

FERMENTACIONES

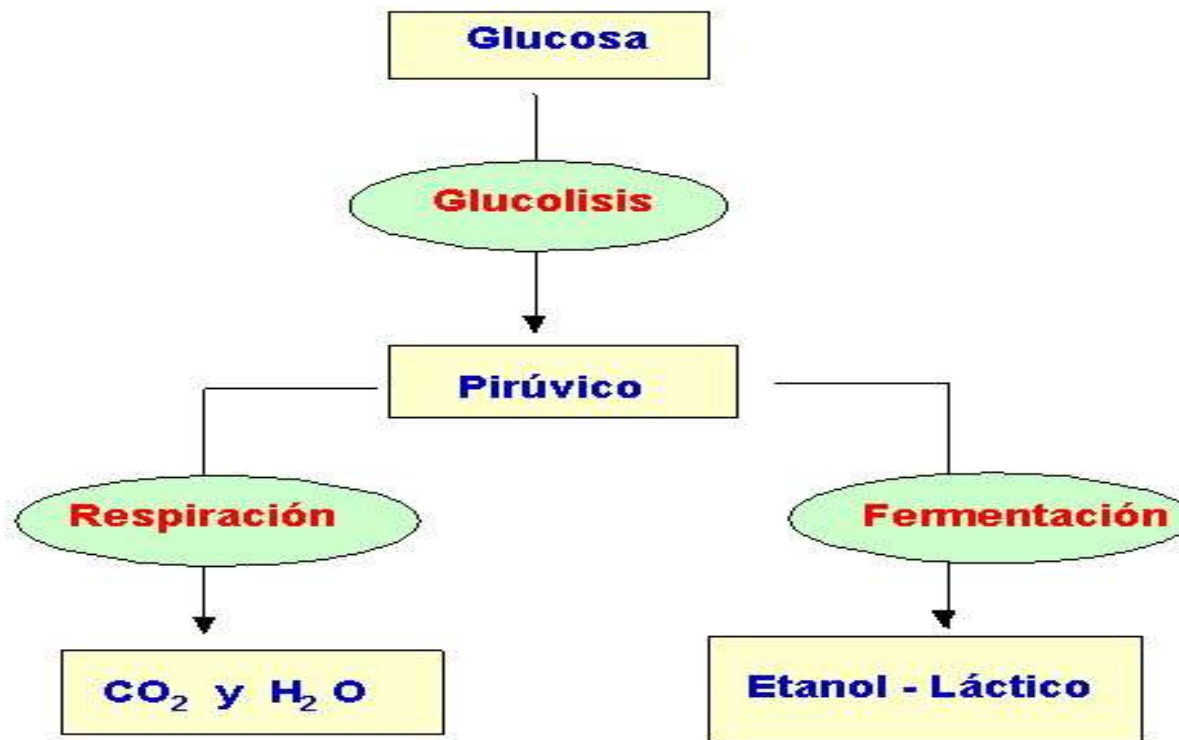
Catabolismo anaeróbico del *pirúvico*

FERMENTACIÓN LÁCTICA

FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA



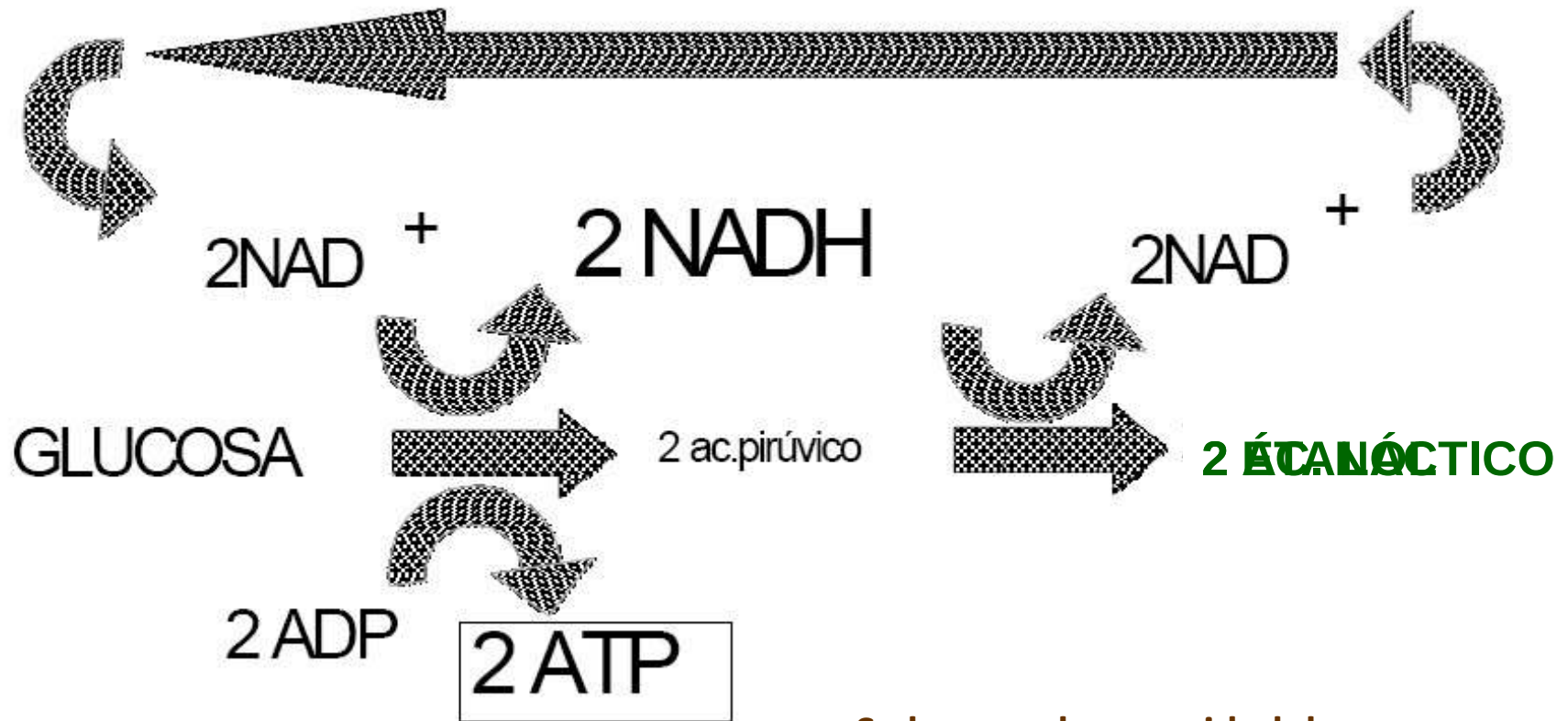
VÍAS DE CATABOLISMO



La oxidación del $\text{NADH}+\text{H}^+$ y del FADH_2 en la cadena respiratoria tiene como aceptor final de los electrones al oxígeno. De esta manera el NAD^+ se recupera y la glucolisis y el ciclo de Krebs pueden mantenerse.

Si no hay oxígeno, el $\text{NADH}+\text{H}^+$ y el FADH_2 se acumulan y los procesos de obtención de energía se interrumpen. En estas condiciones, condiciones anaerobias o de falta de oxígeno, ciertos microorganismos y, por ejemplo, nuestras células musculares, recuperan las coenzimas oxidadas por diversas vías metabólicas conocidas bajo el nombre de fermentaciones anaeróbicas.

