

# QUÍMICA BIOINORGÁNICA DEL

---

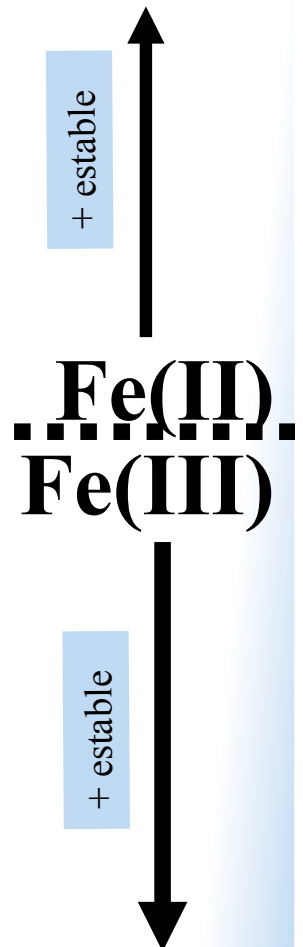
# HIERRO

# CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE INTERÉS BIOLÓGICO

- **TIENE DOS ESTADOS DE OXIDACIÓN:**
  - **Fe(II)  $pK_a=3,05$  ÁCIDO**
  - **Fe(III)  $pK_a=9,5$  NEUTRO**
  - **CONSECUENCIA:**
    - **FORMA METALOPROTEÍNAS DE ACCIÓN REDOX**
- **SALES DE HIERRO**
  - **Fe(II) TOTALMENTE SOLUBLES**
  - **Fe(III) SOLUBLES a pH=1-3 PERO INSOLUBLES a pH>6**
    - **LAS SALES DE Fe(III) NO SON ABSORBIBLES (pH intestino=12)**

# PROPIEDADES REDOX

	$E^{\circ}_{\text{red}}$ V
$[\text{Fe}(\text{o-fenan})_3]^{3+} / [\text{Fe}(\text{o-fenan})_3]^{2+}$	+1,12
$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} / [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$	+0,77
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} / [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	+0,36
-----	
Cit c Fe(III)/ Cit c Fe(II)	+0,29
Hemog Fe(III)/ Hemog Fe(II)	+0,17
$\text{Fe}(\text{OH})_3 / \text{Fe}(\text{OH})_2$	-0,56



# FORMACIÓN DE COMPLEJOS

- ▶ **FORMAN COMPLEJOS CON LIGANDOS BIOLÓGICOS EN PLASMA**
- ▶ **NO ESTÁN HIDRATADOS**

- **ESTRUCTURAS**

- ◆ **OCTAÉDRICAS**
- ◆ **TETRAÉDRICAS**
- ◆ **PIRÁMIDE CUADRADA**

- **UNIONES**

- ◆ **Fe(III)**
  - **ÁCIDO DURO**
  - **UNIÓN OXÍGENO**
- ◆ **Fe(II)**
  - **ÁCIDO MEDIO**
  - **UNIÓN AZUFRE o NITRÓGENO**

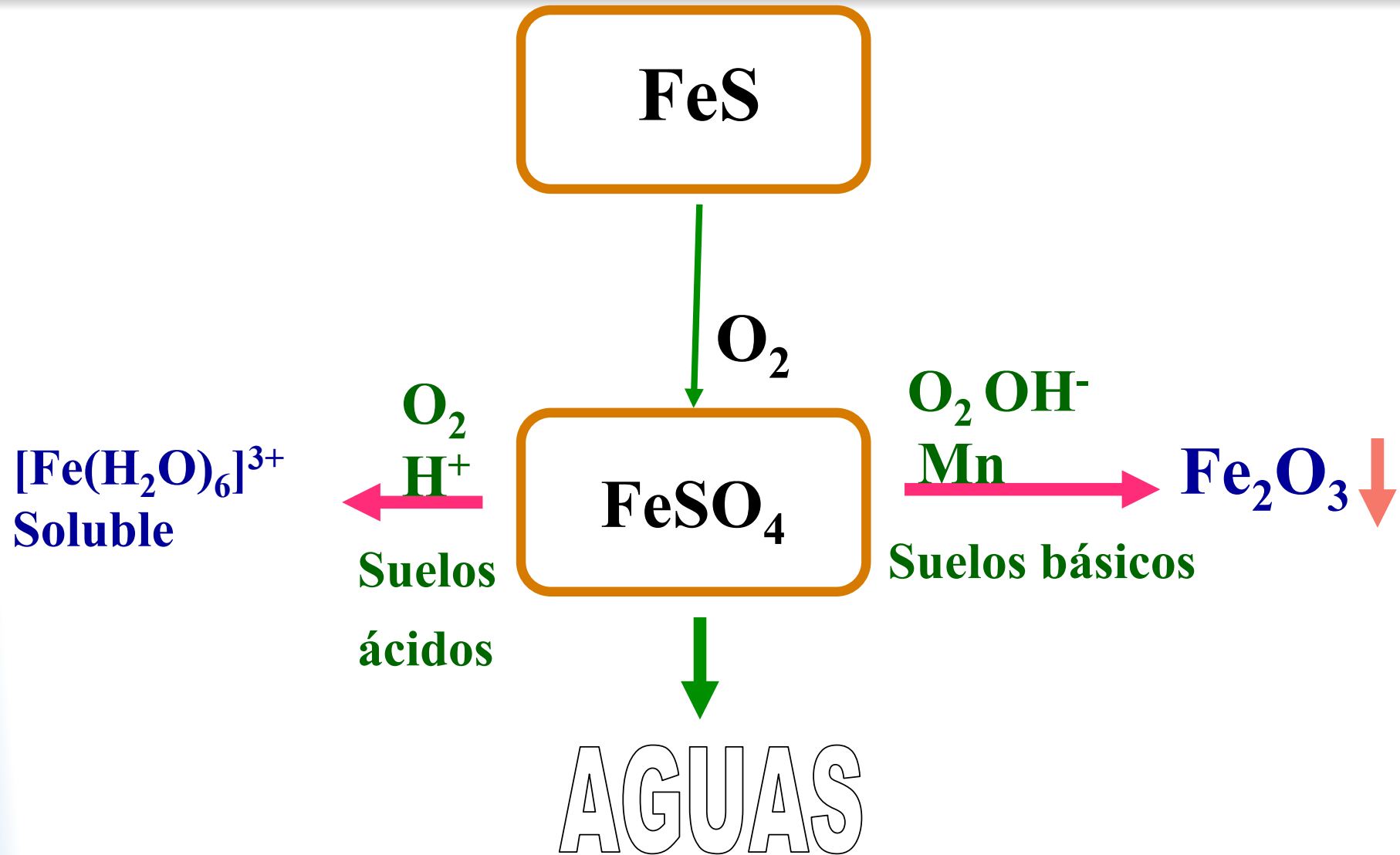
# OTRAS PROPIEDADES

- **CONFIGURACIONES ELECTRÓNICAS**
  - ♦  $\text{Fe}^{2+} d^6$      $\text{Fe}^{3+} d^5$ 
    - **CONFIGURACIONES DE ALTO Y BAJO ESPÍN**
- **PROPIEDADES MAGNÉTICAS CON EFECTOS ANTIFERROMAGNÉTICOS**
- **RADIOS**
  - ♦ **Fe(III) 0,67 Å**
  - ♦ **Fe(II) 0,83 Å**
    - **POR TANTO:**
    - **$r \text{Fe(II)} > \text{Fe(III)}$**
    - **ESTO PROVOCA CAMBIOS CONFORMACIONALES EN LAS PROTEÍNAS**

# ESTADO NATURAL

- **MUY ABUNDANTE**
  - 4° ELEMENTO MAS ABUNDANTE DE LA CORTEZA TERRESTRE (5%)
- **UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDO**
- **POCO MOVILIZABLE**
  - **MINERALES MUY INSOLUBLES**
    - Hematita,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , Limonita,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ .  
Piritas,  $\text{FeS}$ , y Cromita,  $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$
  - **BIODISPONIBILIDAD ESCASA**

# BIOMOVILIZACIÓN



# PRESENCIA DE Fe EN LA DIETA

- **ES ESCASA**
- **LOS ALIMENTOS CONTIENEN 15-20 mg MÁXIMO (24 mg en las almejas y berberechos)**
- **HAY POCO Fe EN LA LECHE MATERNA (DÉFICIT DE Fe EN LACTANTES)**



# FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ABSORCIÓN DE Fe

- **FAVORABLES**

- ◆ **PRESENCIA REDUCTORES EN DIETA**
  - **VITAMINA C**
  - **GLUTATION**
- ◆ **FORMACIÓN COMPLEJOS SOLUBLES**
  - **HIDRATOS DE CARBONO**

- **DESFAVORABLES**

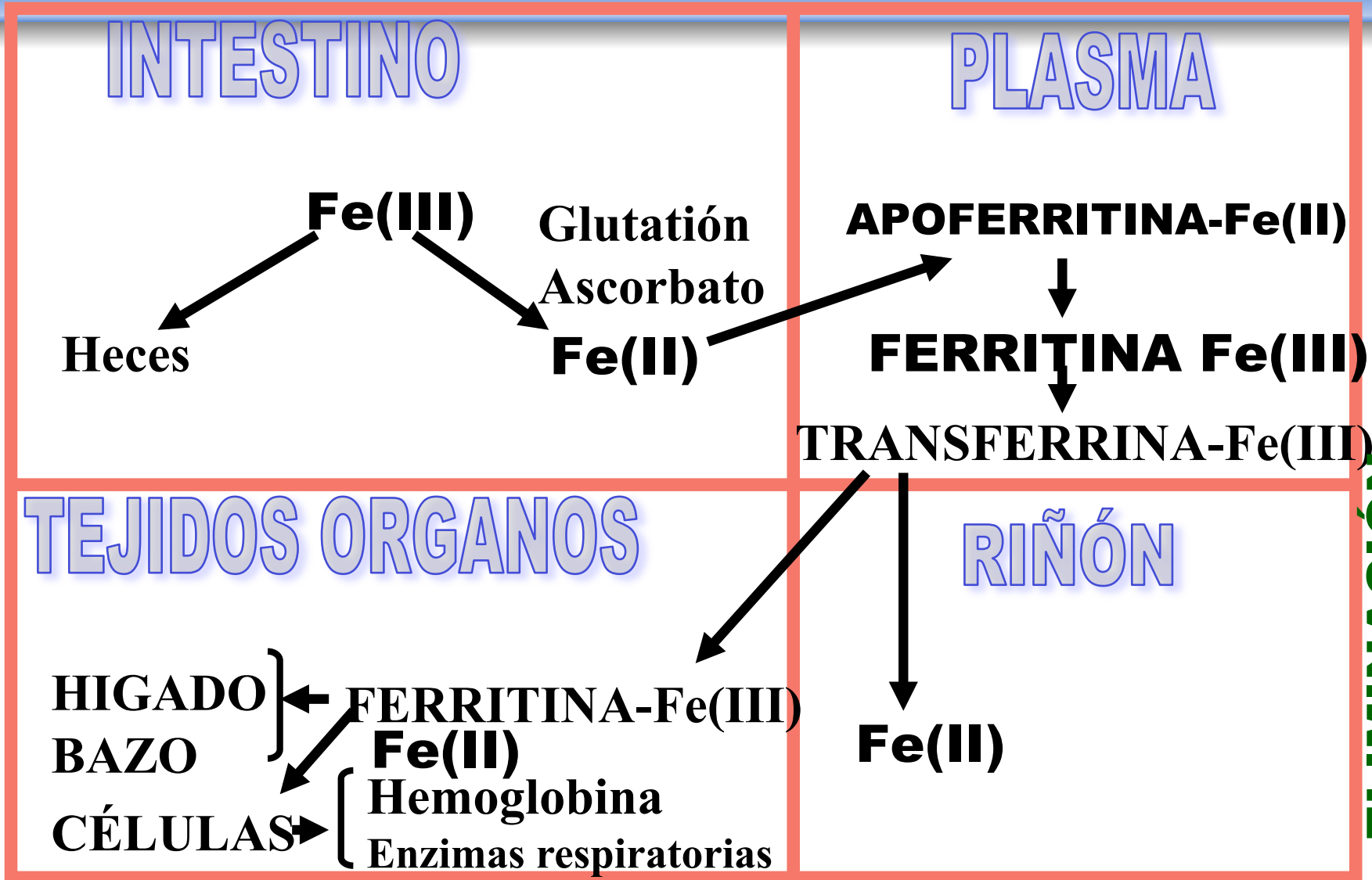
- ◆ **AUMENTO pH ESTÓMAGO**
  - **ANTIÁCIDOS**
- ◆ **FORMACIÓN COMPLEJOS NO ABSORBIBLES**
  - **TETRACICLINAS**
- ◆ **FORMACIÓN DE SALES INSOLUBLES**

# NECESIDADES DE HIERRO

- **VARONES**
  - ◆ **0,5-1 mg/día**
- **MUJERES**
  - ◆ **0,7-2 mg/día**
- **EMBARAZADAS**
  - ◆ **2,4-4,8 mg/día**
- **LACTANTES**
  - ◆ **1-2 mg/día**

# METABOLISMO

ALMACENAJE ABSORCIÓN



ELIMINACIÓN

**ESENCIALIDAD**

---

# DÉFICIT DE HIERRO

- **CAUSAS**

- ◆ **PÉRDIDA DE SANGRE**
  - **MENSTRUACIÓN**
  - **HERIDAS**
  - **ÚLCERAS**
- ◆ **ESTADOS FISIOLÓGICOS**
  - **EMBARAZO**
  - **LACTANCIA**
- ◆ **DÉFICIT EN DIETA**
  - **REGIMENES ACALÓRICOS**
  - **SALES INSOLUBLES**
  - **ANTAGONISTAS. Cd**

- **EFFECTOS**

- ◆ **ANEMIA**
- ◆ **DEBILIDAD**
- ◆ **FATIGA**
- ◆ **COLOR PÁLIDO**
- ◆ **ESTOMATITIS**

# TOXICIDAD

---

# INTOXICACIONES: TIPOS Y EFECTOS

## CIFRAS SÉRICAS TÓXICAS >500 $\mu$ g/dL

- **1.- INTOXICACIÓN ORAL**
- **CAUSAS**
  - ◆ SOBREDOSIS FÁRMACOS TRATAMIENTO ANEMIA
  - ◆ FRAGILIDAD MUCOSA INTESTINAL
  - ◆ SOBREDOSIS ORAL
- **EFECTOS**
  - ◆ TRASTORNOS HEMODINÁMICOS GRAVES
    - AUMENTO PERMEABILIDAD CAPILAR
    - DILATACIÓN POSTARTERIOLAR (PRECIPITACIÓN FERRITINA)
  - ◆ ALTERACIÓN METABOLISMO MITOCONDRIAL
  - ◆ NEFROPATÍAS Y HEPATOPATÍAS
    - POR PRECIPITACIÓN DEL HIERRO COMO Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> NEGRO
- **2.- INTOXICACIÓN RESPIRATORIA O SIDEROSIS**
  - ◆ MAS BENIGNA
  - ◆ LIGERA IRRITACIÓN MUCOSAS PULMONARES

# METALOPROTEÍNAS

---



# CLASIFICACIÓN

- **HEMOPROTEÍNAS**
  - ◆ **HEMOGLOBINA MIOGLOBINA**
  - ◆ **PEROXIDASAS CATALASAS**
  - ◆ **CITOCROMOS**
- **PROTEÍNAS DE HIERRO Y AZUFRE**
  - ◆ **FERREDOXINAS RUBREDOXINAS**
- **PROTEÍNAS NO HEMAS**
  - ◆ **FERRITINA**
  - ◆ **TRANSFERRINA**
  - ◆ **HEMERITRINA**
- **PROTEÍNAS DE BAJO PESO MOLECULAR**
  - ◆ **SIDEROCROMOS**

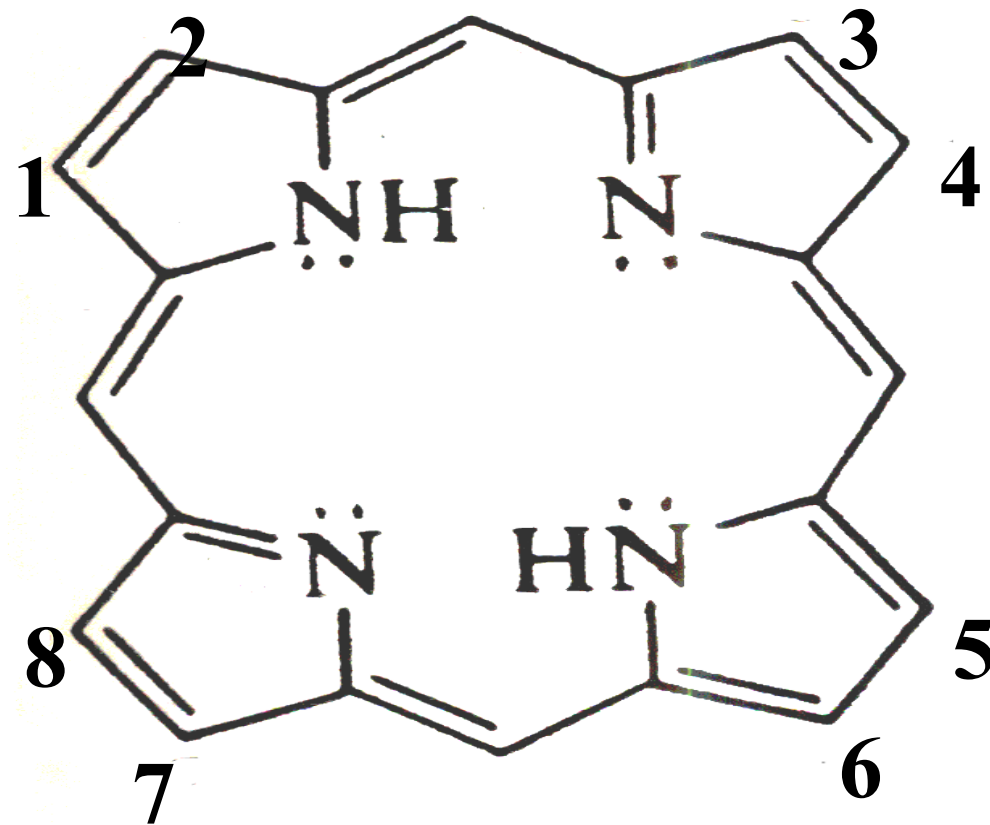
# **FUNCIONES BIOLÓGICAS**

- **REDOX**
- **FUNCIÓN OXIDASA**
- **FUNCIÓN OXIGENASA**
- **FUNCIÓN HIDROPEROXIDASA**
- **TRANSFERENCIA ELECTRÓNICA**
- **FIJACIÓN ACTIVACIÓN ALMACENAJE Y TRANSPORTE DE OXÍGENO**
- **FIJACIÓN DEL NITRÓGENO ATMOSFÉRICO**

