

Otros componentes de la cadena de transporte electrónico

Además de los tres grandes centros respiratorios existen otros sistemas que pueden incorporar electrones a la cadena respiratoria mitocondrial; ahora bien, ninguna de las siguientes enzimas es capaz de bombear protones, por lo que la energía de la reacción redox que catalizan se disipa en forma de calor. Además, a diferencia de los tres complejos respiratorios, no parece que atraviesen completamente la membrana. Hay diferencias importantes entre las mitocondrias de animales y las de vegetales.

En mitocondrias de animales:

Transfieren los electrones a la Coenzima Q, desde sustratos diferentes al NADH

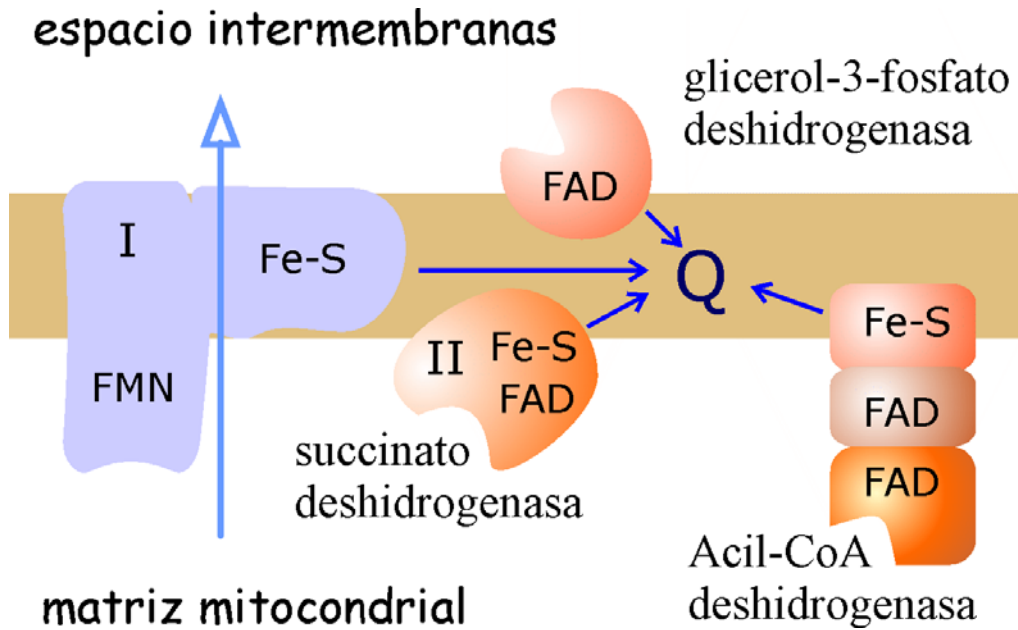
Succinato:Ubiquinona oxidoreductasa (*succinato deshidrogenasa; Complejo II*). También se encuentra en las mitocondrias de vegetales y en las de aquellas bacterias que poseen el ciclo de Krebs.

Tiene 4 cadenas polipeptídicas; 1 FAD, 3 centros Fe-S y un citocromo de tipo *b*. P.M. » 125 kD.

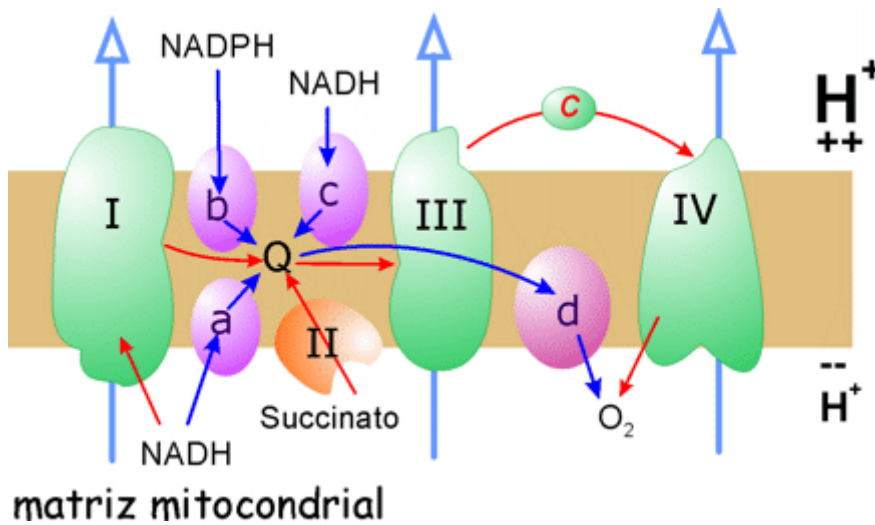
AcilCoA deshidrogenasa y proteínas asociadas. No se encuentran en las mitocondrias de plantas, ya que las mitocondrias de plantas no metabolizan los ácidos grasos. Su papel se estudiará en la oxidación de los ácidos grasos.