FERMENTACIONES



Se basa en la necesidad de recuperar el NAD^+ gastado en la glucólisis.

El **NADH** de la glucólisis cede sus e^- a un último aceptor, que es una molécula producida por la propia glucólisis (ácido pirúvico), con lo cual se recupera la coenzima a su estado oxidado **NAD⁺**.

TIPOS DE FERMENTACIONES

(en el citosol)

Oxidación incompleta

No interviene la *cadena respiratoria*.
Sólo hay síntesis de ATP en el sustrato.

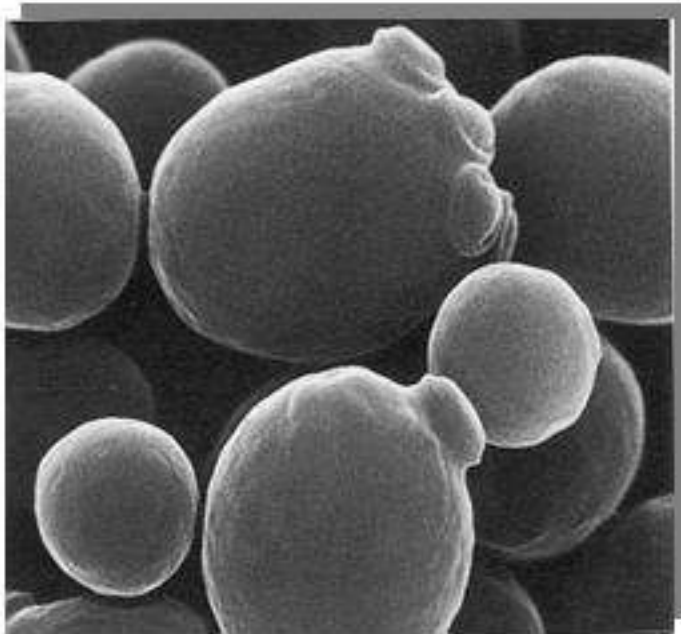
TIPOS	PRODUCTO INICIAL	PRODUCTO FINAL	ENERGIA
Fermentación LÁCTICA	Glucosa	Ácido láctico	2 ATP
Fermentación ALCOHÓLICA		Etanol (alcohol etílico)	2 ATP
Fermentación BUTÍRICA	Almidón, celulosa	Ácido butírico,...	
PUTREFACCIONES	Proteínas	Indol, cadaverina,...	

Las realizan organismos *anaerobios* { estrictos
facultativos

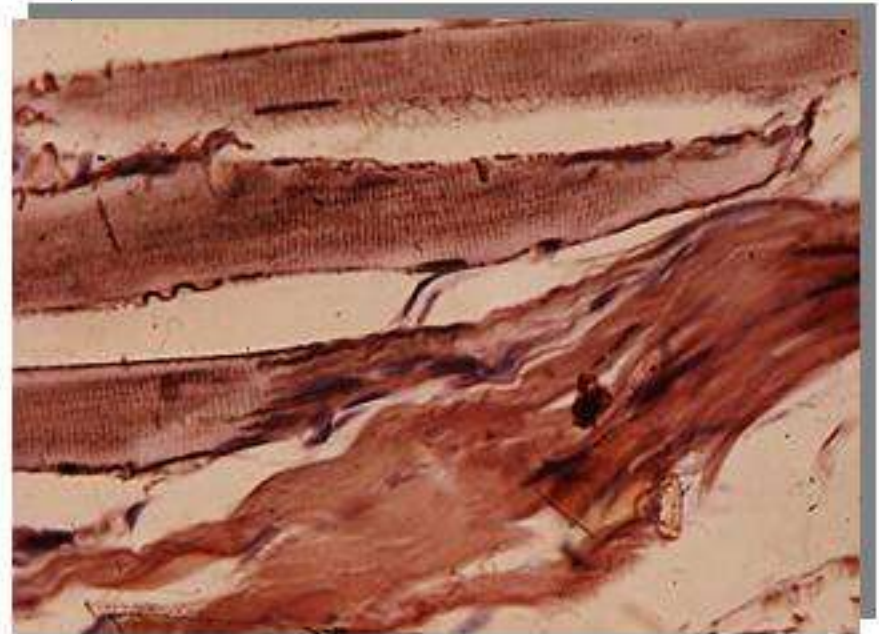
LAS FERMENTACIONES ANAERÓBICAS:

Según el producto obtenido tendremos las siguientes fermentaciones:

- a) Fermentación láctica.
- b) Fermentación alcohólica.