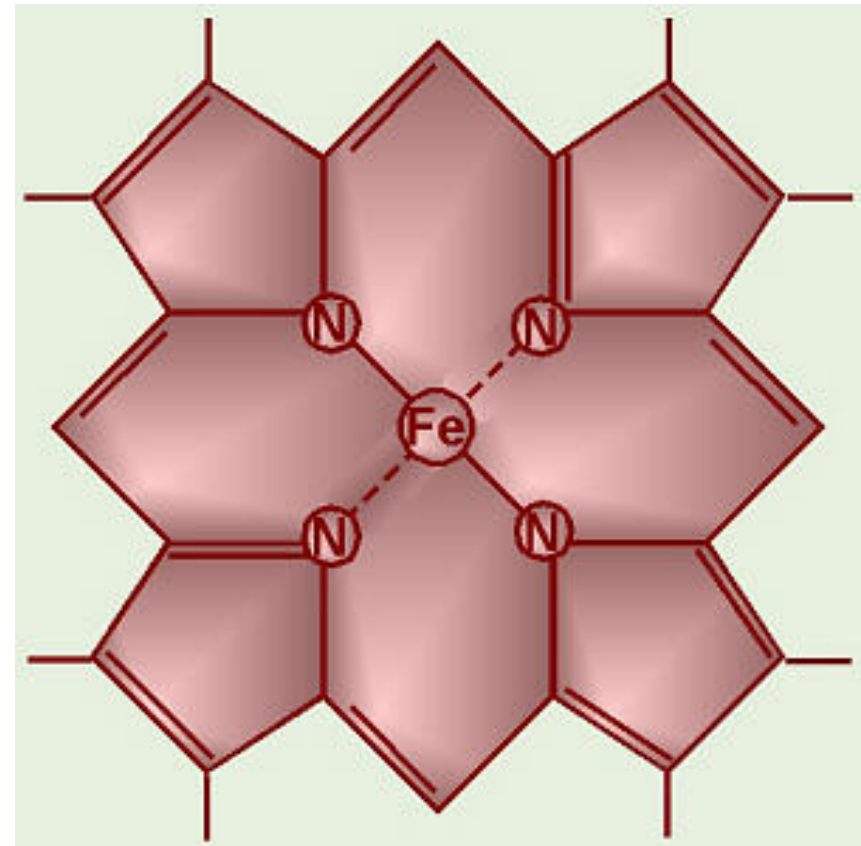
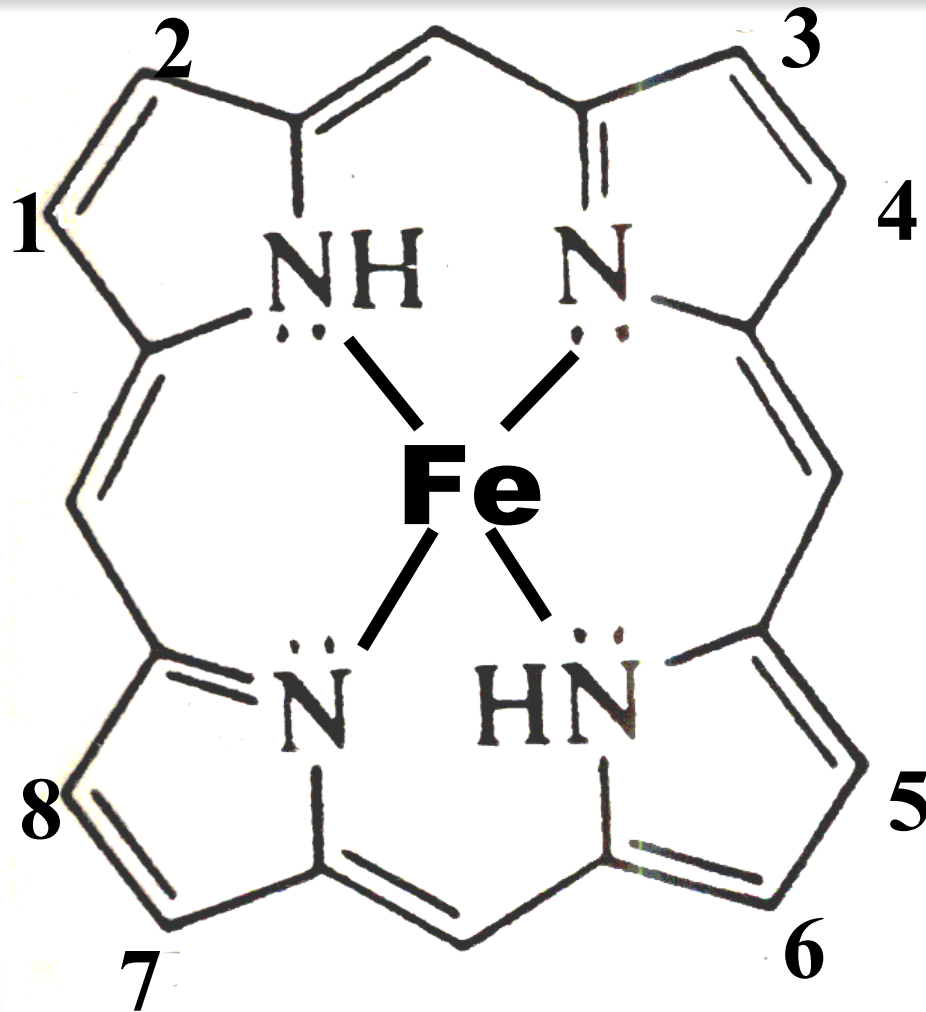
# PROTEINAS HEMAS

---

# ANILLO DE LA PORFINA

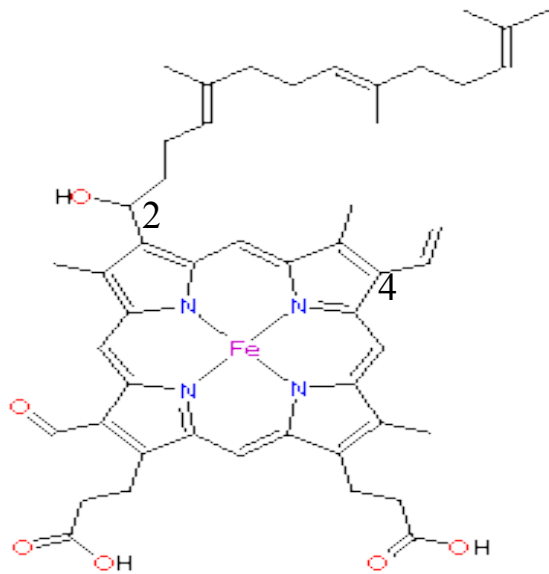


# METALOPORFIRINA: ANILLO HEMO



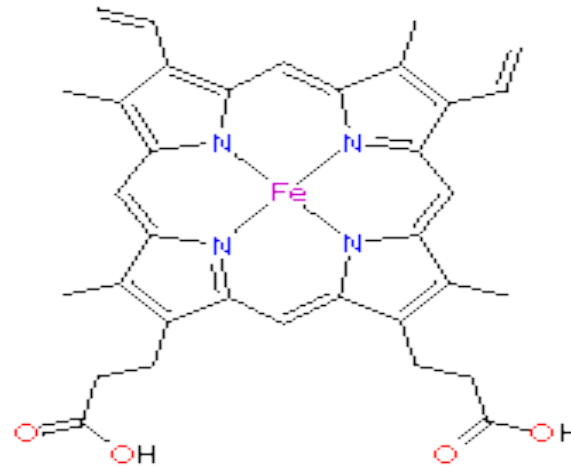
# CLASIFICACIÓN GRUPOS HEMO

POR SUSTITUYENTES EN LAS POSICIONES 2 y 4



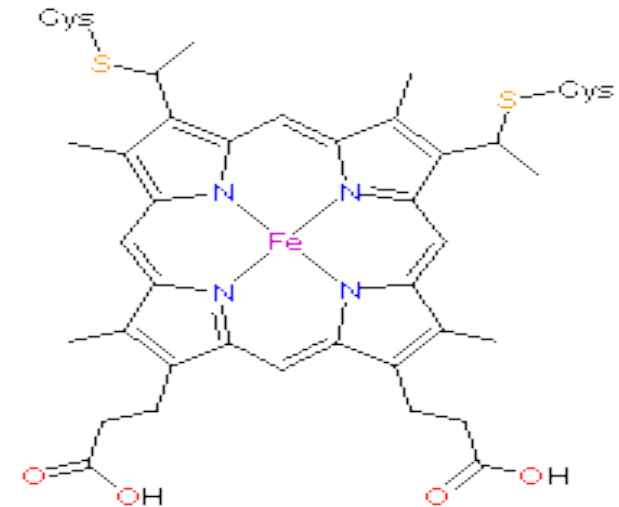
Hemo a

2= Farnesilo 4= Vinilo



Hemo b

2=4 Vinilo



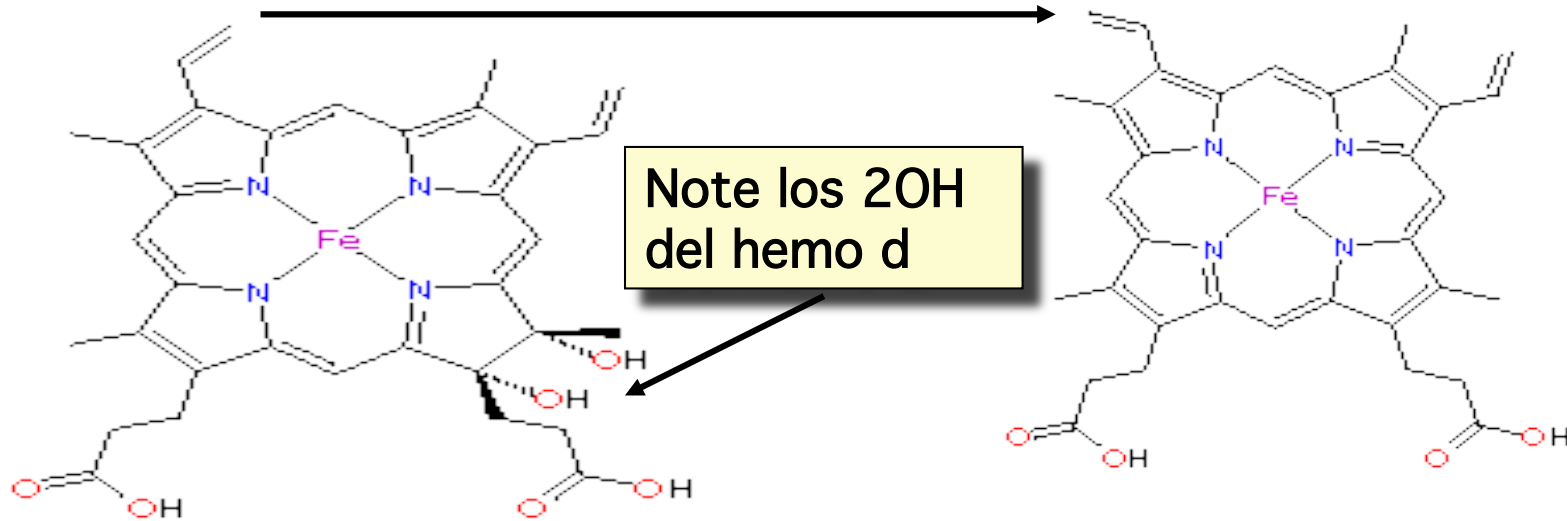
Hemo c

2=4 TIOTER DE CISTEÍNA

# CLASIFICACIÓN GRUPOS HEMO

POR SUSTITUYENTES EN LAS POSICIONES 2 y 4

Diferente orientación vinilo 2



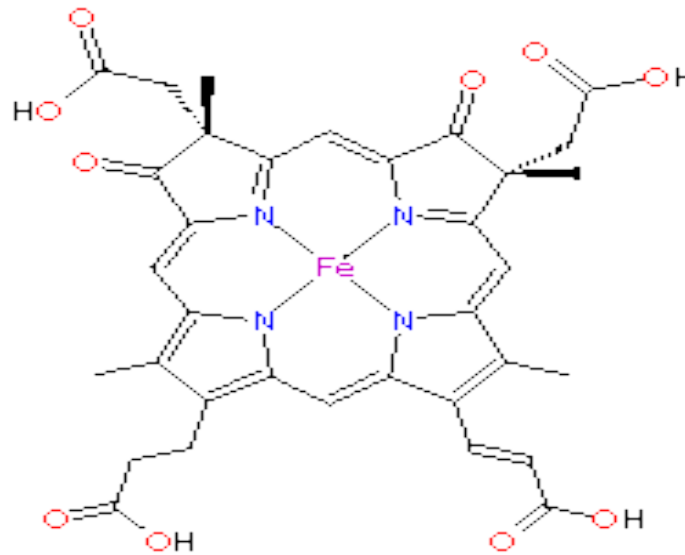
Hemo d  
2=4 Vinilo

¿En qué se diferencia de:?

Hemo b  
2=4 Vinilo

# CLASIFICACIÓN GRUPOS HEMO

POR SUSTITUYENTES EN LAS POSICIONES 2 y 4



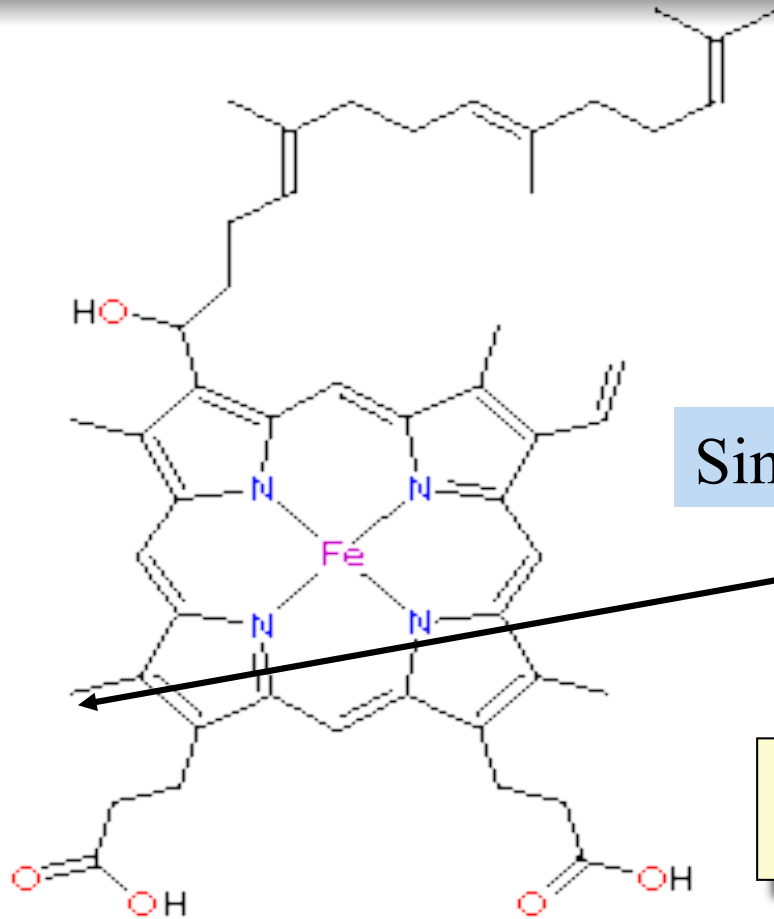
Hemo d1

2=4 Carboxilo



# CLASIFICACIÓN GRUPOS HEMO

POR SUSTITUYENTES EN LAS POSICIONES 2 y 4

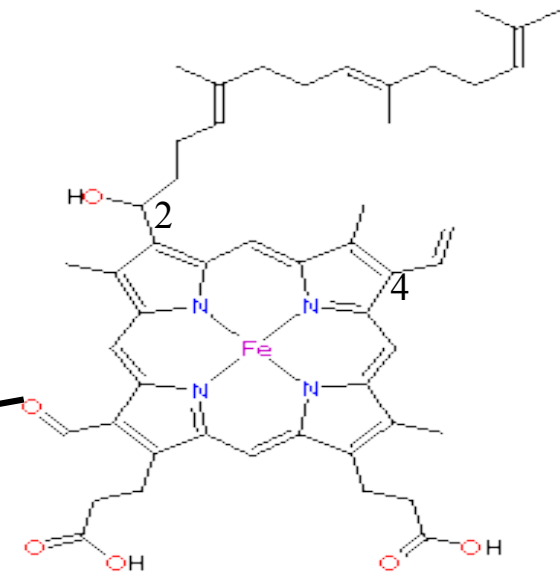


Hemo o

2= Farnesilo 4= Vinilo

Sin grupo ceto

¿En qué se diferencia de:?

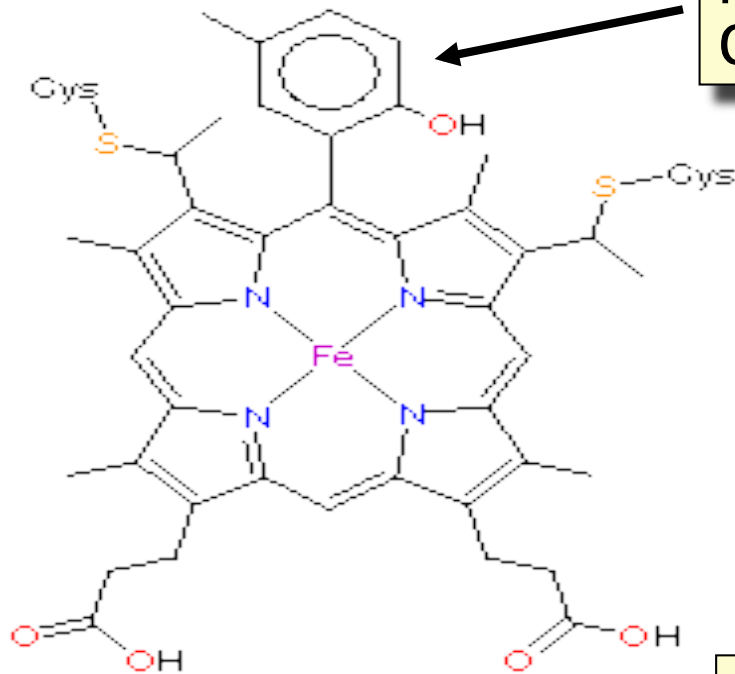


Hemo a

2= Farnesilo 4= Vinilo

# CLASIFICACIÓN GRUPOS HEMO

POR SUSTITUYENTES EN LAS POSICIONES 2 y 4

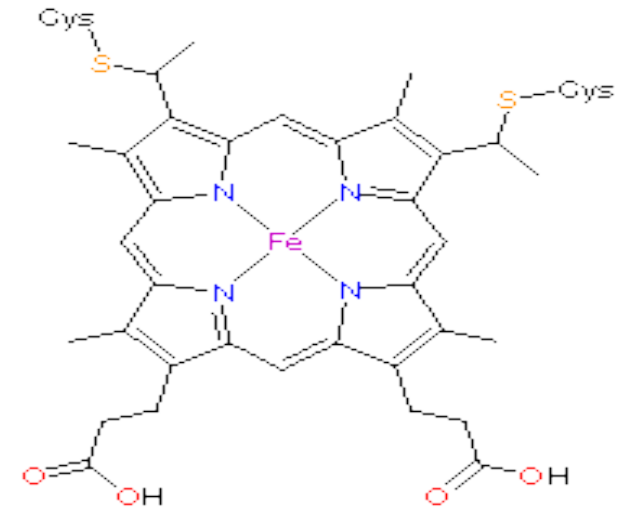


Hemo p460

2=4 TIOETER DE CISTEÍNA

NOTE EL  
GRUPO FENILO

¿En qué se  
diferencia de:?