Glicerol-3-fosfato deshidrogenasa. A diferencia de los anteriores, el sustrato glicerol-3-fosfato accede al centro activo de la enzima desde el espacio intermembranas. Esta enzima se emplea para reoxidar el NADH citosólico mediante la lanzadera de glicerol-3-fosfato; es importante, porque la membrana mitocondrial interna es impermeable a los nucleótidos de nicotinamida, por lo que el NADH producido en el citosol no se puede reoxidar directamente por las mitocondrias (el centro I es accesible solamente para el NADH intramitocondrial).

Dado que estas tres enzimas reducen directamente a la coenzima Q, sin pasar por el centro I, el número total de hidrogeniones transportados por cada par de electrones es menor que cuando el donador es el NADH. Se estiman en unos 8 H⁺ transportados por cada par de electrones.



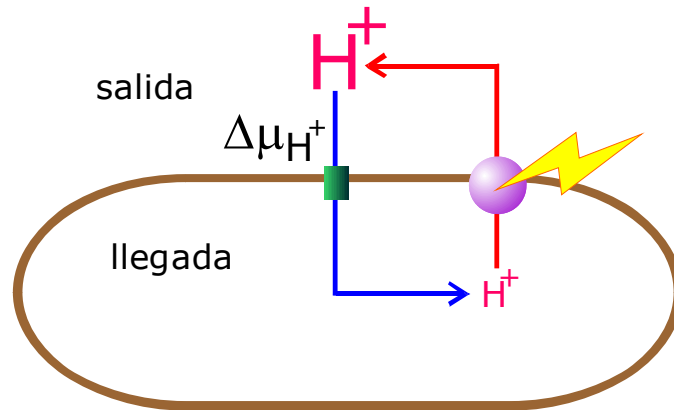
En mitocondrias de vegetales hay una serie de proteínas específicas, que “cortocircuitan” la cadena de transporte electrónico “típica” de las mitocondrias. Ninguna de ellas bombea hidrogeniones, por lo que la energía de la reacción redox no se aprovecha y se disipa en forma de calor. Generalmente no se encuentran simultáneamente todas ellas, aunque la oxidasa alternativa sí que es muy frecuente en todo tipo de mitocondrias de plantas.



- a. **NADH deshidrogenasa** insensible a rotenona.
 - b. **NADH deshidrogenasa** específica para NADH extramitocondrial
 - c. **NADPH deshidrogenasa** específica para NADPH extramitocondrial
 - d. **Dihidroquinona reductasa** (oxidasa alternativa). Transfiere los electrones desde la CoQ reducida al oxígeno. Es insensible al cianuro
- II** es la **succinato deshidrogenasa** del ciclo de Krebs, análoga a la de las mitocondrias de animales.

Valores de la fuerza protonmotriz determinados experimentalmente:

Recuerde que la fuerza protonmotriz corresponde al potencial electroquímico del hidrogenión, expresado en voltios. Estos valores no son estrictamente comparables entre sí, ya que se han medido empleando diferentes métodos. Se considera la energía que se libera cuando *entra* un hidrogenión en el compartimento estudiado. (Salida: exterior del orgánulo o célula; llegada: interior).



$$\Delta\mu_{H^+} = -K\Delta pH + \Delta V$$

$$K = 2,3.R.T / \mathcal{F}$$

A 25° C toma un valor de 59,09 mV/mol; a 37°C su valor es de 61,47 mV/mol.

	ΔpH	$-K\Delta pH$ (mV)	ΔV (mV)	$\Delta\mu_{H^+}$ (mV)
Mitocondrias de hígado de rata	0,75	-46	-168	-213
Mitocondrias de acelga	0,2	-12	-150	-162
Mitocondrias de maíz	0,5	-30	-200	-230
Cloroplastos de acelga	3,5	-210	0	-210

Observe que en el caso de los cloroplastos la fuerza protonmotriz se debe exclusivamente a la diferencia de pH entre el estroma y el lumen del tilacoide. La membrana del tilacoide no mantiene una diferencia de potencial. En las mitocondrias, sin embargo, la fuerza protonmotriz tiene componentes tanto de carga como de pH.