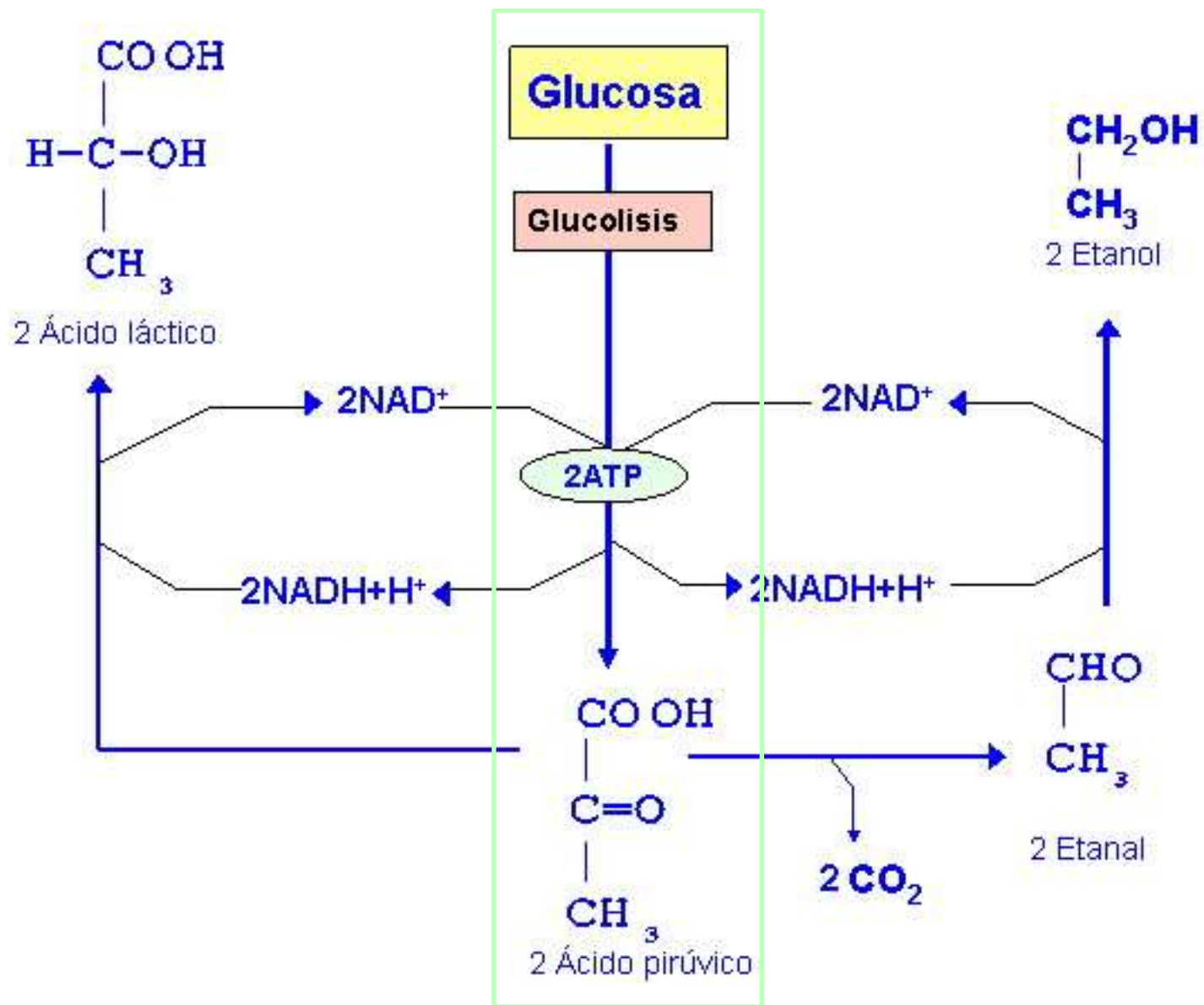


Células de levadura



Fibras musculares estriadas

ESQUEMA DE LOS PROCESOS DE FERMENTACIÓN

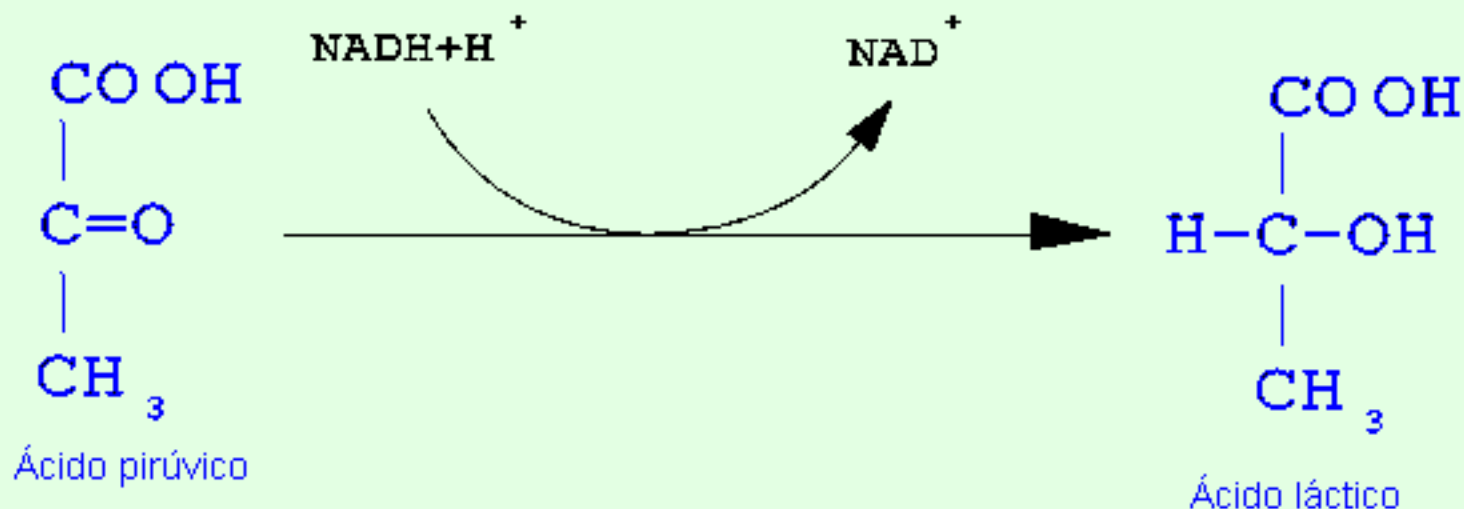


Fermentación láctica

A) FERMENTACIÓN LÁCTICA

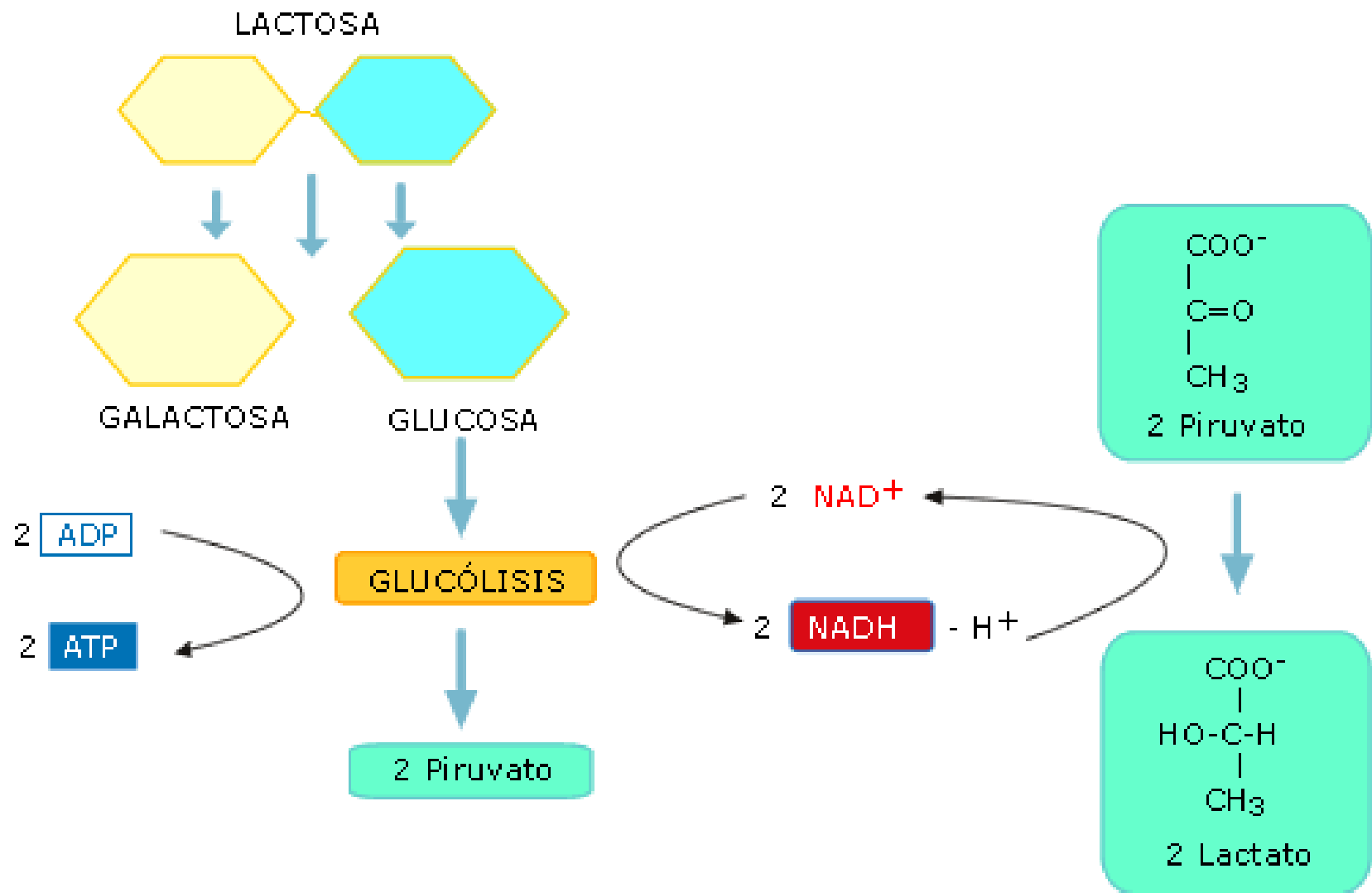
La realizan las bacterias del yogur y, por ejemplo, las células musculares, cuando no reciben un aporte suficiente de oxígeno, lo que sucede cuando se lleva a cabo un ejercicio físico intenso.