Hemo c

2=4 TIOETER DE CISTEÍNA

# CITOCROMOS

---

# ALGUNAS CARACTERÍSTICAS

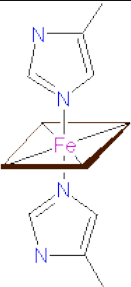
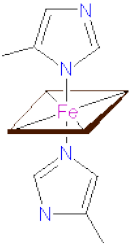
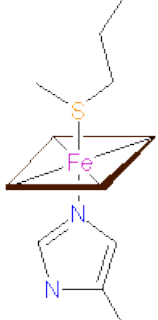
- **PRESENCIA**
  - ◆ **SERES SUPERIORES**
  - ◆ **SERES INFERIORES**
  - ◆ **PLANTAS**
- **POTENCIALES REDOX** -0,22 a -0,35 V ( $\text{Fe}^{3+}$ )

# CLASIFICACIÓN

- POR COORDINACIÓN
- POR GRUPO HEMO

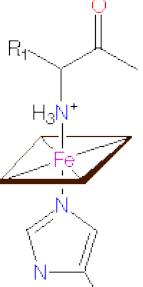
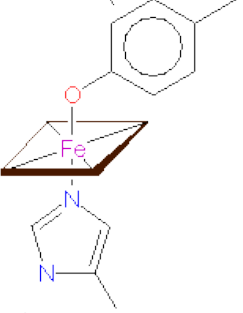
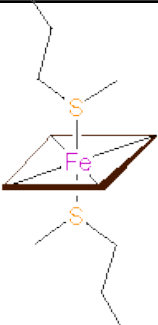
# POR COORDINACIÓN DEL Fe

## HEXACOORDINADOS

ESTRUCTURA	LIGANDOS AXIALES	CITOCROMO
	2 N HISTIDINA (disposición $\epsilon$ )	Citocromo c oxidasa (citocromo a); b, b6, b5, c (Clases III y IV); c554; cd1 nitrito reductasa; hidroxilamino oxidoreductasa
	2 N HISTIDINA (disposición $1\epsilon$ y $1\delta$ )	C554 (hemo 1)
	1 N HISTIDINA (disposición $\epsilon$ ) 1 S METIONINA (disposición $\delta$ )	b562; Citocromos c (c1, Clases I, IIb, y IV)

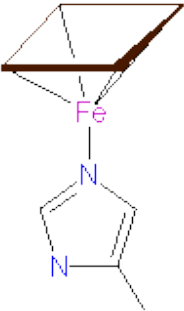
# POR COORDINACIÓN DEL Fe

## HEXACOORDINADOS

ESTRUCTURA	LIGANDOS AXIALES	CITOCROMO
	1 N HISTIDINA (disposición $\epsilon$ ) 1 N TIROSINA (disposición $\alpha$ )	Citocromo f
	1 N HISTIDINA (disposición $\epsilon$ ) 1 O TIROSINA (disposición $\eta$ )	cd1 nitrito reductasa
	2 S METIONINA (disposición $\delta$ )	Bactioferritina (b1 y b557)

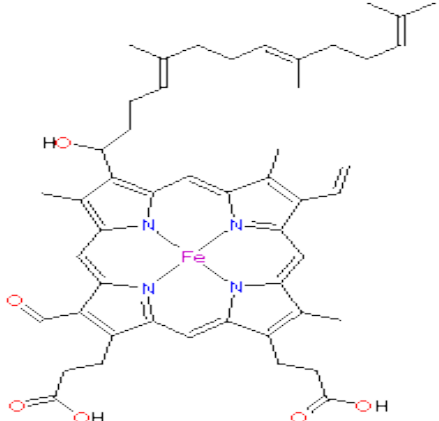
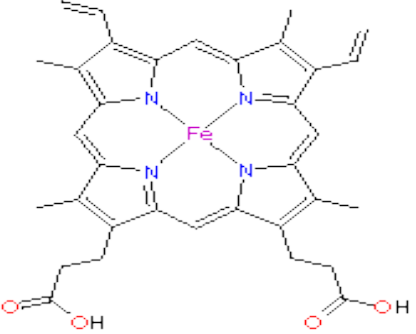
# POR COORDINACIÓN DEL Fe

## PENTACOORDINADOS (hexacoordinados)

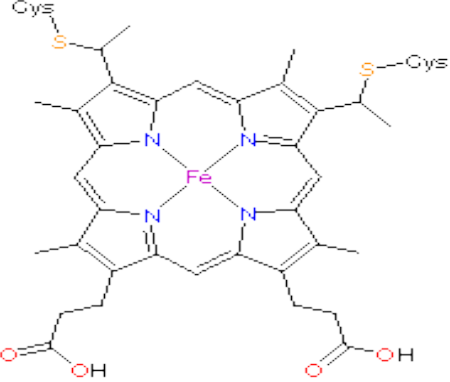
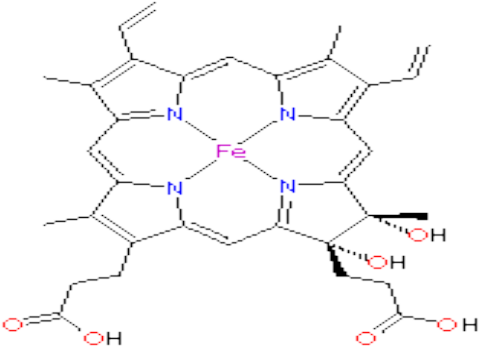
ESTRUCTURA	LIGANDOS AXIALES	CITOCROMO
	<p>1 N HISTIDINA (disposición <math>\epsilon</math>)</p> <p>LIGANDO ADICIONAL: <math>O_2</math>, CO, NO, <math>CN^-</math> (puede ser otro)</p>	<p>Citocromo c oxidasa (citocromo a); c554 (hemo 2); c'; Hidroxilamina oxidoreductasa (hemo P460)</p>



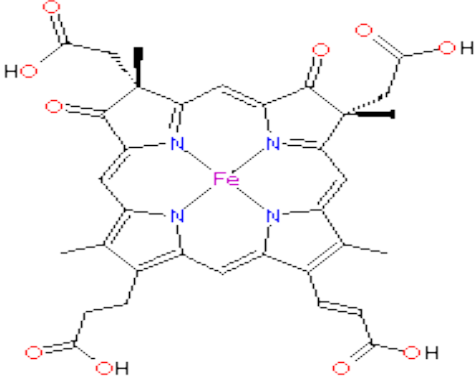
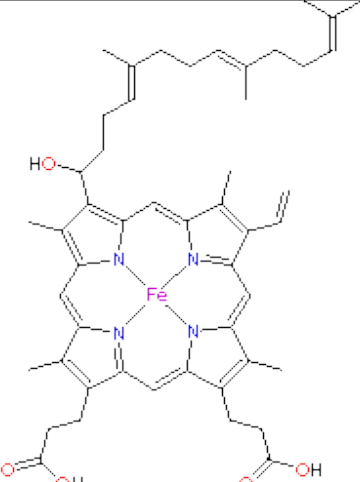
# POR GRUPO HEMO

ESTRUCTURA	CITOCROMO
 <p>Hemo a</p> <p>The structure of Hemo a is a porphyrin ring with an iron atom (Fe) at the center. It features a long phytol side chain at the top, a vinyl group at the top-right, and two propionate side chains at the bottom. The nitrogen atoms in the ring are labeled 'N', and the iron atom is labeled 'Fe'.</p>	Citocromo c oxidasa
 <p>Hemo b</p> <p>The structure of Hemo b is a porphyrin ring with an iron atom (Fe) at the center. It features two vinyl groups at the top and two propionate side chains at the bottom. The nitrogen atoms in the ring are labeled 'N', and the iron atom is labeled 'Fe'.</p>	Citocromos b

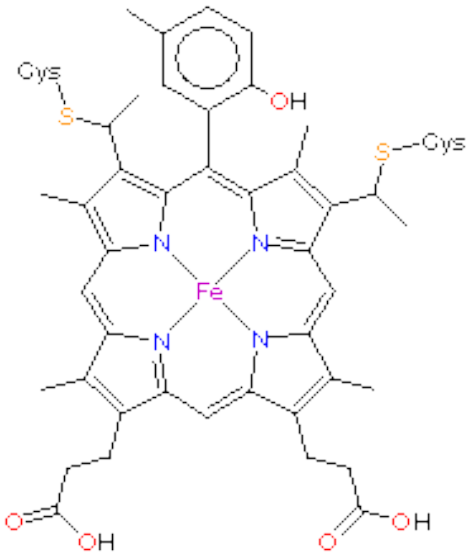
# POR GRUPO HEMO

ESTRUCTURA	CITOCROMO
 <p>The diagram shows the chemical structure of Hemo c, a heme molecule. It features a central iron atom (Fe) coordinated by four nitrogen atoms (N) in a porphyrin ring. Two of the nitrogen atoms are bonded to propionate side chains, each ending in a carboxylic acid group (-COOH). The other two nitrogen atoms are bonded to methyl groups, each of which is further substituted with a propionyl side chain. The terminal sulfur atom of each propionyl side chain is labeled 'Cys', indicating its attachment to a cysteine residue in a protein.</p>	<p>Citocromos c Hidroxilamino oxidoreductasa</p>
 <p>The diagram shows the chemical structure of Hemo d, a heme molecule. It features a central iron atom (Fe) coordinated by four nitrogen atoms (N) in a porphyrin ring. One of the nitrogen atoms is bonded to a propionate side chain ending in a carboxylic acid group (-COOH). The other three nitrogen atoms are bonded to methyl groups. One of these methyl groups is substituted with a vinyl group (-CH=CH<sub>2</sub>). Another methyl group is substituted with a propionyl side chain that has two hydroxyl groups (-OH) attached to its terminal carbon, one shown with a wedge bond and the other with a dash bond.</p>	<p>Citocromos d</p>

# POR GRUPO HEMO

ESTRUCTURA	CITOCROMO
 <p>The structure shows a central iron atom (Fe) coordinated by four nitrogen atoms in a porphyrin-like ring. It features four propionate side chains, each ending in a carboxylic acid group (-COOH). Two of these chains are shown with wedged bonds, indicating stereochemistry.</p>	Citocromo cd1 nitrito reductasa
 <p>The structure shows a central iron atom (Fe) coordinated by four nitrogen atoms. It features a long, branched side chain with multiple double bonds and a terminal hydroxyl group (-OH). Other side chains include methyl and vinyl groups, and a propionate chain with a terminal carboxylic acid group (-COOH).</p>	Citocromo o oxidasa

# POR GRUPO HEMO

ESTRUCTURA	CITOCROMO
 <p data-bbox="1003 805 1317 869">Hemo p460</p> <p>The diagram shows the chemical structure of Hemo p460, a heme b<sub>5</sub> group. It features a central iron atom (Fe) coordinated by four nitrogen atoms (N) in a porphyrin ring. The ring is substituted with various side chains: a vinyl group, a propionate group, a methyl group, and a hydroxyl group. Two of the propionate groups are linked to cysteine residues (Cys) via sulfur atoms (S).</p>	<p data-bbox="1400 574 1892 614">Hidroxilamina oxidoreductasa</p>

