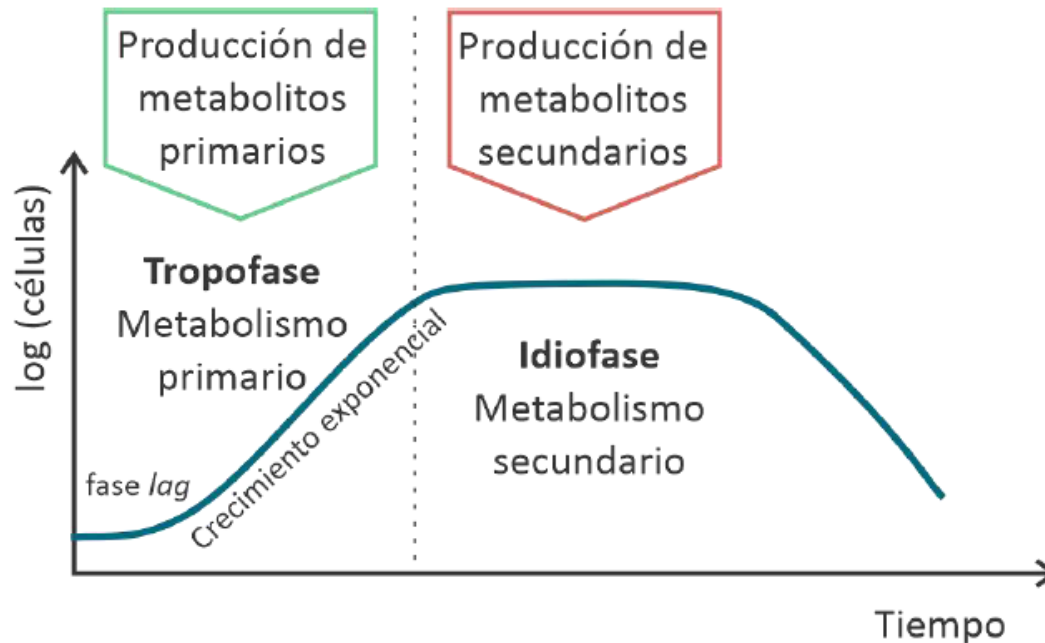


Figura 3: Fases del crecimiento de un microorganismo.

Metabolitos secundarios fúngicos de importancia ecológica y comercial

- **Micotoxinas:**

- se encuentran en alimentos contaminados por hongos toxicogénicos
- la intoxicación (micotoxicosis) se produce al ingerir o inhalar la toxina que se libera al medio
- Las más comunes son:
 - Aflatoxinas: hepatotóxicas, carcinogénicas
 - Ocratoxinas: hepatotóxicas, abortivas
 - Fumonisinias: neurotóxicas, gastrotóxicas



Metabolitos secundarios fúngicos de importancia ecológica y comercial

- **Micetismo:**

- Intoxicación por la ingesta de hongos que producen toxinas
- Se clasifican en:
 - Toxinas citotóxicas: causan la destrucción celular en hígado y riñones
 - Neurotoxinas: afectan el Sistema Nervioso Autónomo
 - Toxinas gastrointestinales



Metabolitos secundarios fúngicos de importancia ecológica y comercial

Reishi

Ganoderma lucidum

- Propiedades farmacológicas, nutracéuticas y cosméticas



Melena de León

Hericium erinaceus

- Efectos a nivel de SNC incluyendo antidepresivo (en estudio)



Especies del género *Psilocybe*

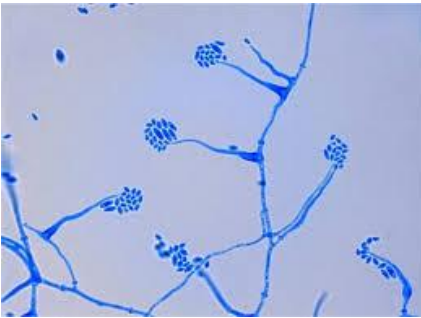
- Psicodélicos
- En investigación para tratamientos neurológicos