En la fermentación láctica el ácido pirúvico es reducido a ácido láctico por medio del $\text{NADH}+\text{H}^+$. De esta manera el NAD^+ se recupera y pueden ser degradadas nuevas moléculas de glucosa.

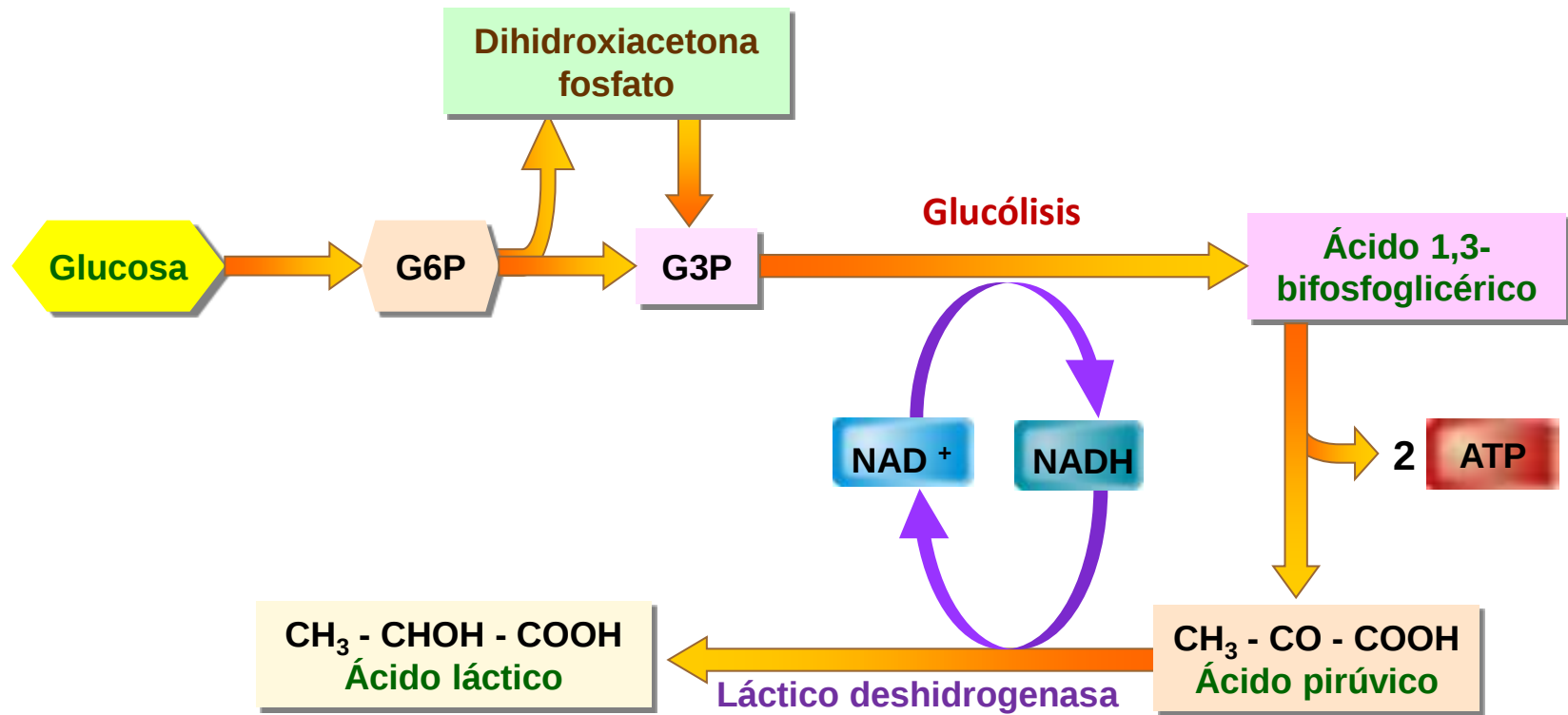


FERMENTACIÓN LÁCTICA

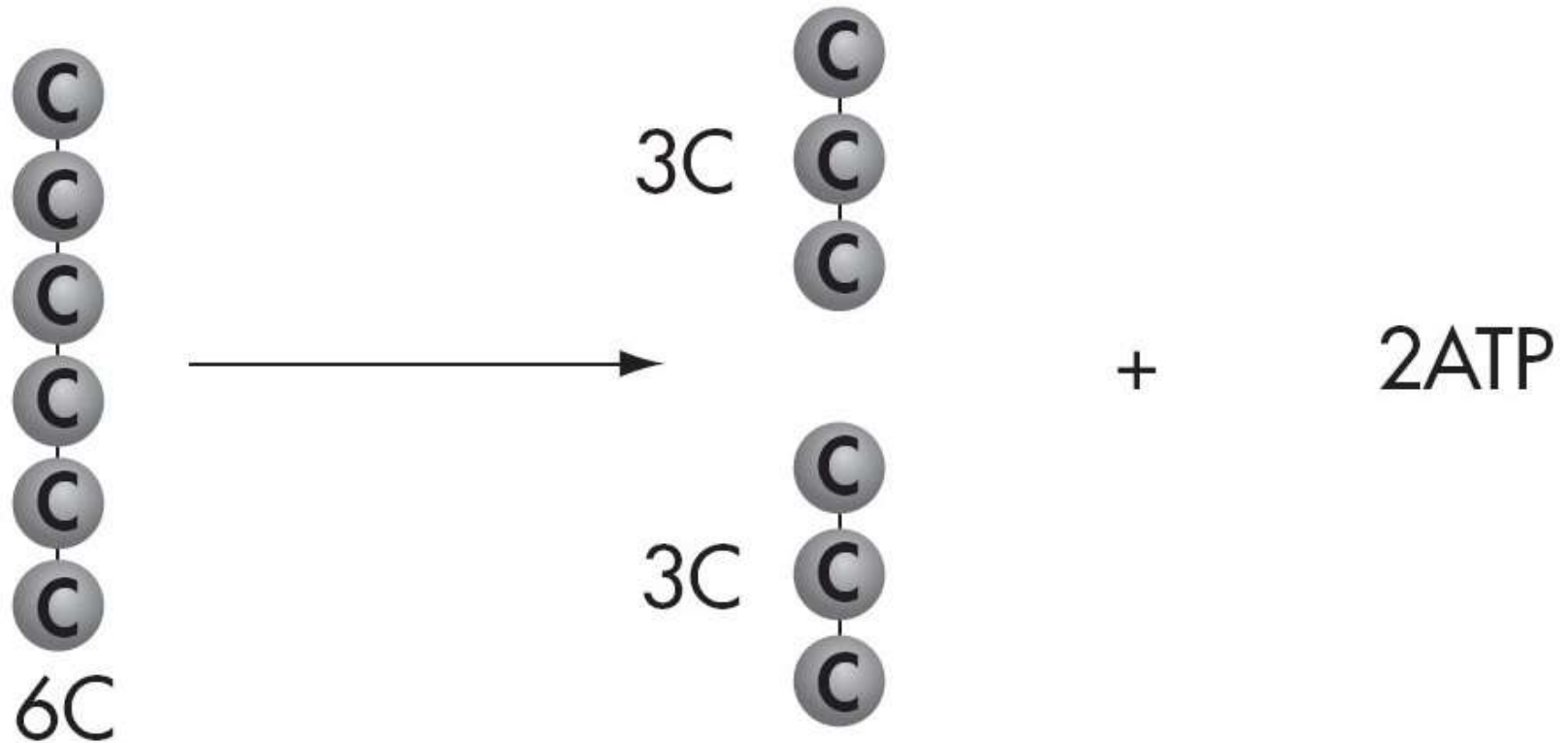
Esquema de la fermentación láctica



FERMENTACIÓN LÁCTICA COMPLETA



BALANCE ENERGÉTICO DE LA FERMENTACIÓN LÁCTICA



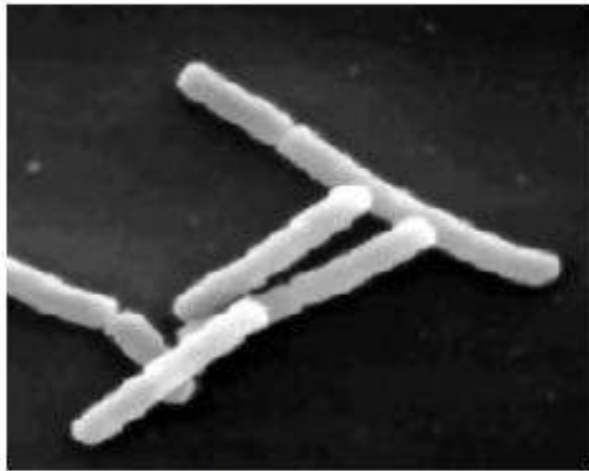
FERMENTACIÓN LÁCTICA DE LAS BACTERIAS DE LA LECHE



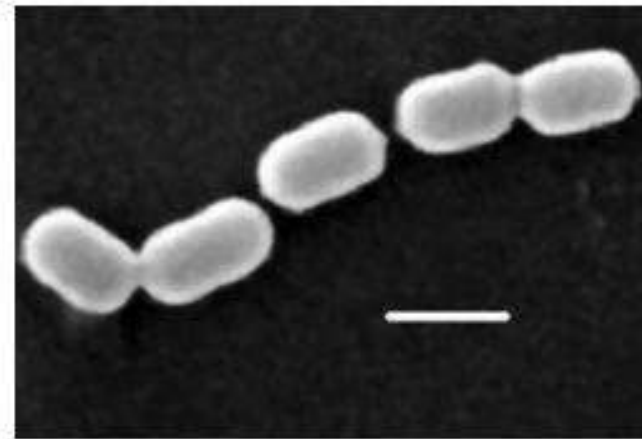
Lactobacillus
casei

Diferentes bacterias del género
lactobacillus