# FUNCIONES

- TRANSFERENCIA DE ELECTRONES
  - ◆ CADENA RESPIRATORIA MITOCONDRIAL
  - ◆ CADENA FOTOSINTÉTICA

# CADENA RESPIRATORIA MITOCONDRIAL

**NADH**



**FLAVOPROTEÍNA**



**CITOCROMO b**



**CITOCROMO c**

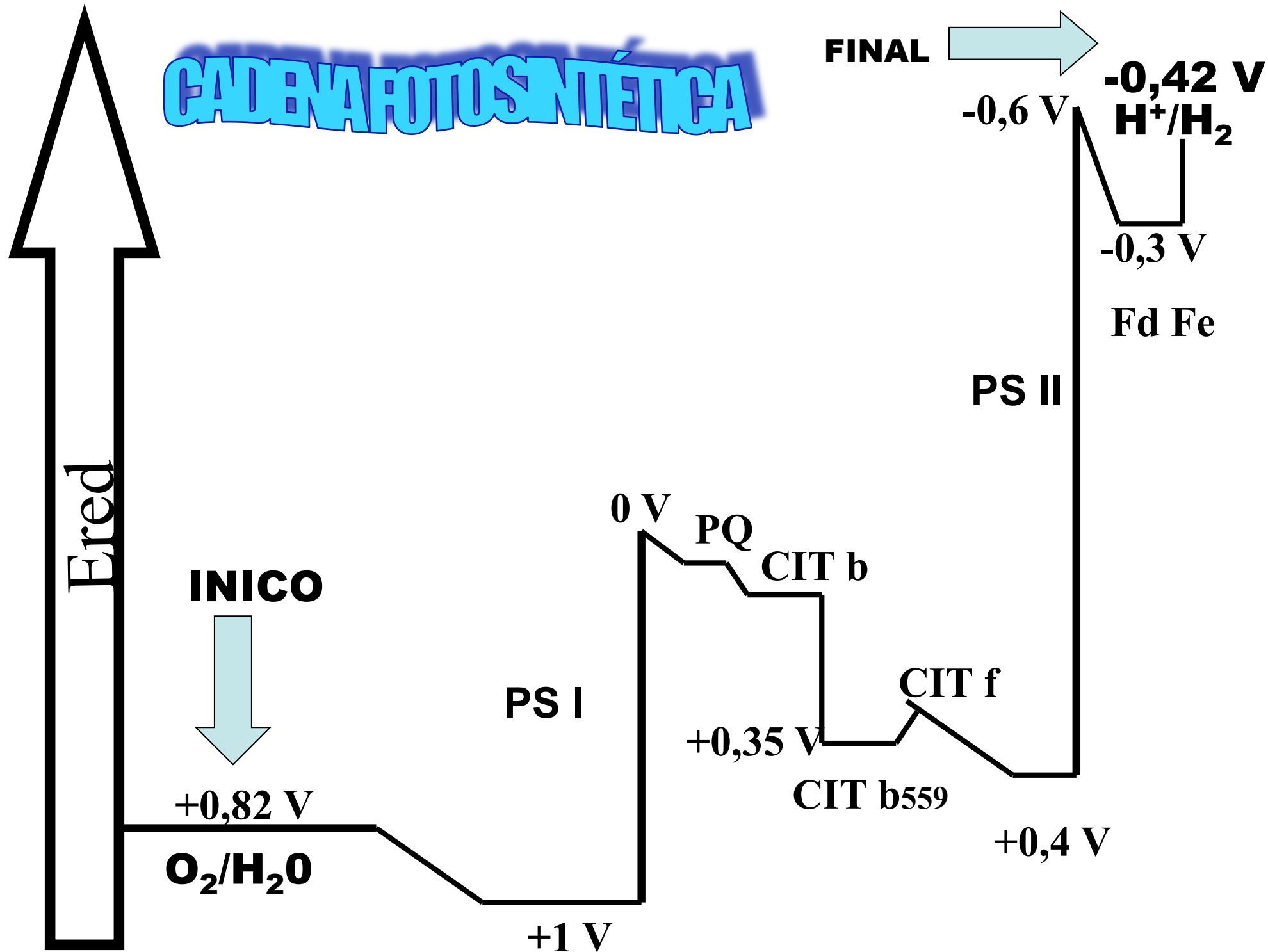


**CITOCROMOS a a<sub>3</sub>**

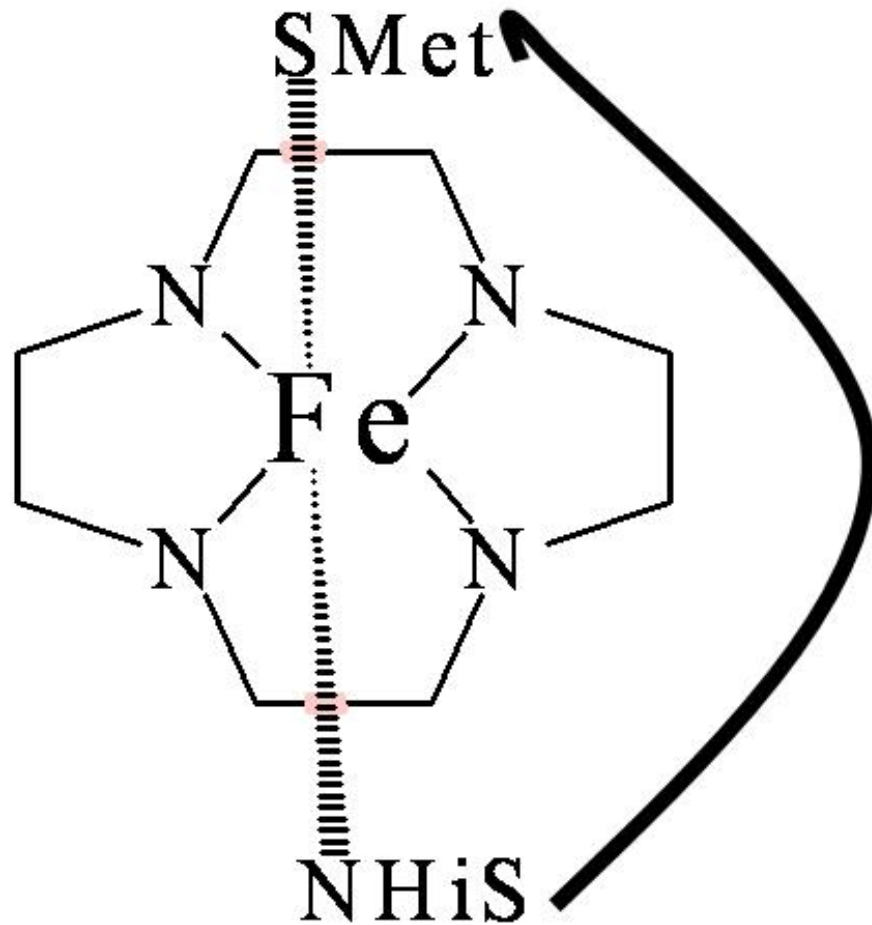


**O<sub>2</sub> ⇒ H<sub>2</sub>O**

# CADENA FOTOSINTÉTICA



# CITOCROMO c



SITIO ACTIVO

## SUSTITUCIONES

pH > 9 Met ► Lis

pH < 3 Hist ► H<sub>2</sub>O

**Fe<sup>3+</sup> BAJO ESPÍN**

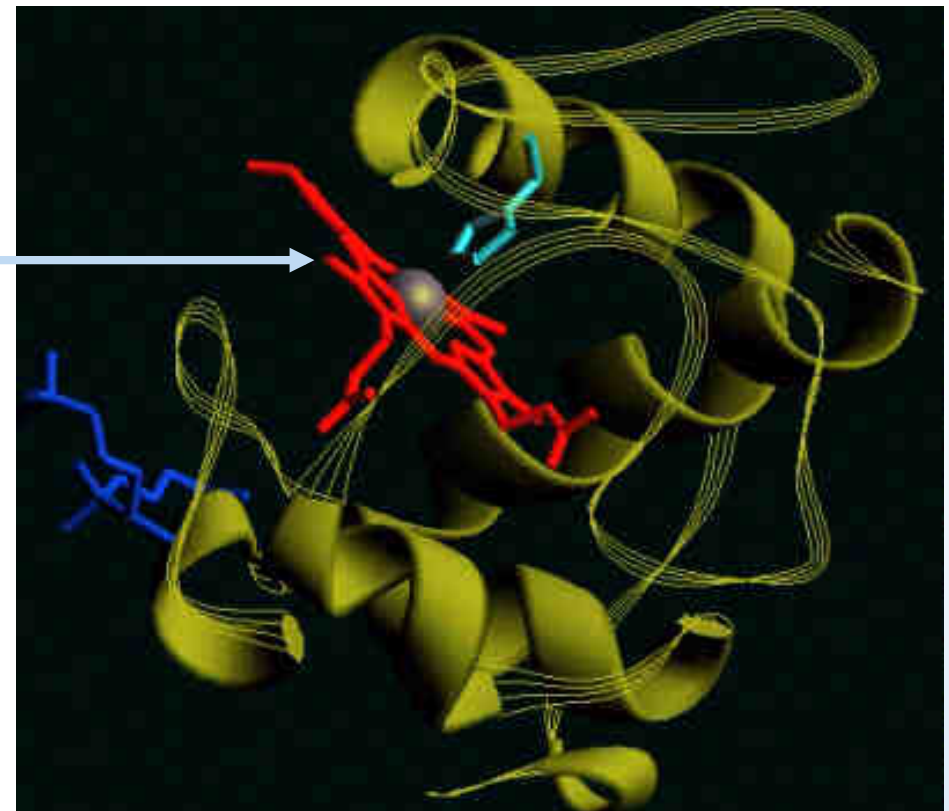
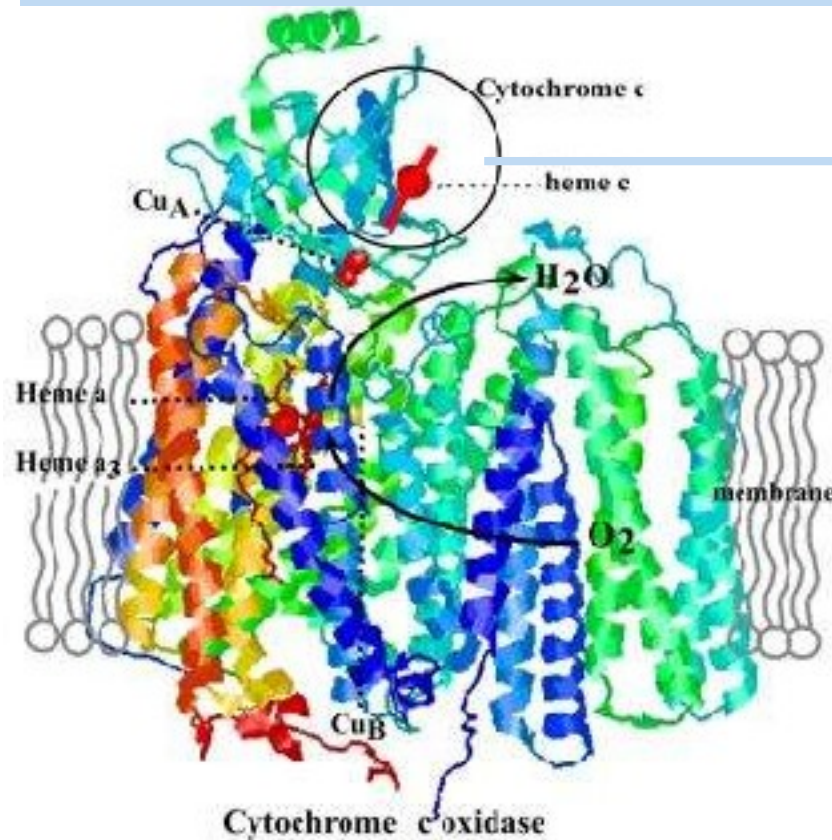
## REACCIÓN



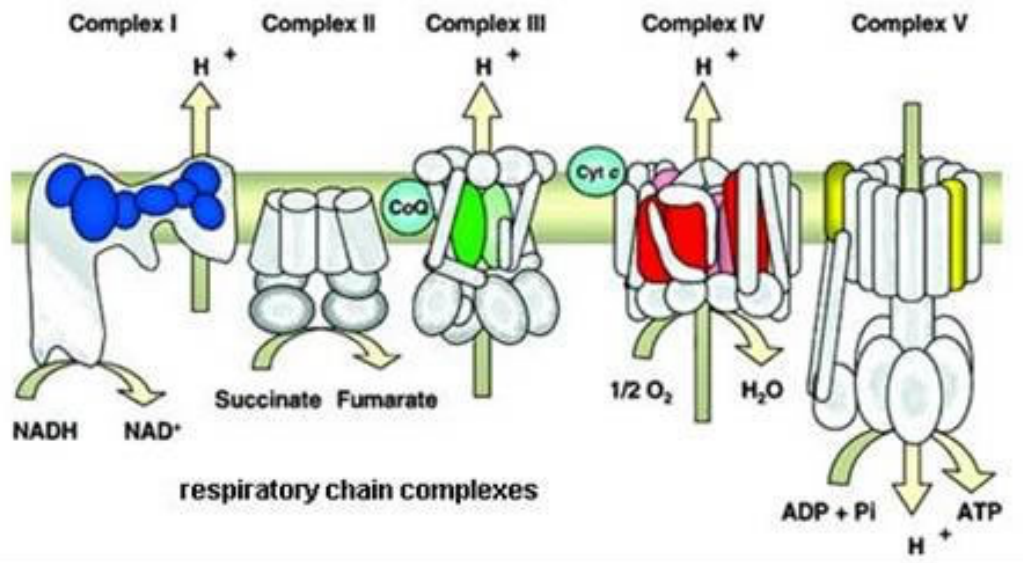


# FUNCIÓN

Transfiere electrones dentro de los complejos respiratorios III y IV



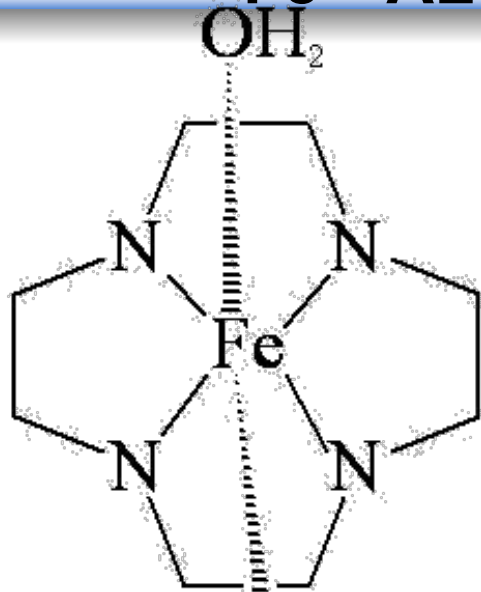
# TRANSFERENCIA ELECTRONES



En el complejo I (Proteínas de Fe y S) se produce la expulsión de 2 protones desde los citocromos hacia el exterior, (entre las dos membranas mitocondriales) mientras los electrones siguen su salto entre los citocromos; en el b se produce una expulsión de otro par de protones y el último se dá a nivel del Citocromo c, en total son 6 átomos Hidrógeno, (sin electrones) los expulsados. Estos últimos han saltado hasta el complejo IV el Citocromo c Oxidasa (a,a3).

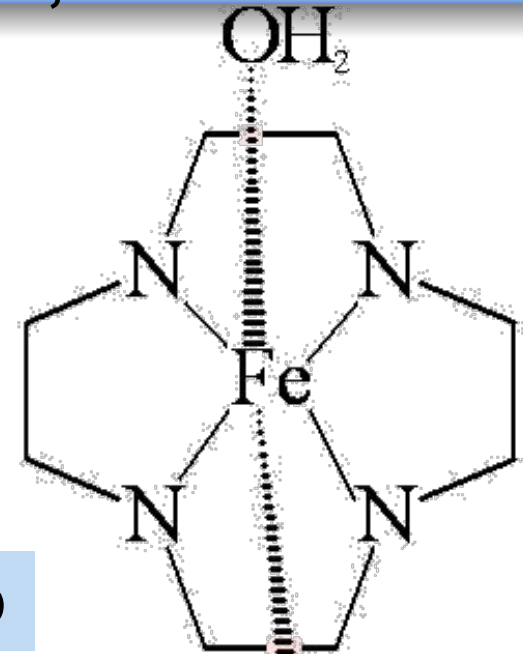
# PEROXIDASAS Y CATALASAS

$\text{Fe}^{3+}$  ALTO ESPÍN  $E^\circ = -0,22\text{V}$



PROTEÍNA ~~~~~ His

PEROXIDASAS



PROTEÍNA ~~~~~ OOC ~~~~~ Asp

CATALASAS

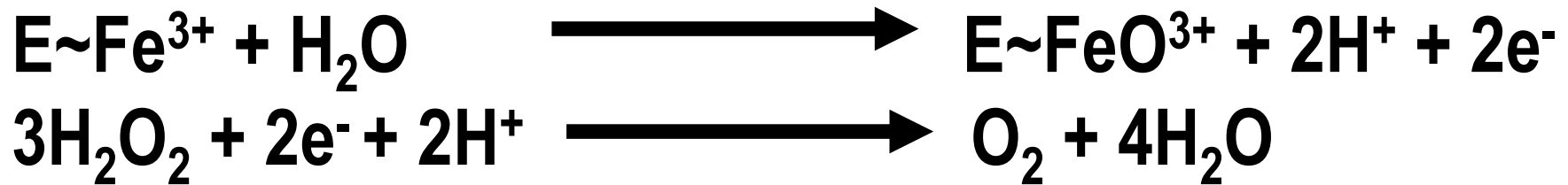
SITIO ACTIVO

# FUNCIONES

- OXIDASA
- HIDROPEROXIDASA
- DESINTOXICAN AL ORGANISMO DE PERÓXIDOS

## REACCIONES EN LAS CATALASAS

### REACCIÓN "IN VITRO"



### RECUPERACIÓN PROTEÍNA (COMÚN PARA LOS DOS)

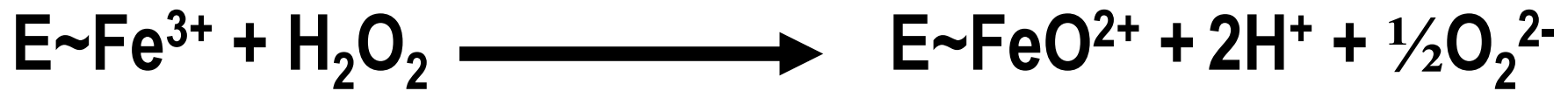
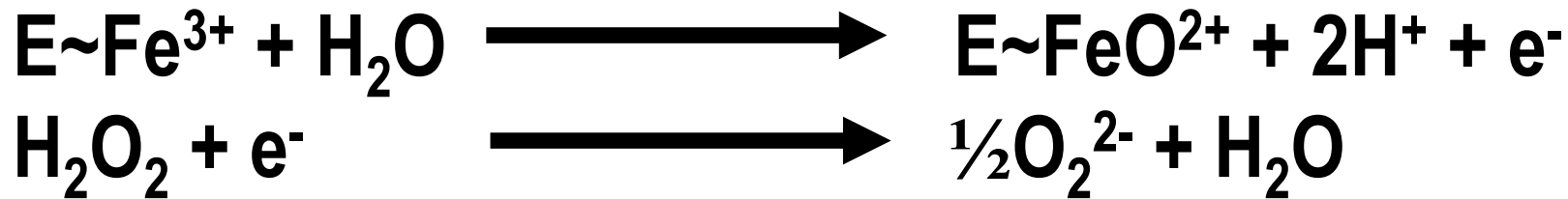


# REACCIONES EN LAS PEROXIDASAS

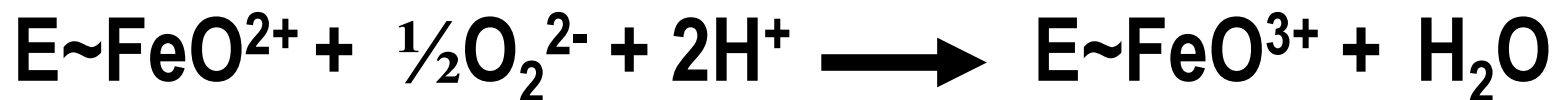
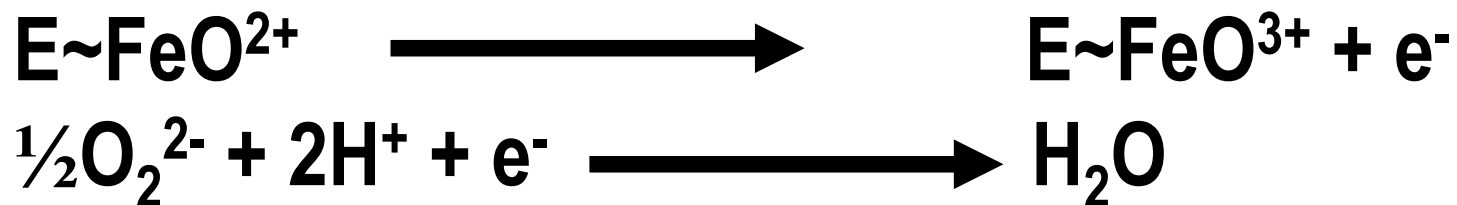
## REACCIÓN “*IN VITRO*”



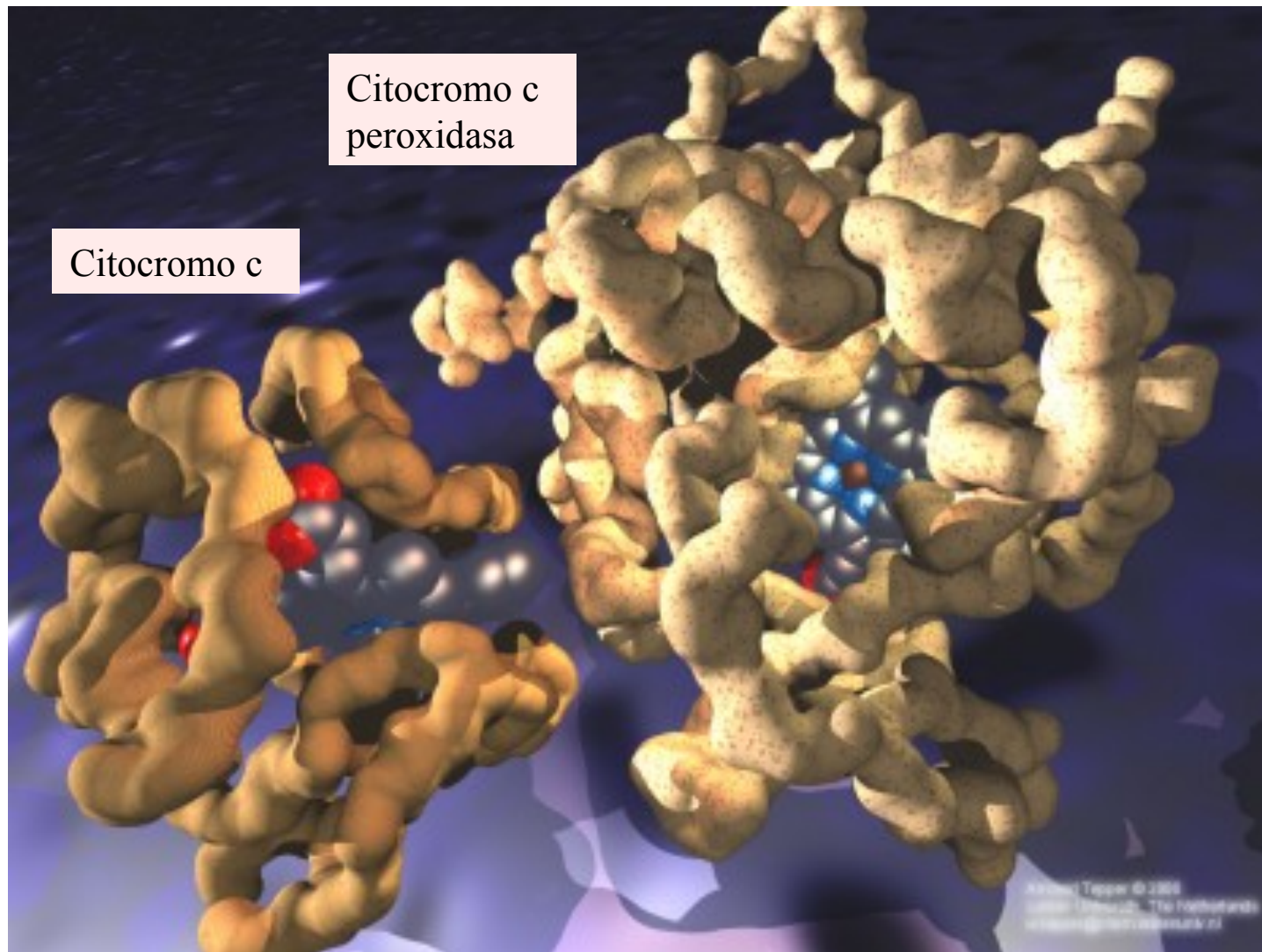
I



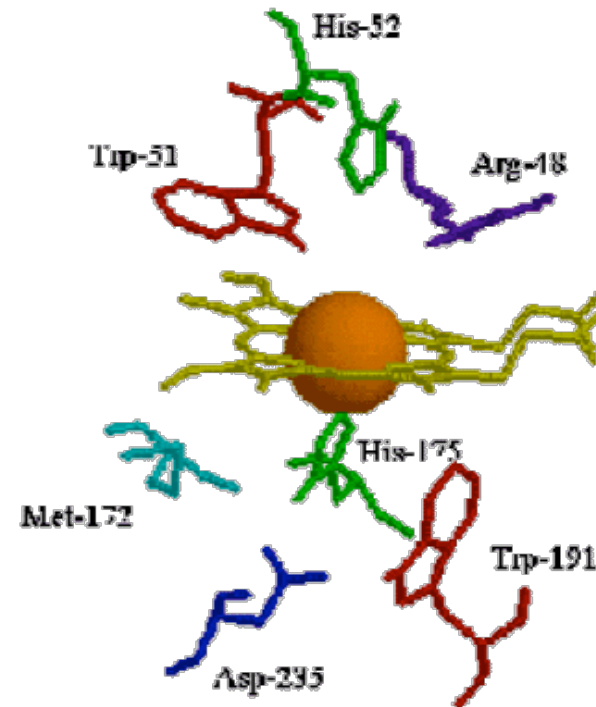
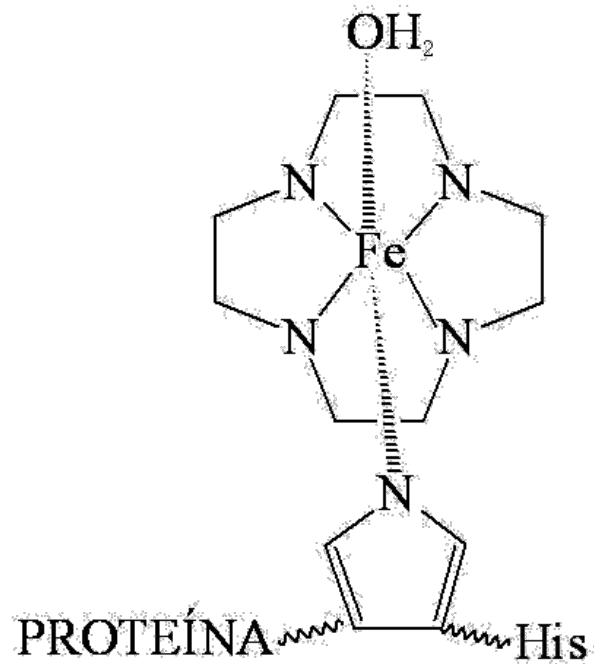
II