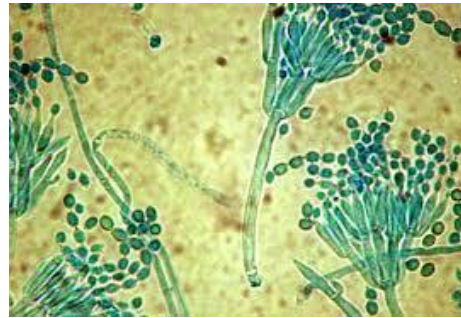
Metabolitos secundarios fúngicos de importancia ecológica y comercial

- **Antibióticos y antifúngicos:**
 - Producidos por los hongos como defensa frente a competidores

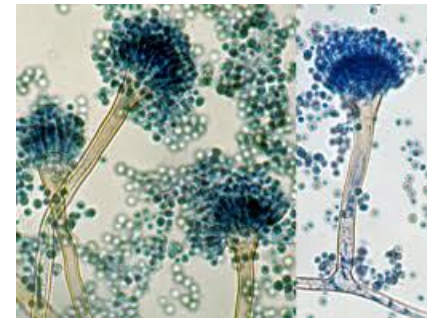
Cephalosporium



Penicillium



Aspergillus nidulans



Penicilinas

Historia



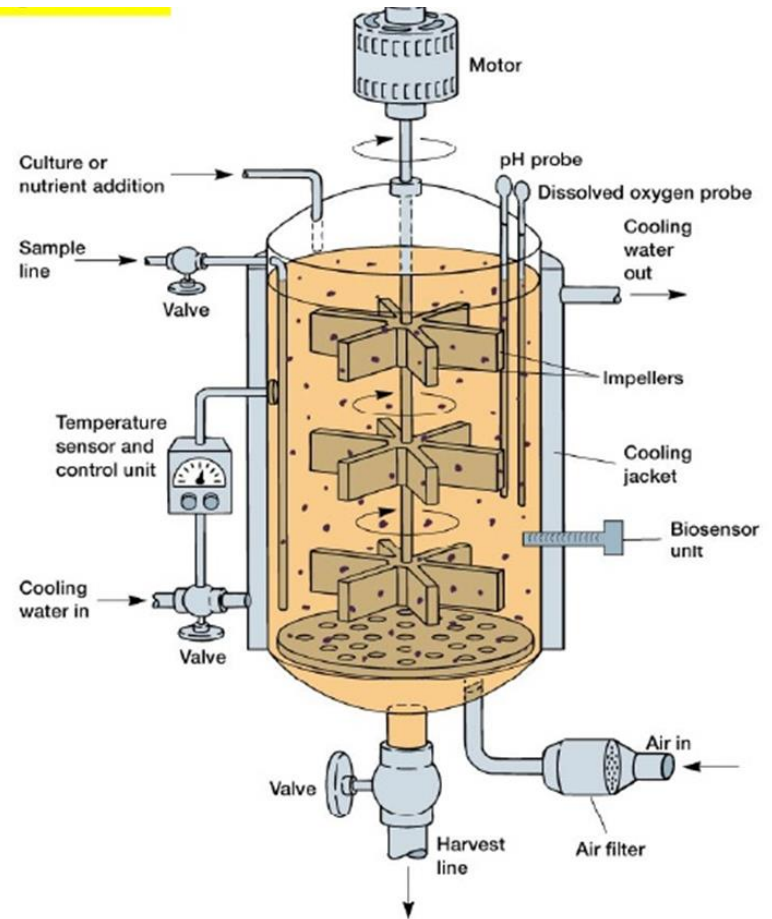
- Descubierta por Alexander Fleming (1928)
- Cultivo de *Streptococcus aureus* se contaminó con *Penicillium notatum* y se observó halo de inhibición del crecimiento
- Se utilizó con éxito para el tratamiento de infecciones como sífilis, cólera, neumonía, heridas, etc.