Utilizan la **lactosa** como sustrato metabólico para obtener E. Su uso para la fabricación de **yogures**, **quesos**,...: el **ácido láctico** acidifica la leche y provocan la precipitación de la **caseína**.



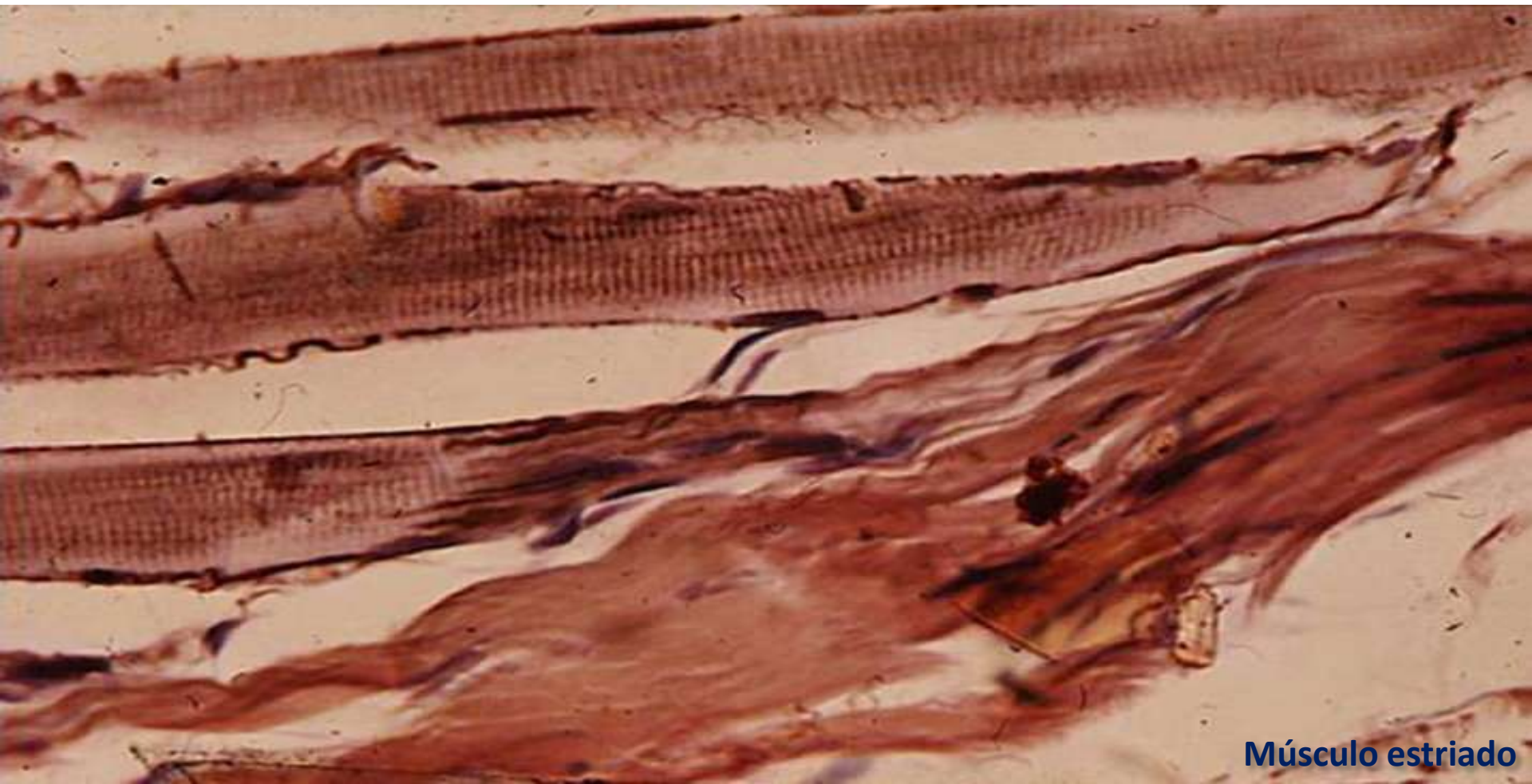
Lactobacillus
acidophilus



Lactobacillus
gasseri

FERMENTACIÓN LÁCTICA EN LAS CÉLULAS MUSCULARES

Se produce en condiciones aerobias. Con el ejercicio intenso, se hidroliza el glucógeno de los músculos, obteniéndose mucha glucosa que se convierte en ácido pirúvico mediante la *glucolisis*. Pero el aporte de O_2 al músculo es insuficiente para oxidar el exceso de pirúvico en el ciclo de Krebs, con lo que se trabaja en condiciones anaerobias y se produce ácido láctico, cuya acumulación provoca fatiga muscular.