# CITOCROMO C PEROXIDASA

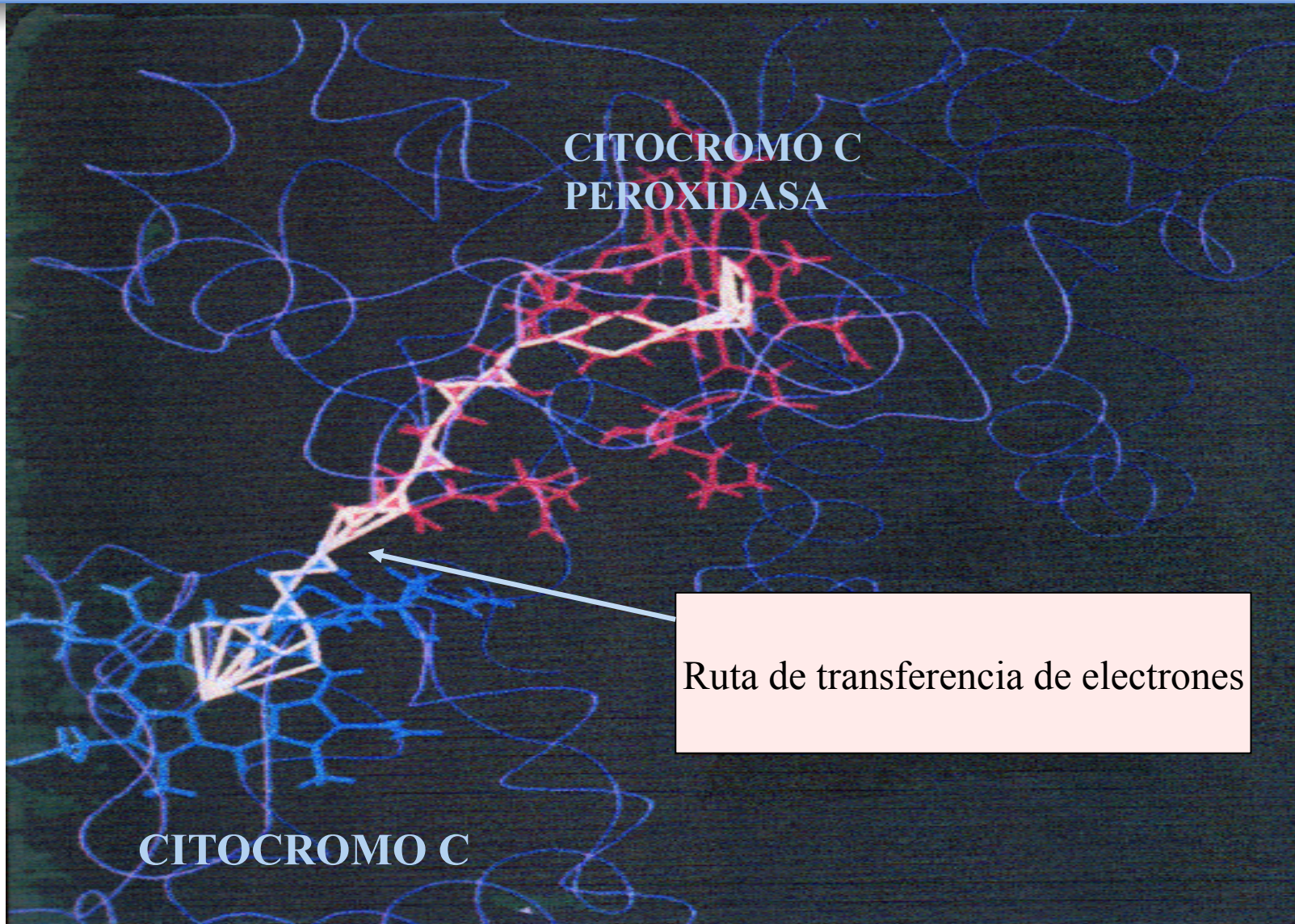


# SITIO ACTIVO

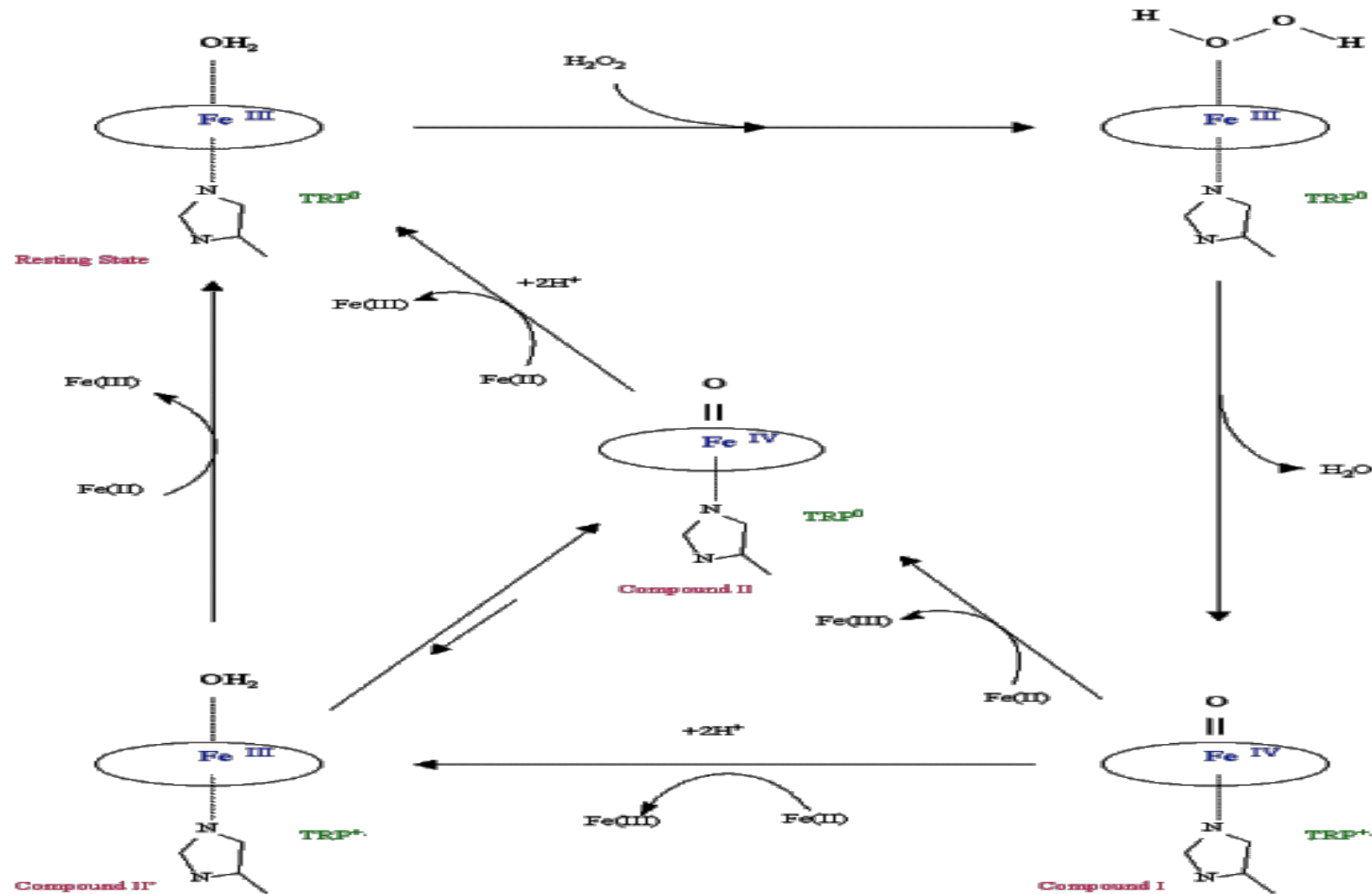




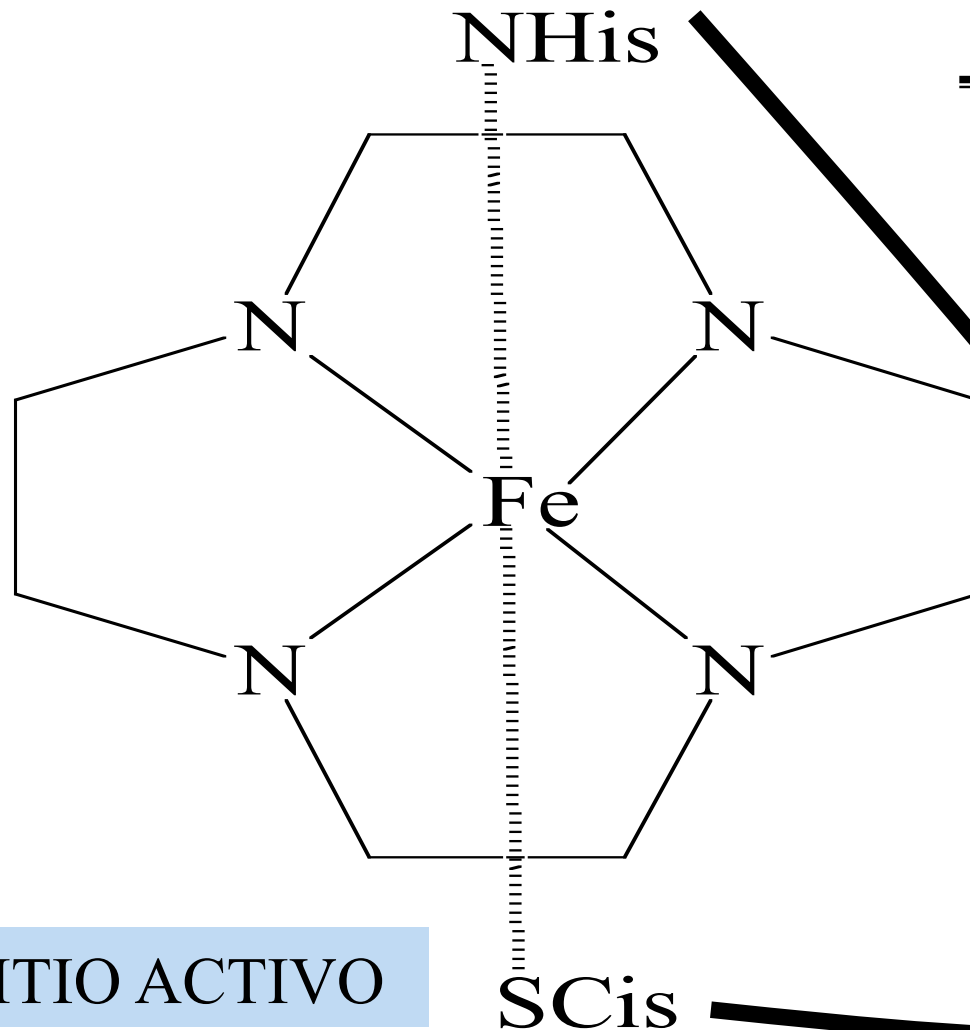
# RUTA TRANSFERENCIA ELECTRONES



# MECANISMO DE ACCIÓN



# CITOCROMO P450



SITIO ACTIVO

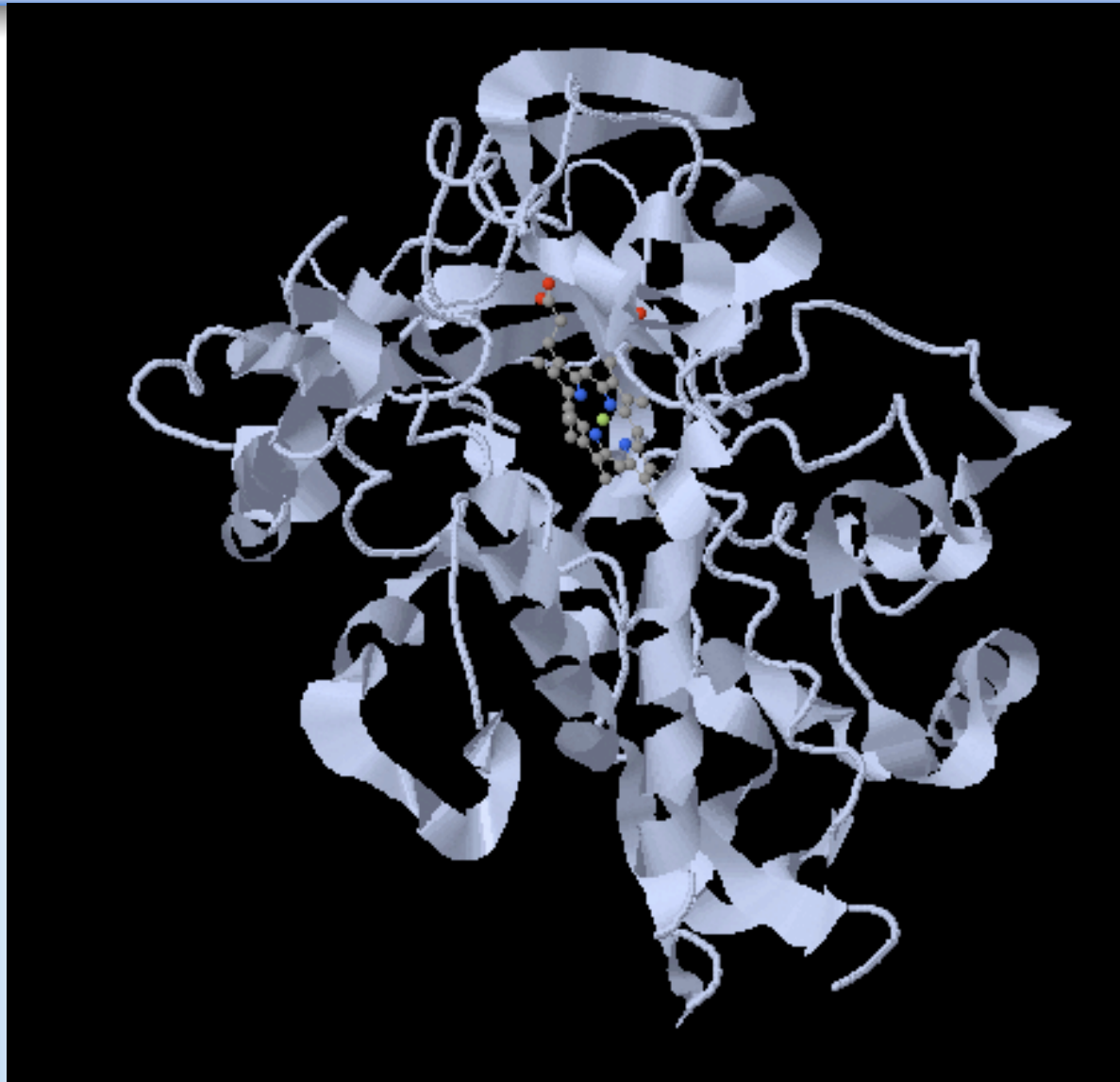
Fe<sup>3+</sup>

**BAJO ESPÍN**

**FORMAS**  
**OXIDADA**  
**1,73 MB**

**REDUCIDA**  
**DIAMAG.**

# ESTRUCTURA

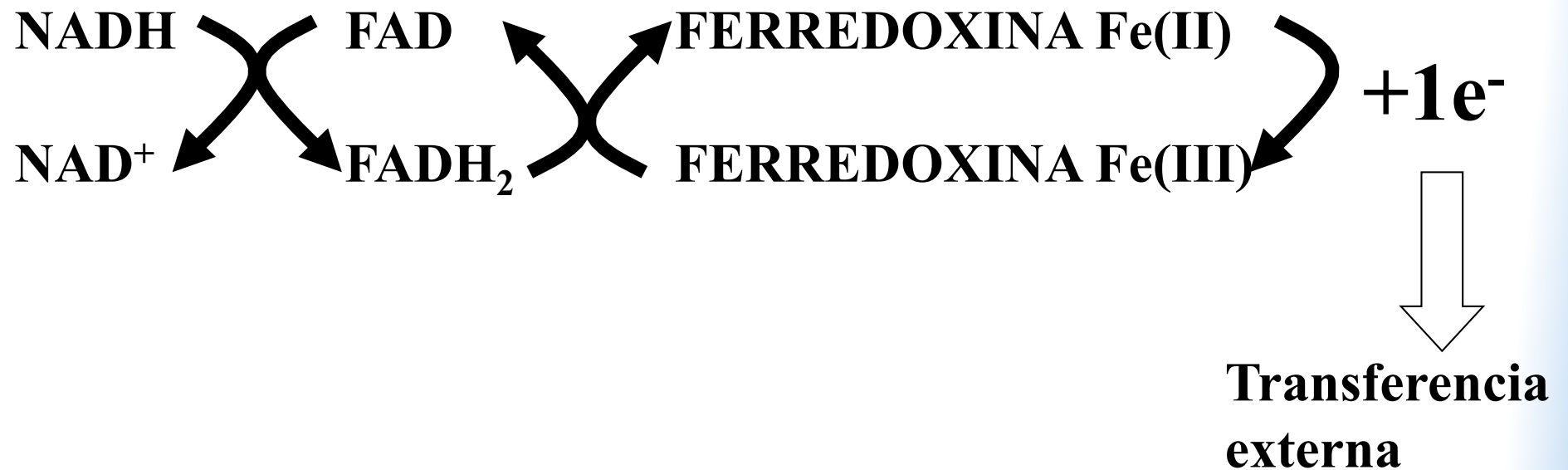


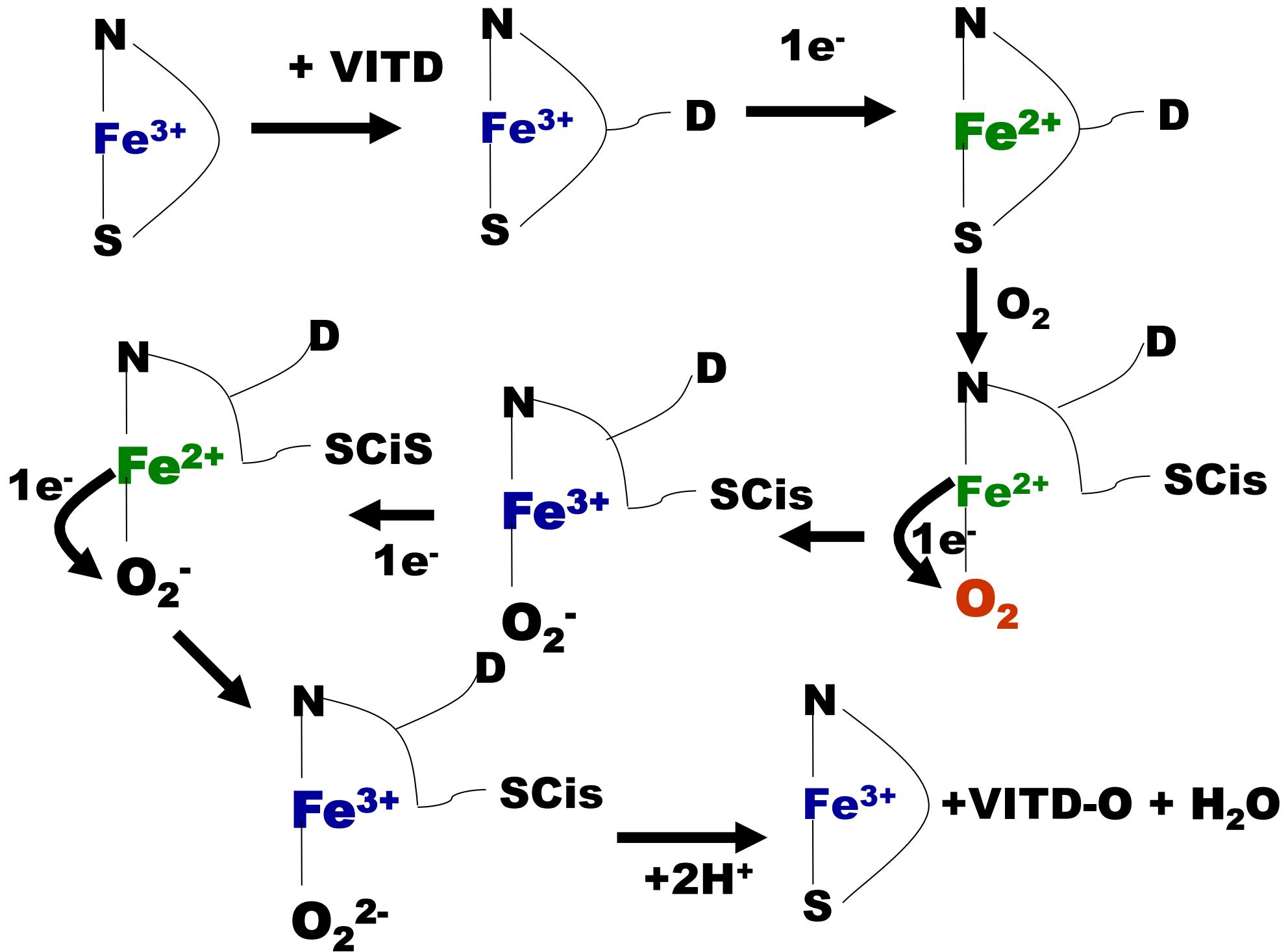
# FUNCIÓN

- OXIDA A LA VITAMINA D (CALCIFEROL) PARA ACTIVARLA
- OXIDA A OTROS COMPUESTOS:
  - ◆ FÁRMACOS
  - ◆ INSECTICIDAS
  - ◆ COMPUESTOS QUÍMICOS AMBIENTALES
    - ACTÚA COMO DESINTOXICANTE
- REGULADOR DE HORMONAS
- REGULADOR DE SUSTANCIAS LIPOSOLUBLES