Producción industrial de antibióticos

Características deseables de los microorganismos

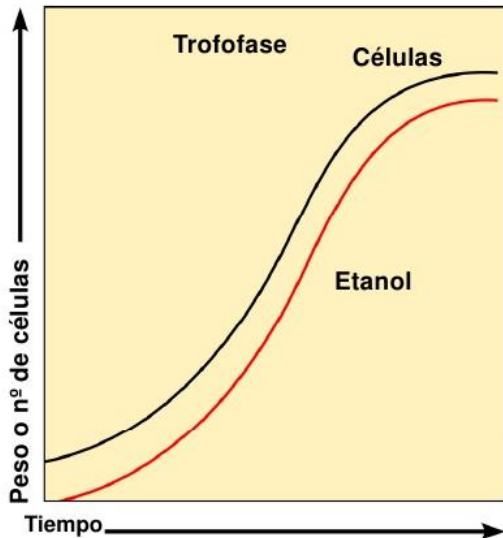
- Metabolismo conocido
- Crecimiento rápido
- Alto rendimiento
- No patógeno
- Requiera medios de cultivo sencillos
- Fácil separación del medio de cultivo y productos
- Estable genéticamente
- Susceptible de ser modificado genéticamente



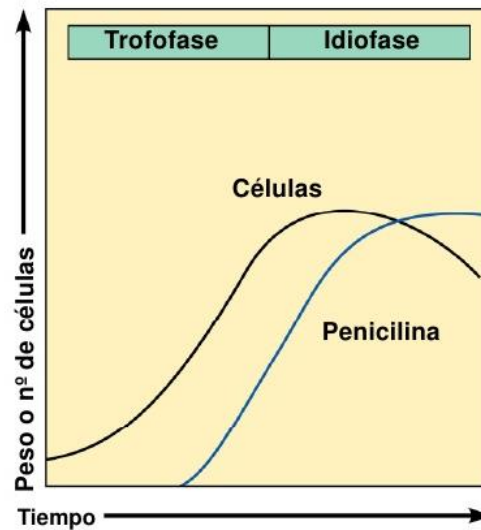
Fermentación en etapas. Se hacen crecer las cepas de los microorganismos dentro de tanques de fermentación de varios miles de litros de capacidad

Condiciones óptimas:

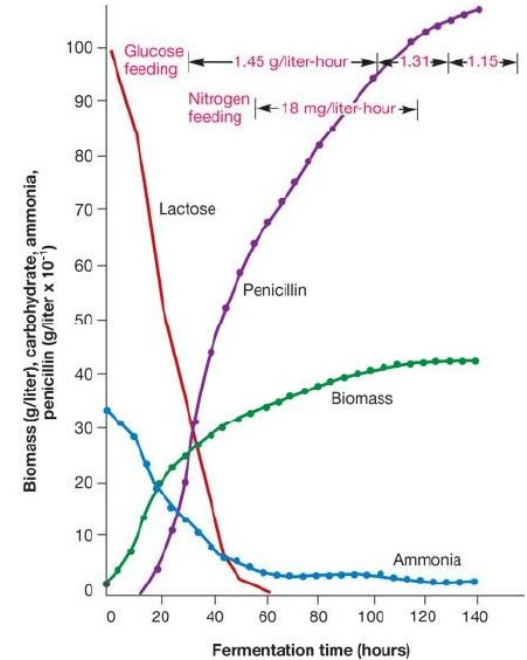
- medio nutritivo
- concentración de oxígeno
- temperatura
- pH
- niveles nutrientes



Metabolito primario: etanol



Metabolito secundario: penicilina



Metabolitos secundarios fúngicos de importancia ecológica y comercial

- **Pigmentos:**

- melaninas y carotenos (protección contra luz UV y especies reactivas de oxígeno)
- Pigmentos disusibles

LA  **CAPITAL**

La Capital | Economía | Michroma

Una empresa rosarina lleva al mundo sus colorantes naturales

La startup biotecnológica Michroma gestiona la aprobación en Estados Unidos y Europa para el uso de sus productos en base a hongos



Metabolitos secundarios fúngicos de importancia ecológica y comercial

- **Hormonas vegetales:**
 - giberelinas (horticultura)
- **Hormonas sexuales fúngicas**
- **Productos farmacéuticos:**
 - ciclosporina



Bibliografía

- Nutrición y Metabolismo. Temas de micología básica- Aída Amelia Van Gelderen; ISBN 13 978-950-554-424-0 ISBN 10 950-554-424-3- Editorial Universidad Nacional de Tucumán
- Fungal Nutrition. Fungal Biology. J. W. Deacon. Blackwell publishing. USA
- Fungal Metabolism and Fungal Products. Fungal Biology. J. W. Deacon. Blackwell publishing. USA