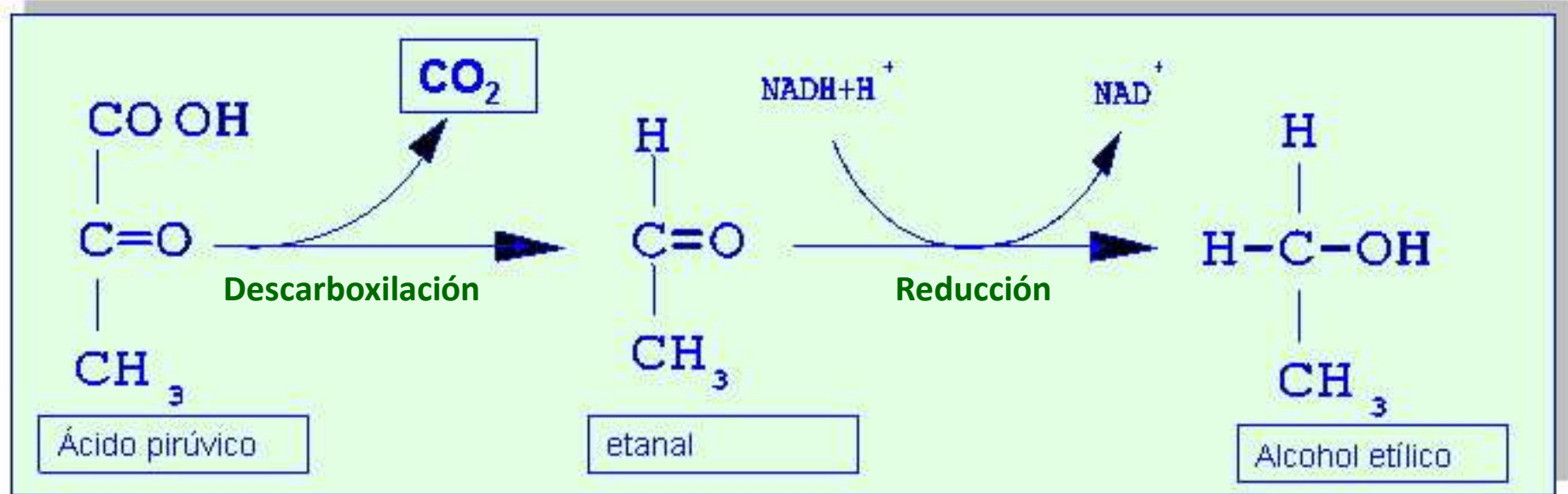


Músculo estriado

Fermentación alcohólica

FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

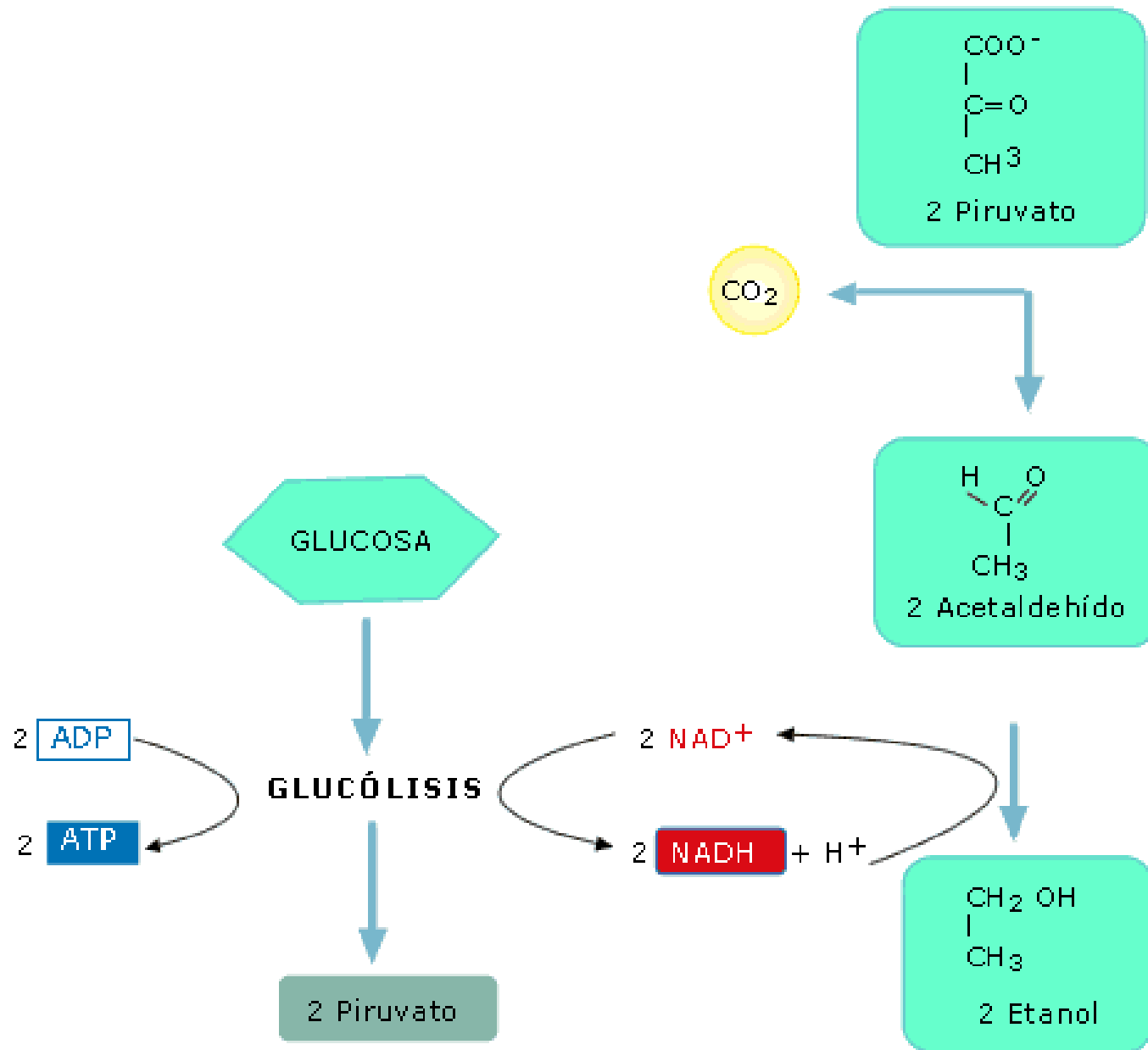
Es realizada por algunas sp de **levaduras** del género *Saccharomyces*. Cada **ácido pirúvico** procedente de la *glucolisis* se transforma en CO_2 y **etanol** (= alcohol etílico), en dos etapas:



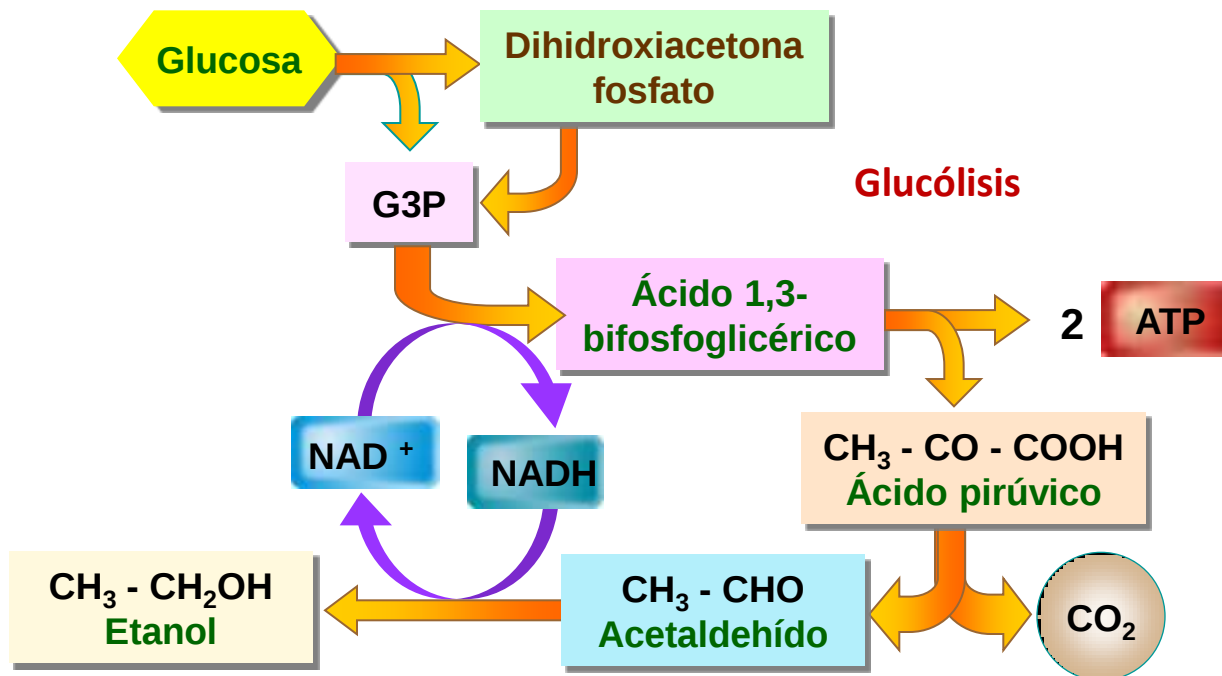
= alcetaldehído
(2 moléculas)
(aceptor final de e-)

= etanol
(2 moléculas)

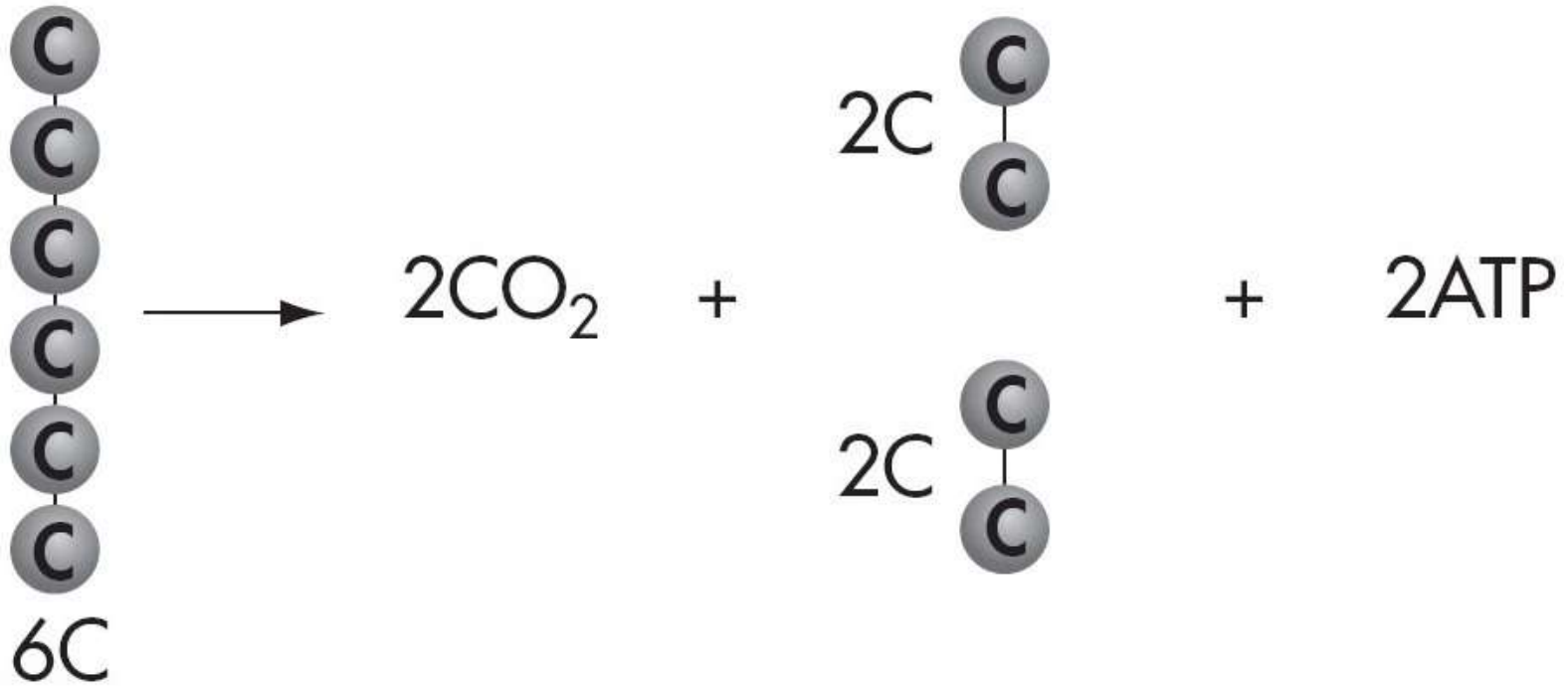
FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA



FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA COMPLETA



BALANCE ENERGÉTICO DE LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA



FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA. FABRICACIÓN DEL VINO

El **etanol del vino** procede de la fermentación de la **glucosa de uva**. Sus características organolépticas dependen del tipo de uva, terreno, clima, variedad de levadura, temperatura,..., que influyen en las transformaciones metabólicas de otros compuestos de la uva.



FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA. FABRICACIÓN DE LA CERVEZA

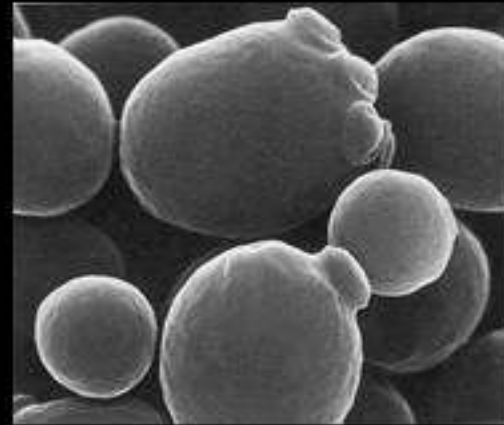
El **etanol** de la **cerveza** procede de la **glucosa** de la **cebada**. Pero como la glucosa se encuentra en forma de **almidón**, antes se la hace germinar, para transformar el almidón en **maltosa**; su tueste da la **malta**, que es el sustrato sobre el que actúa la levadura de la **cerveza** (*Saccaromyces cerivisiae*).



FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA. FABRICACIÓN DE LA CERVEZA

LAS FERMENTACIONES ANAERÓBICAS:

Saccharomyces cerevisiae (Levadura de cerveza). Este microorganismo es el responsable de los procesos de fermentación alcohólica.