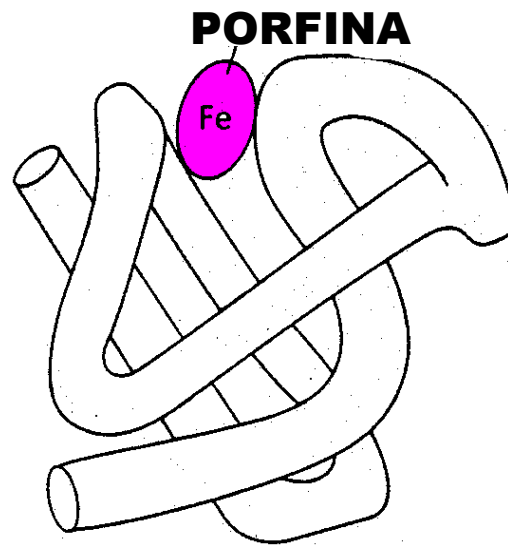
# MECANISMO DE ACCIÓN

## COFACTORES

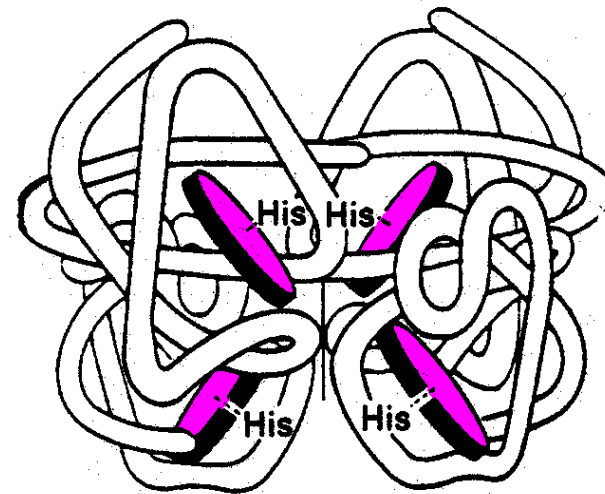




# HEMOGLOBINA Y MIOGLOBINA



**MIOGLOBINA**



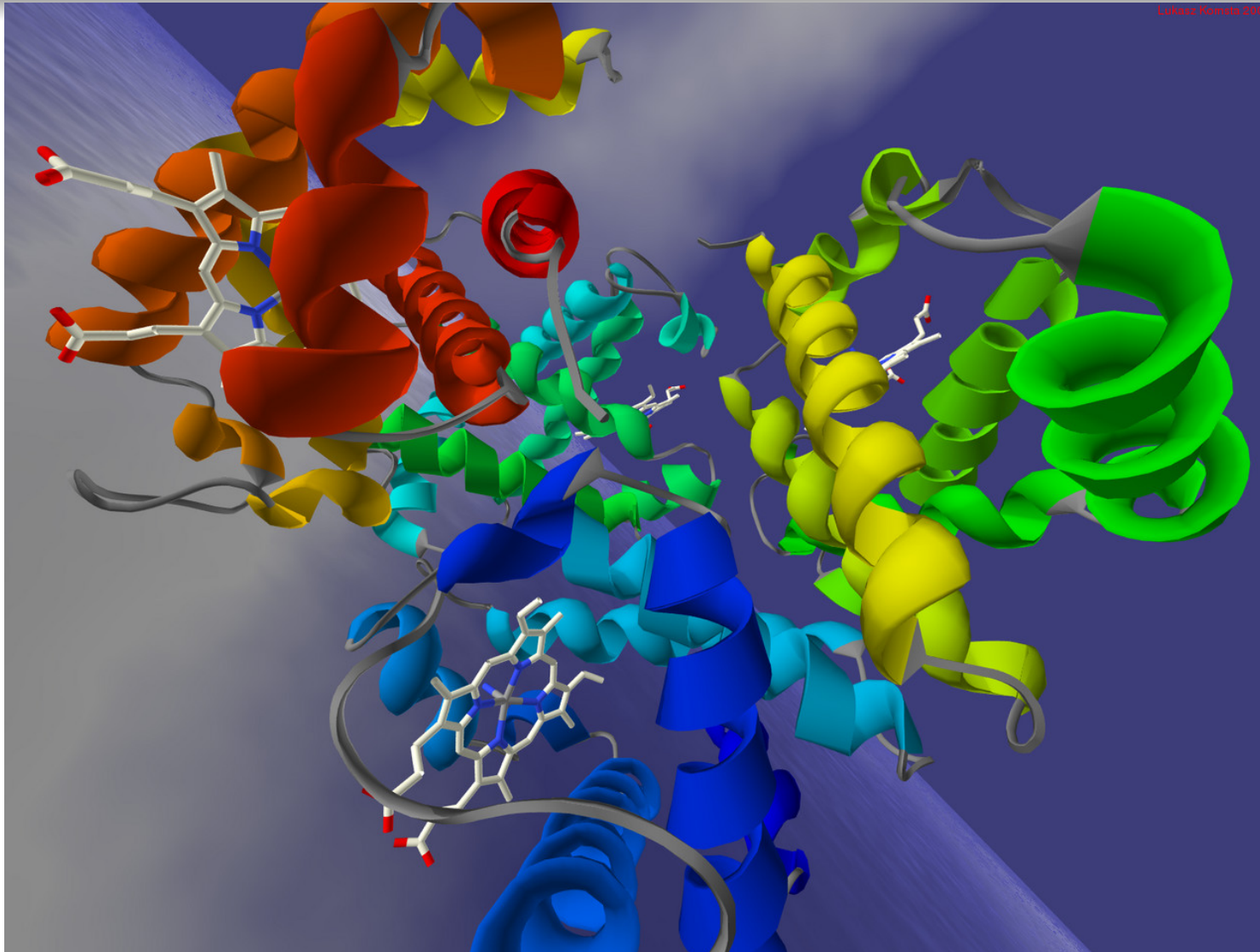
**HEMOGLOBINA**



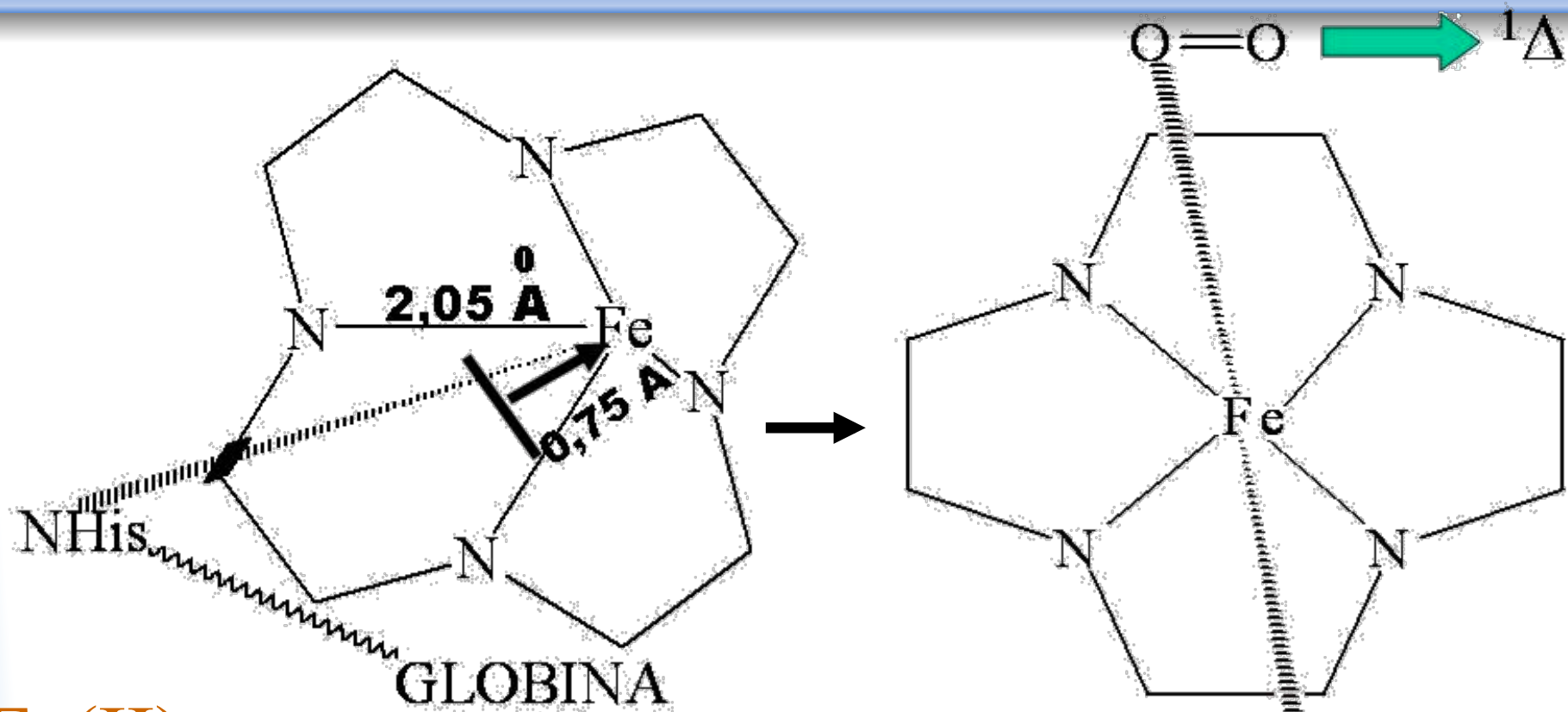
# FUNCIÓN

- FIJACIÓN, ALMACENAJE, ACTIVACIÓN Y TRANSPORTE DEL OXÍGENO EN SERES SUPERIORES

# ESTRUCTURA HEMOGLOBINA



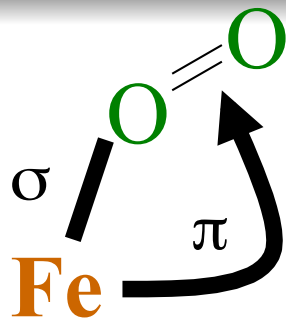
# ACTIVACIÓN DEL OXÍGENO



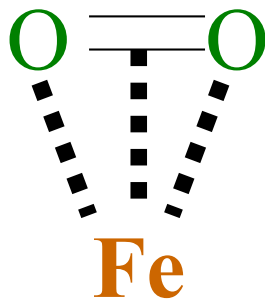
**Fe(II)** ALTO ESPÍN  
PARAMAGNÉTICO

BAJO ESPÍN  
DIAMAGNÉTICO

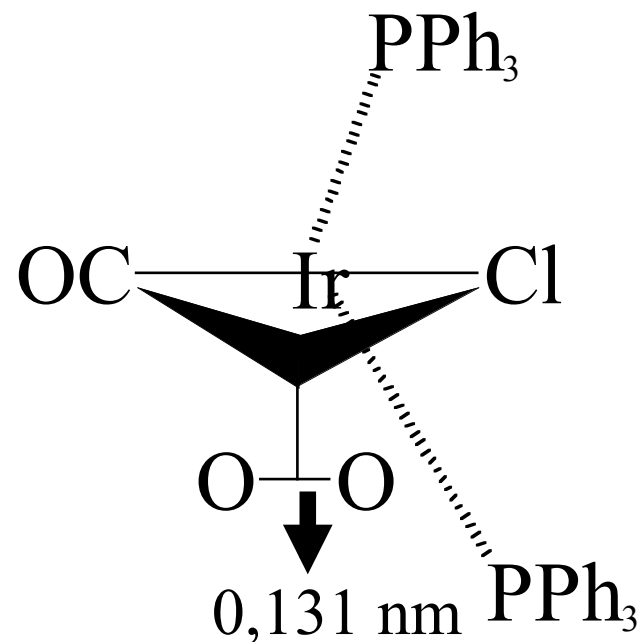
# MODELO DE PAULING



# MODELO DE GRIFFITH



# MODELO DE VASKA



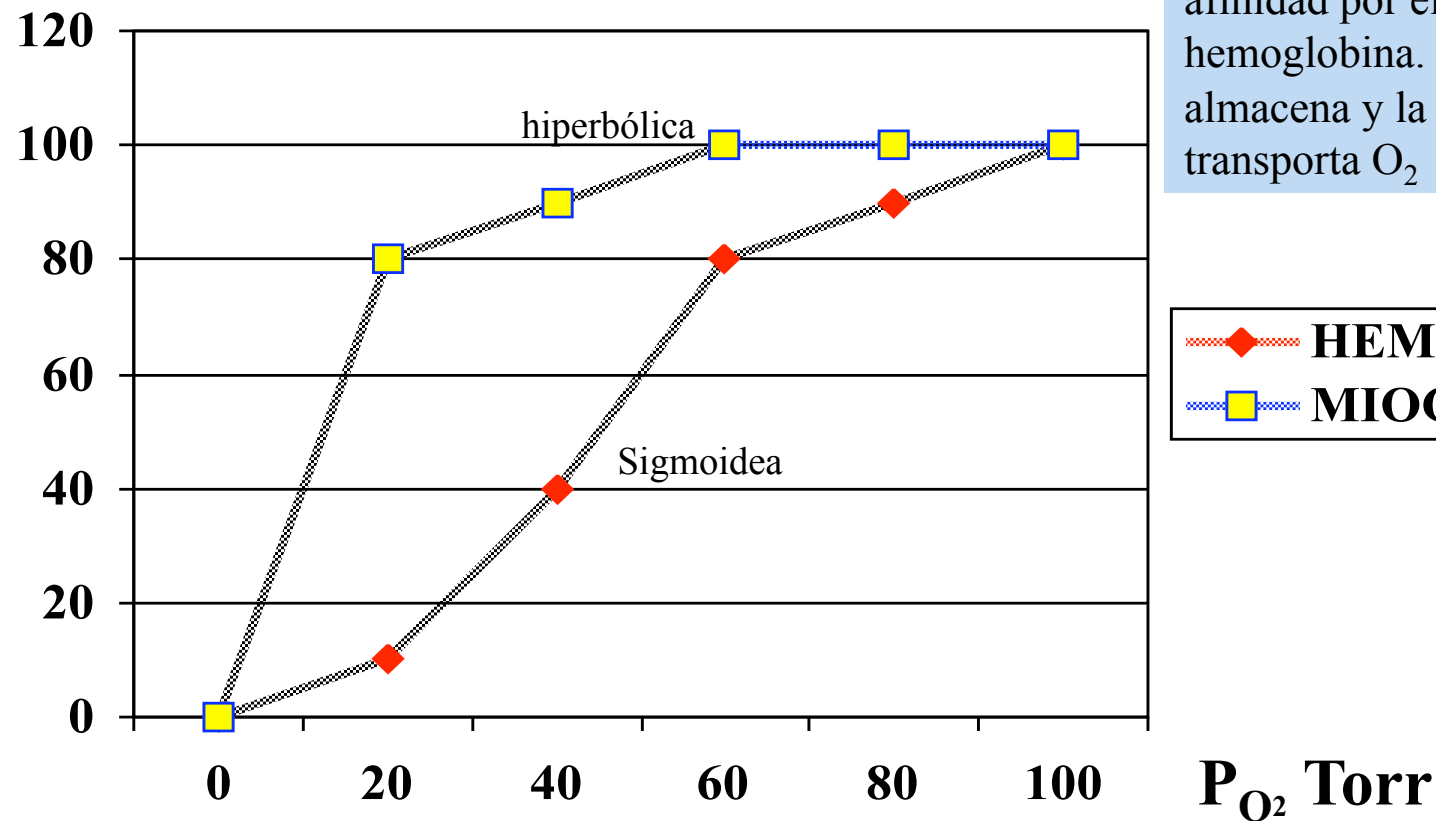
## DISTANCIAS DE ENLACE

O<sub>2</sub> 0,121 nm

O<sub>2</sub><sup>-</sup> 0,128 nm

# CURVAS DE OXIGENACIÓN

% Saturación



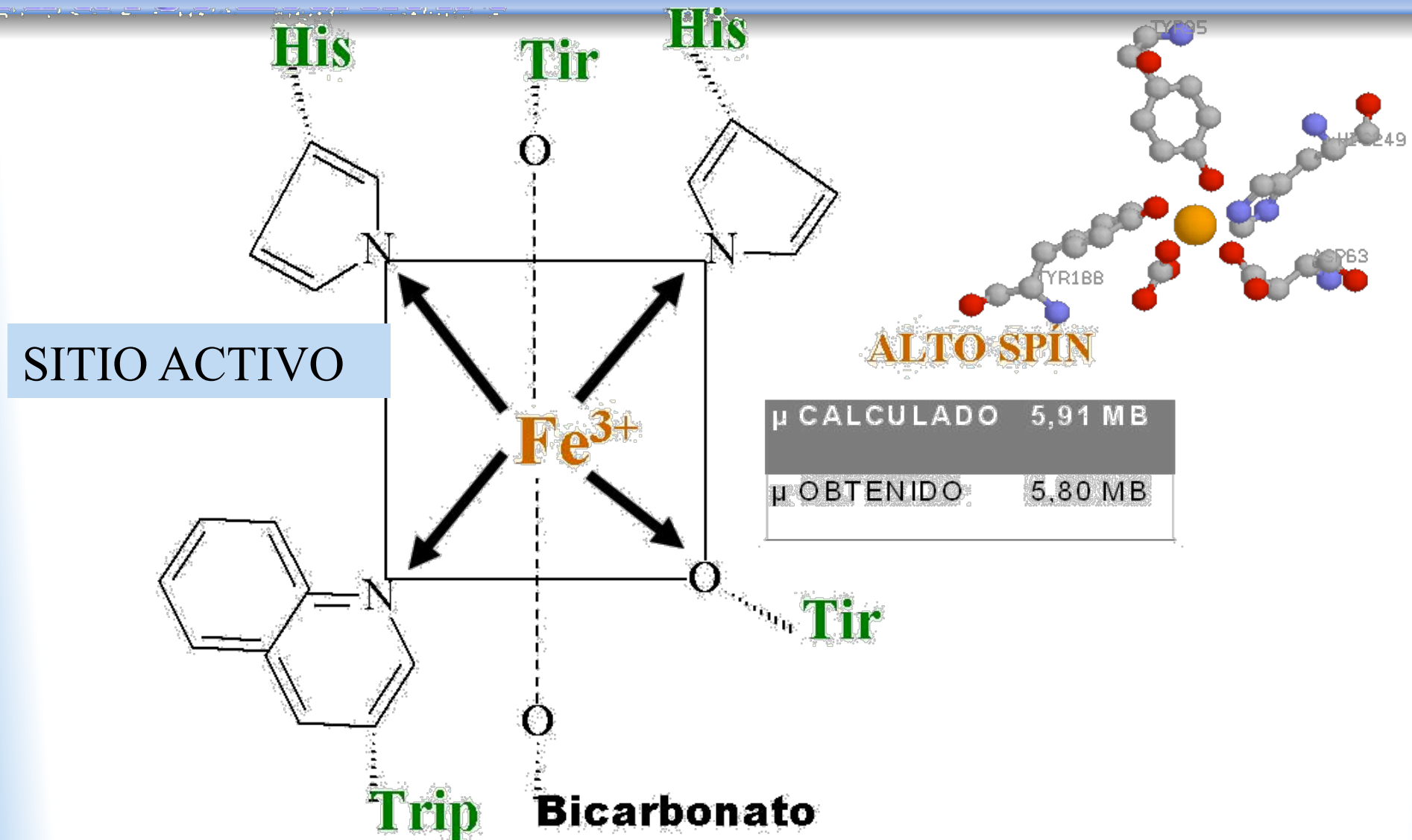
La mioglobina tiene mas afinidad por el O<sub>2</sub> que la hemoglobina. La mioglobina almacena y la hemoglobina transporta O<sub>2</sub>

◆ HEMOGLOBINA  
■ MIOGLOBINA

# PROTEÍNAS NO HEMAS

---

# TRANSFERRINA

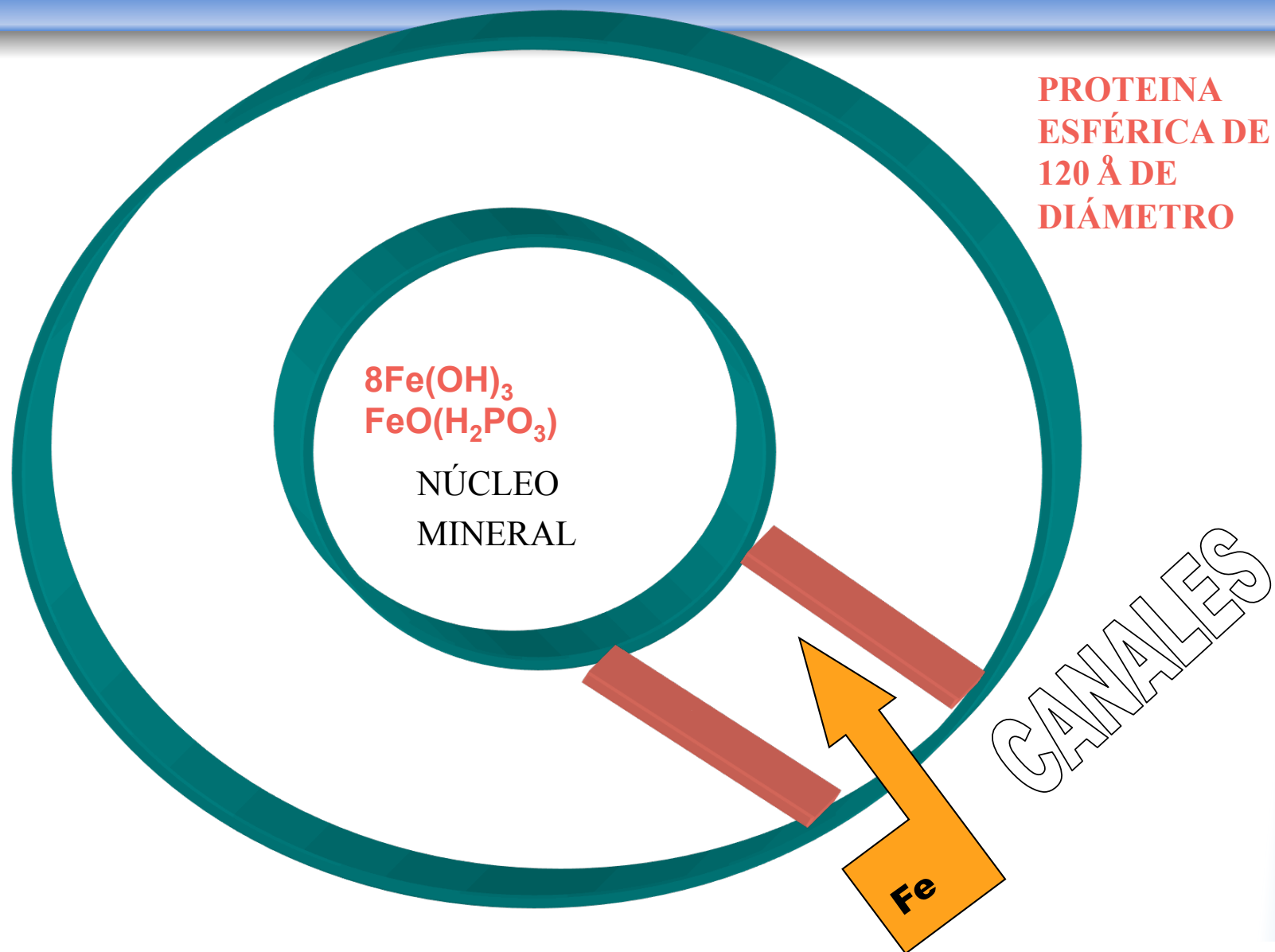


# FUNCIÓN

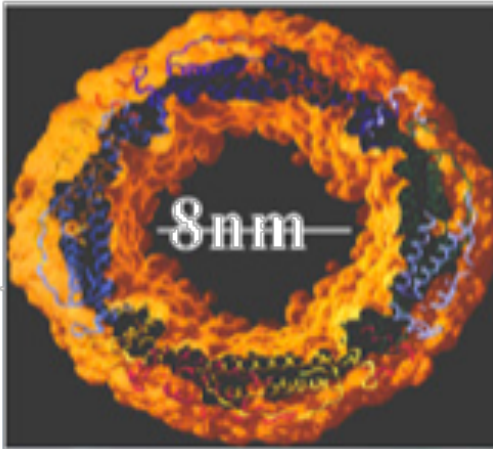
- PROTEÍNA FUNCIONAL DE HIERRO
- TRANSPORTA HIERRO
- TAMBIÉN TRANSPORTA COBRE



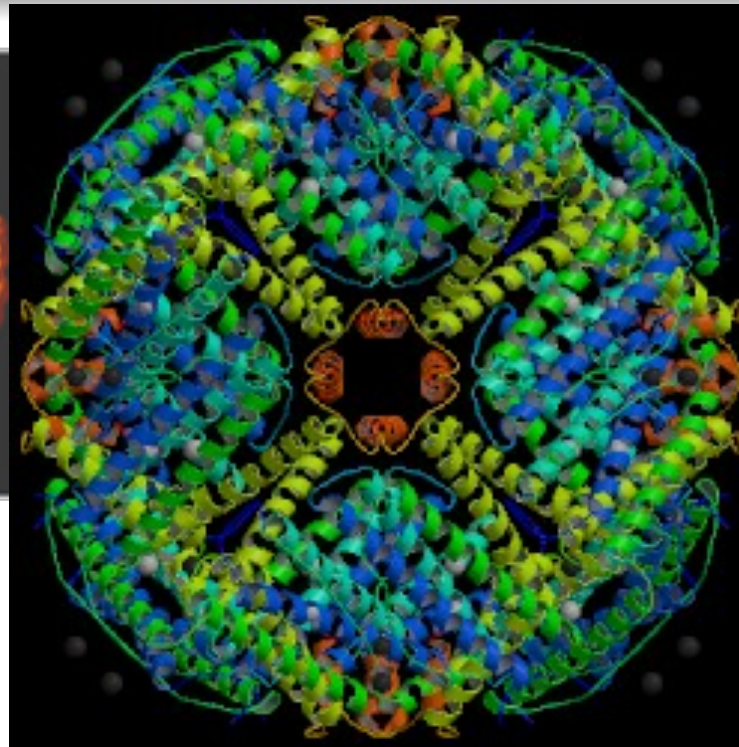
# FERRITINA



# ESTRUCTURA

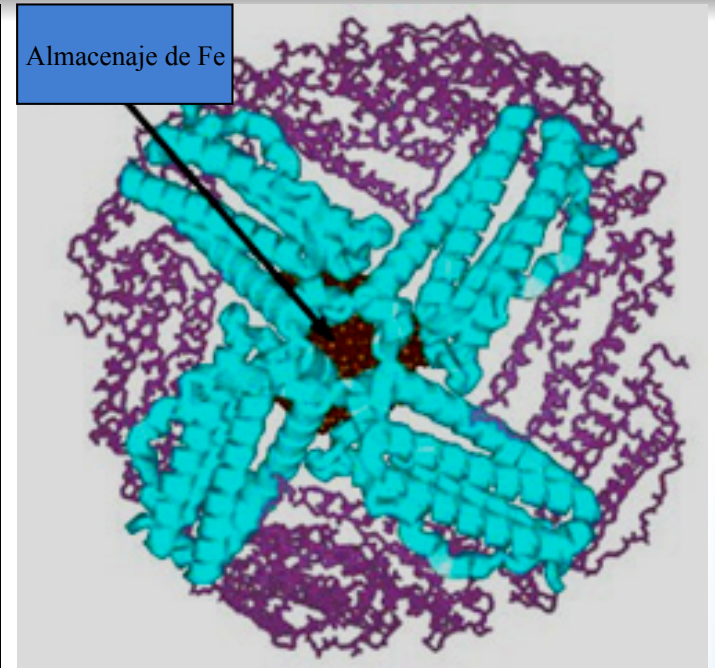


APOFERRITINA



APOFERRITINA

CANALES DE Fe  
(esferas grises)

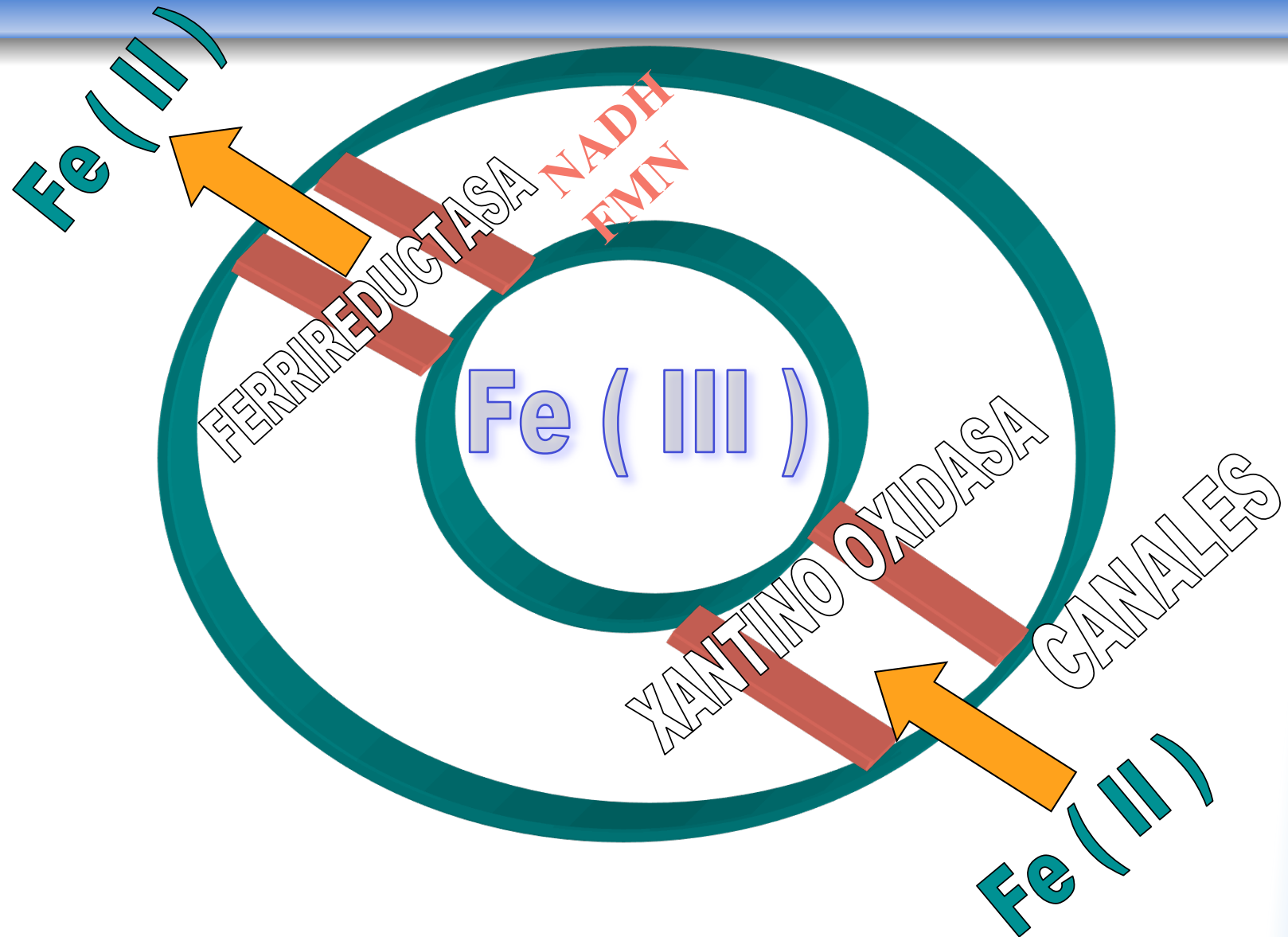


FERRITINA

# FUNCIÓN

- ALMACENAJE DE HIERRO EN LOS ORGANISMOS VIVOS
- PUEDE SER UN ELEMENTO REGULADOR DE LA ABSORCIÓN INTESTINAL DEL HIERRO

# MECANISMO DE ACCIÓN



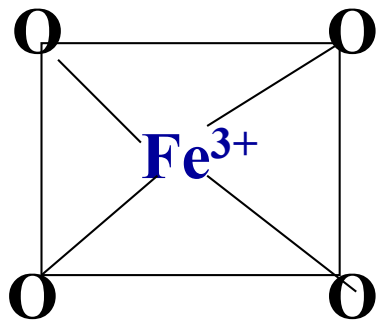
# CARACTERÍSTICAS

<b>Fe Total</b>	<b>25%</b>
<b>Fe núcleo</b>	<b>57%</b>
<b>Nº Canales</b>	<b>24</b>
<b>Nº Átomos Fe</b>	<b>4.300/mol</b>
<b>P.M. proteína</b>	<b>18500/subun.</b>
<b>Nº Subunidades</b>	<b>24</b>

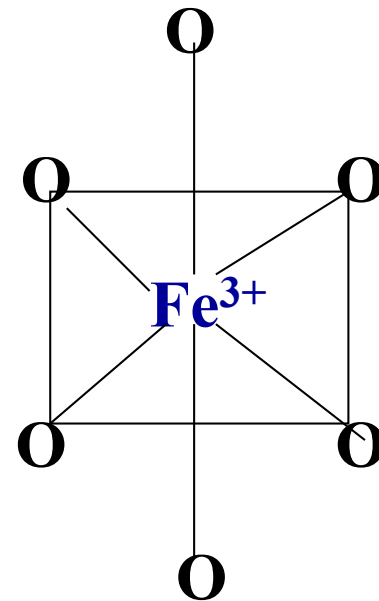
<b>CONC. PLASMÁTICA</b>	<b>35,6 ng/mL</b>
<b>ANEMIA</b>	<b>5,4 ng/mL</b>
<b>SIDEROSIS</b>	<b>1.700 ng mL</b>