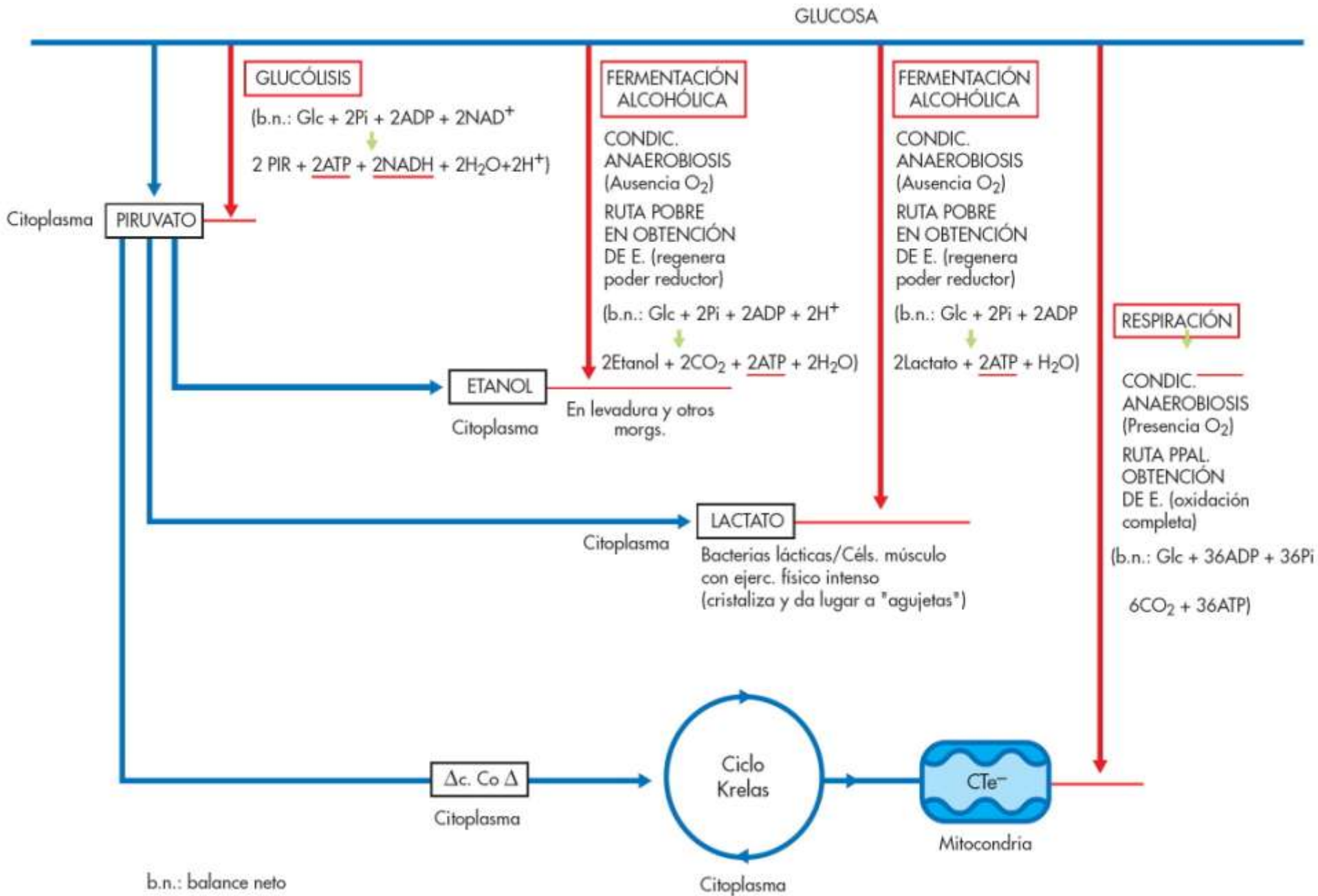


FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA. FABRICACIÓN DEL PAN

En la **fabricación del pan**, se le añade a la masa de harina una cierta cantidad de **levadura**. La **fermentación del almidón** hace que el pan sea más esponjoso por las **burbujas de CO_2** .



TRANSFORMACIONES OXIDATIVAS QUE PRODUCEN ENERGÍA



**ECUACIONES GLOBALES DE LAS DIFERENTES VÍAS DE DEGRADACIÓN
DE LA GLUCOSA y RENDIMIENTO ENERGÉTICO EN MOLES DE ATP
POR MOL DE GLUCOSA**

a) Respiración oxidativa



b) Fermentación láctica



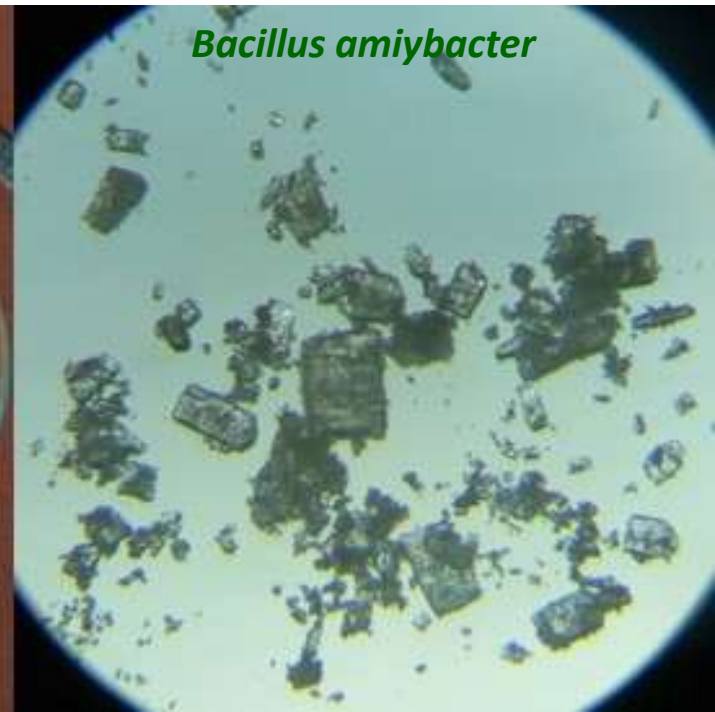
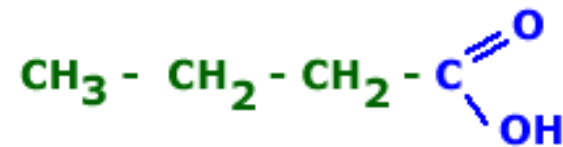
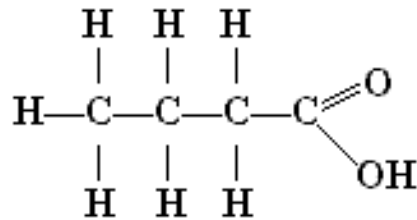
c) Fermentación alcohólica



Fermentación butírica

FERMENTACIÓN BUTÍRICA

Es la fermentación del **almidón** o de la **celulosa** en **ácido butírico**, CO_2 (y otras *sustancias malolientes*). Ello contribuye a la **descomposición de los restos veg.** La realizan bacterias anaerobias (*Bacillus amiybacter*, *Clostridium butiricum*,...).



Fermentación pútrida

FERMENTACIÓN PÚTRIDA (PUTREFACCIÓN)



Fermentan sustratos de **naturaleza proteica**, y suelen obtenerse sustancias orgánicas malolientes, como el **indol**, la **cadaverina** o el **escatol** (éste es que produce el olor de los cadáver o semillas en descomposición).

Algunas putrefacciones dan productos que aumentan la intensidad del sabor de algunos alimentos, como quesos y vinos.



A ver esa
sonrisita