# COORDINACIÓN DEL Fe

TETRAÉDRICA



OCTAÉDRICA



# PROPIEDADES MAGNÉTICAS

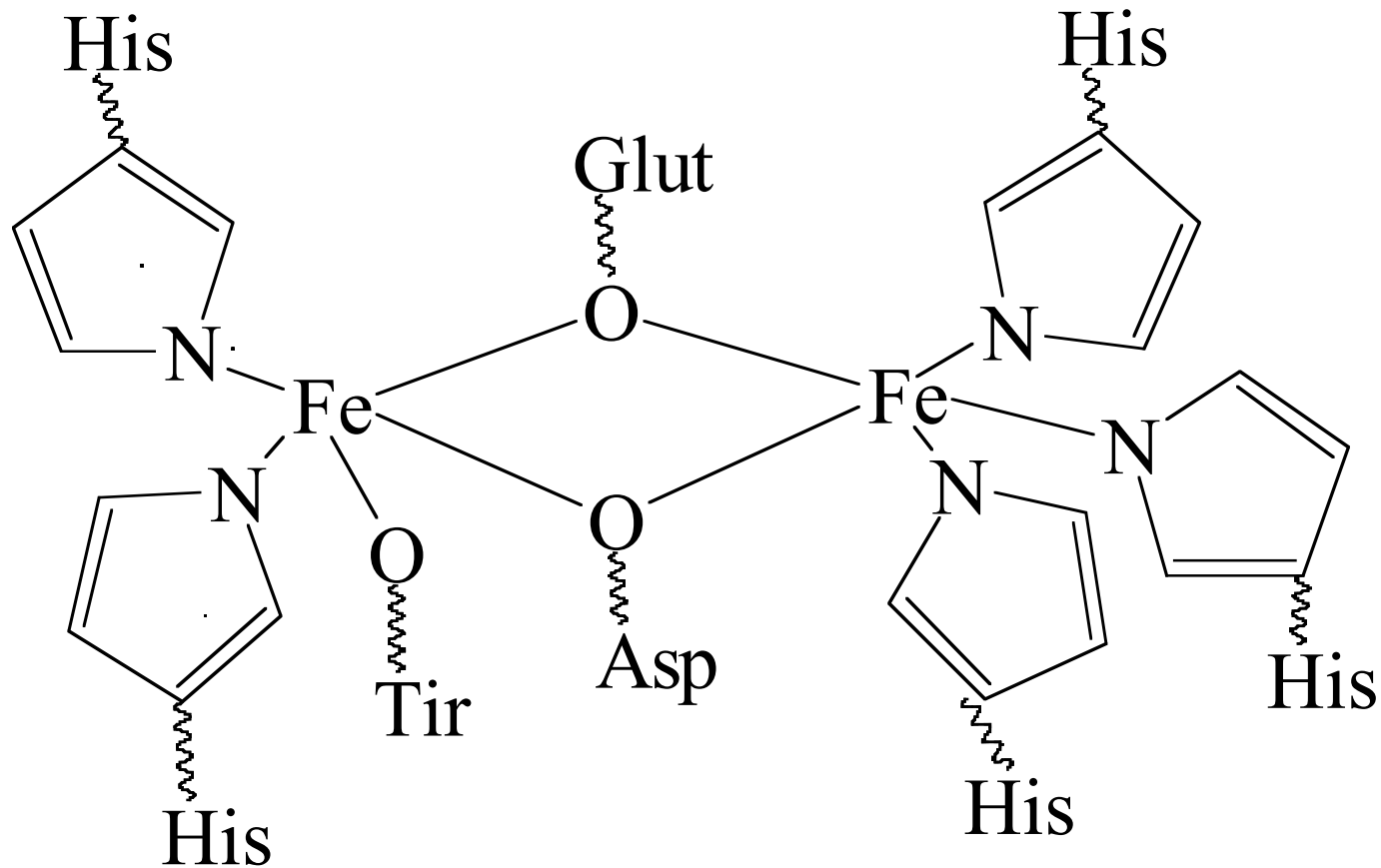
## Fe (III) $d^5$ ALTO SPÍN

$\mu$ CALCULADO	5,91 MB
$\mu$ OBTENIDO	3,5 MB

## ACOPLAMIENTOS ANTIFERROMAGNÉTICOS



# HEMERITRINA



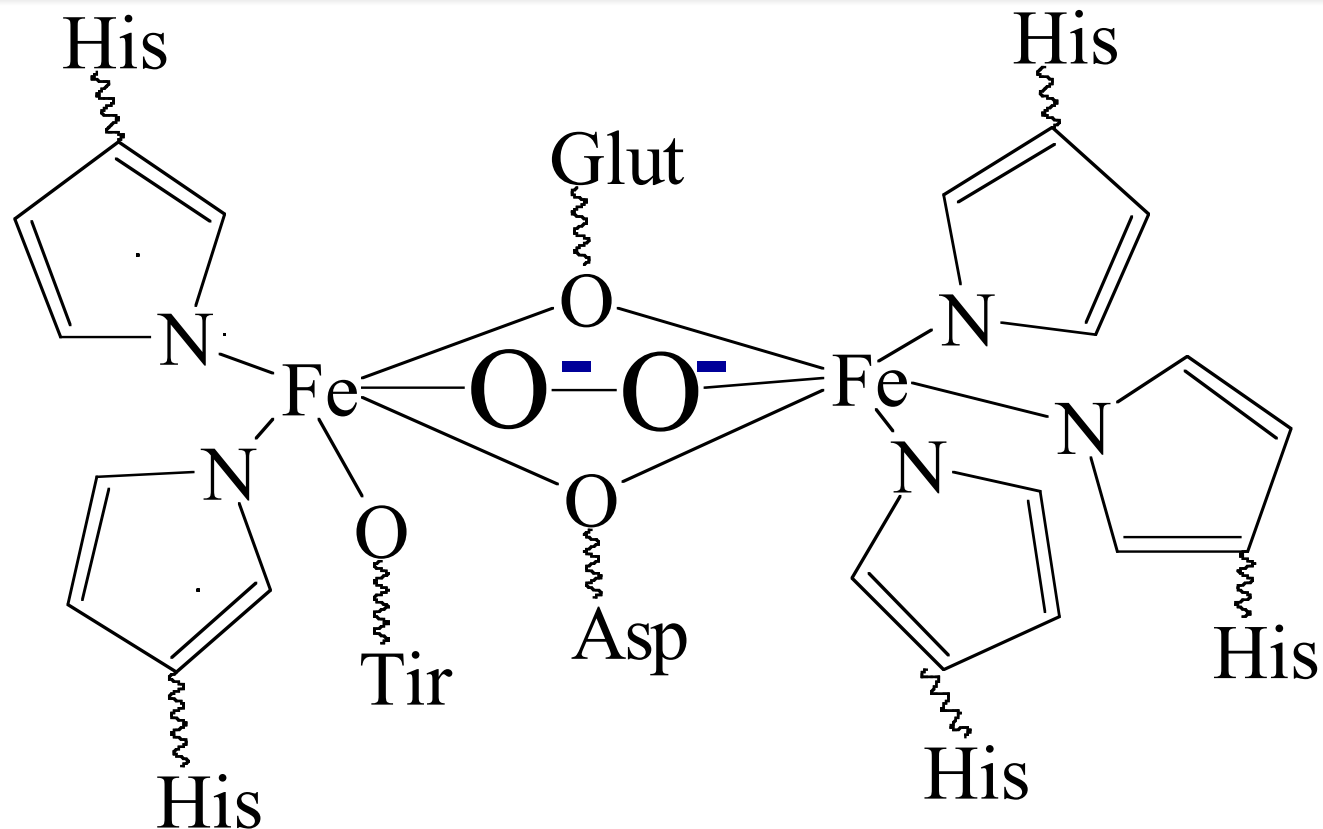
Fe (II)  $\mu=4,8$  MB

ALTO ESPÍN

SIN ACOPLAMIENTOS



# OXIHEMERITRINA



**Fe (III) Diamagnético BAJO ESPÍN ACOPLAMIENTO**

# **PROTEINAS DE HIERRO Y AZUFRE**

---

# TIPOS Y FUNCIÓN

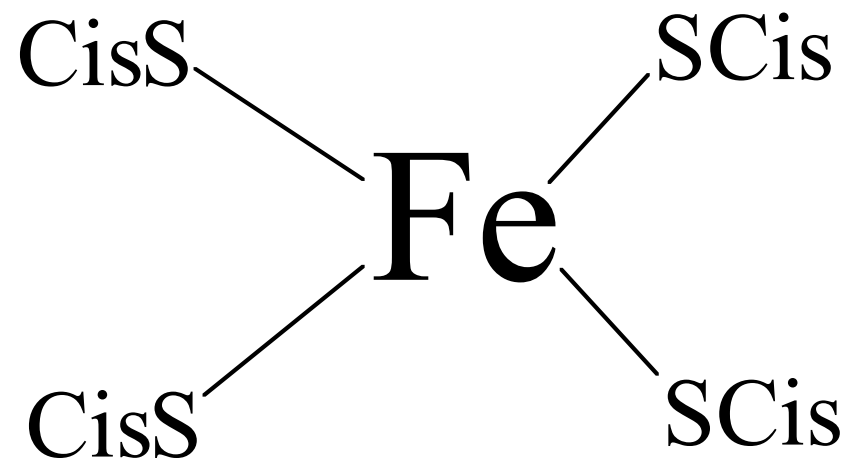
- **TIPOS:**
  - ◆ **RUBREDOXINAS**
    - **CONTIENEN ÚNICAMENTE S ORGÁNICO**
  - ◆ **FERREDOXINAS**
    - **CONTIENEN S ORGÁNICO E INORGÁNICO**  
(identificable por el  $H_2S$  que desprenden)
- **FUNCIÓN**
  - ◆ **TRANSFERENCIA ELECTRÓNICA**
    - **CADENA RESPIRATORIA MITOCONDRIAL**
    - **FOTOSÍNTESIS**
    - **CICLO DEL NITRÓGENO**

# RUBREDOXINAS

- **PRESENCIA EN:**
  - ◆ **SERES INFERIORES**
  - ◆ **BACTERIAS ANAERÓBICAS FOTOSINTÉTICAS**
- **CLASIFICACIÓN**
  - ◆ **RUBREDOXINAS 1:0 (Fe/SINORG)**
  - ◆ **RUBREDOXINAS 2:0**

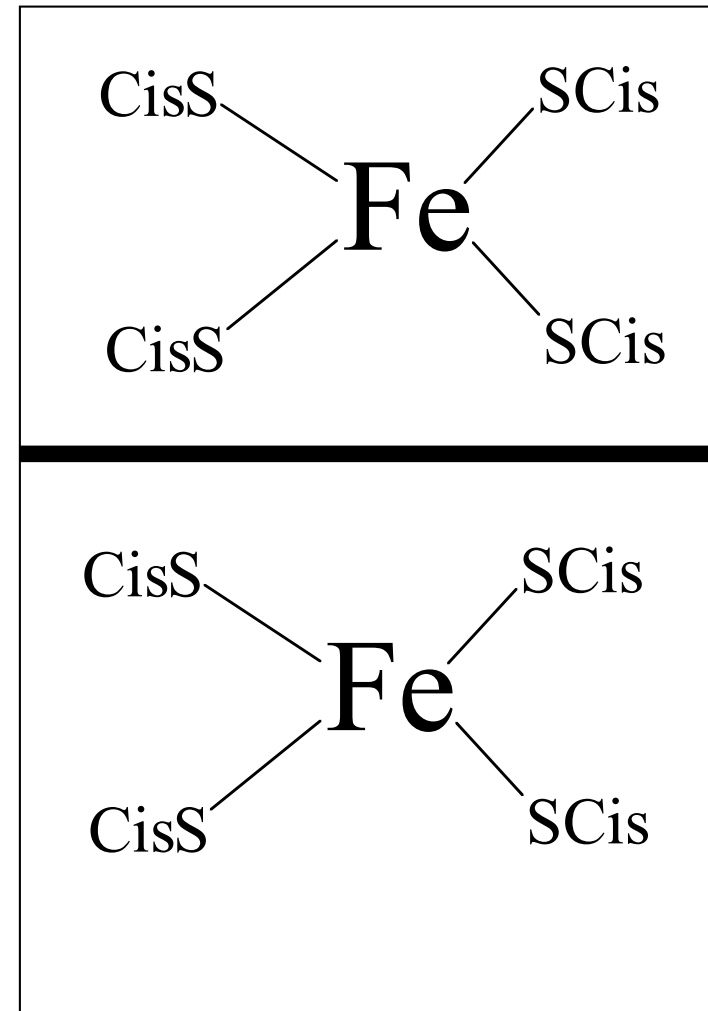
# ESTRUCTURAS

## RUBREDOXINAS 1:0



**Fe(III) ALTO ESPÍN**

## RUBREDOXINAS 2:0

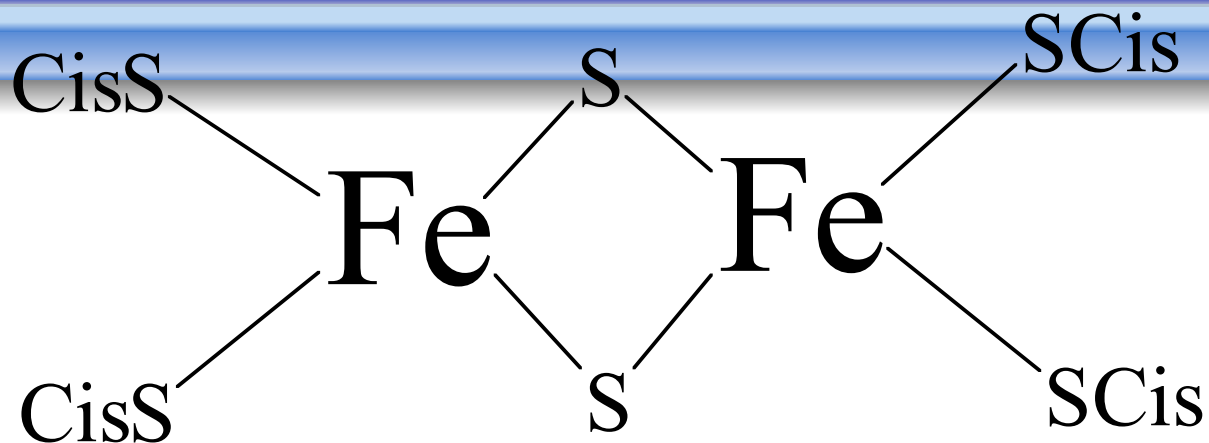


# FERREDOXINAS

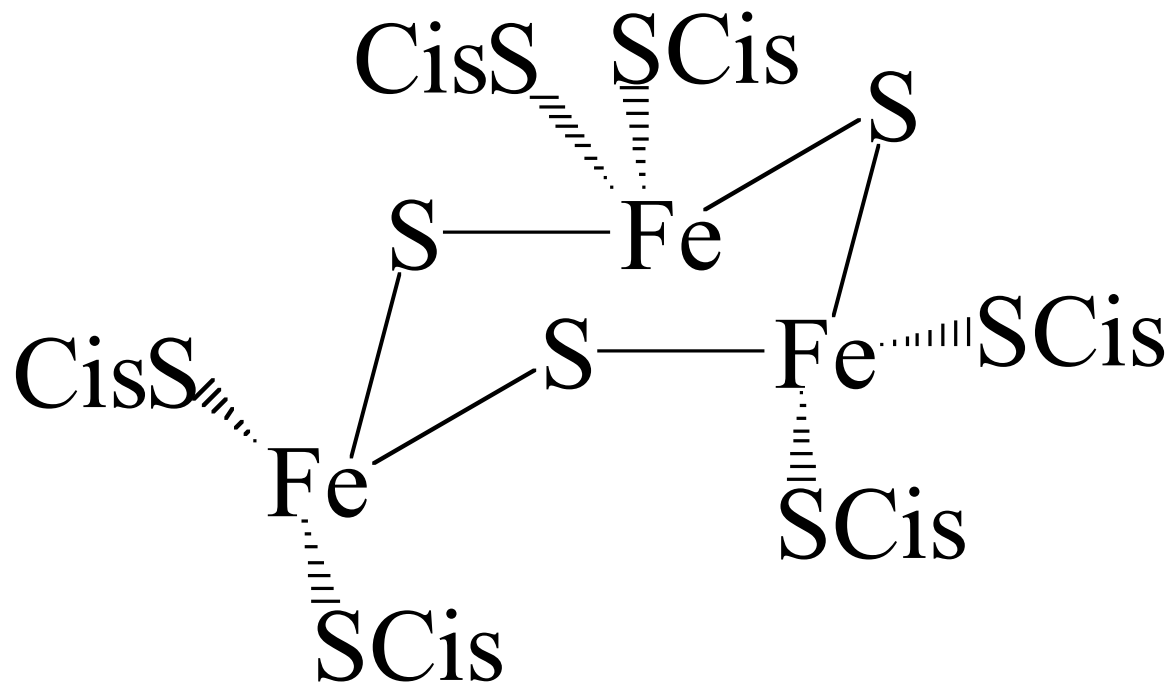
- **PRESENCIA**
  - ◆ **SERES SUPERIORES**
  - ◆ **SERES INFERIORES**
  - ◆ **PLANTAS**
- **CLASIFICACIÓN**
  - ◆ **2:2 /3:3 /4:4/ 6:6/ 8:8**

# ESTRUCTURAS

**2:2**

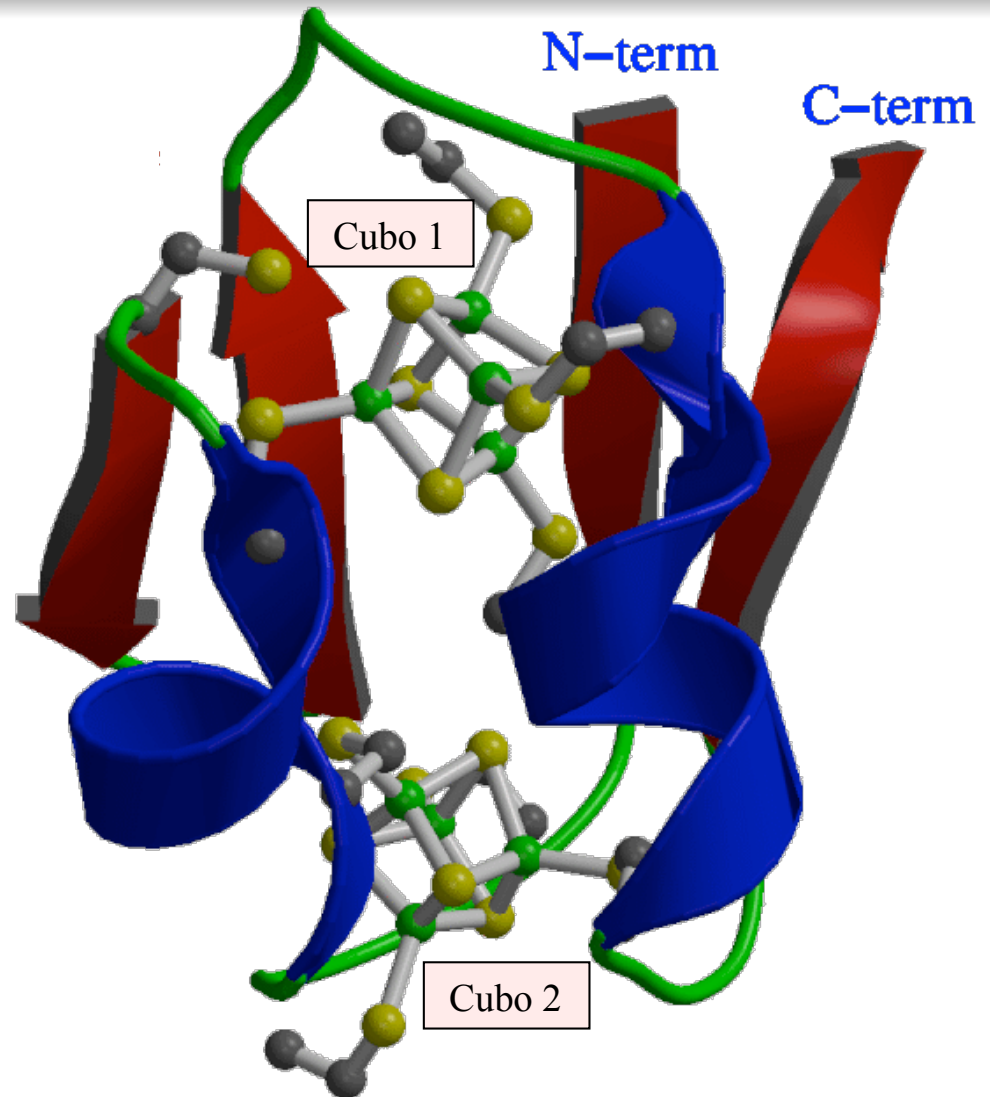
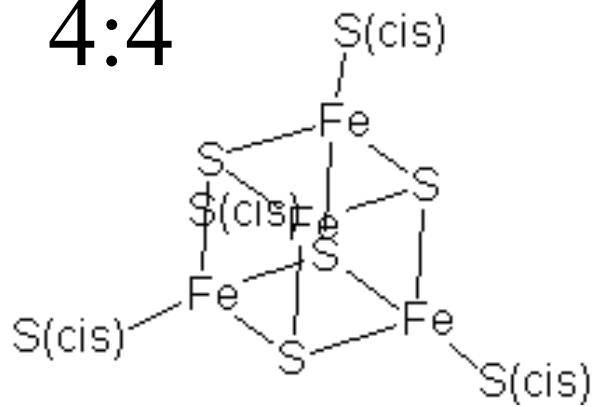


**3:3**



# ESTRUCTURAS

4:4

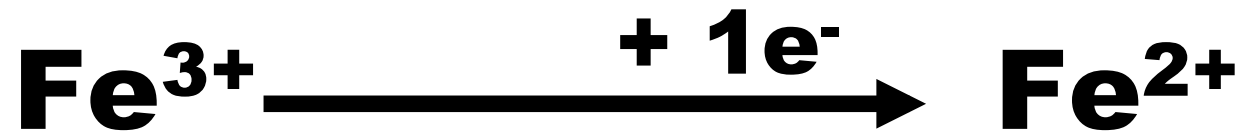




# PROPIEDADES MAGNÉTICAS

OXIDADA

*REDUCIDA*



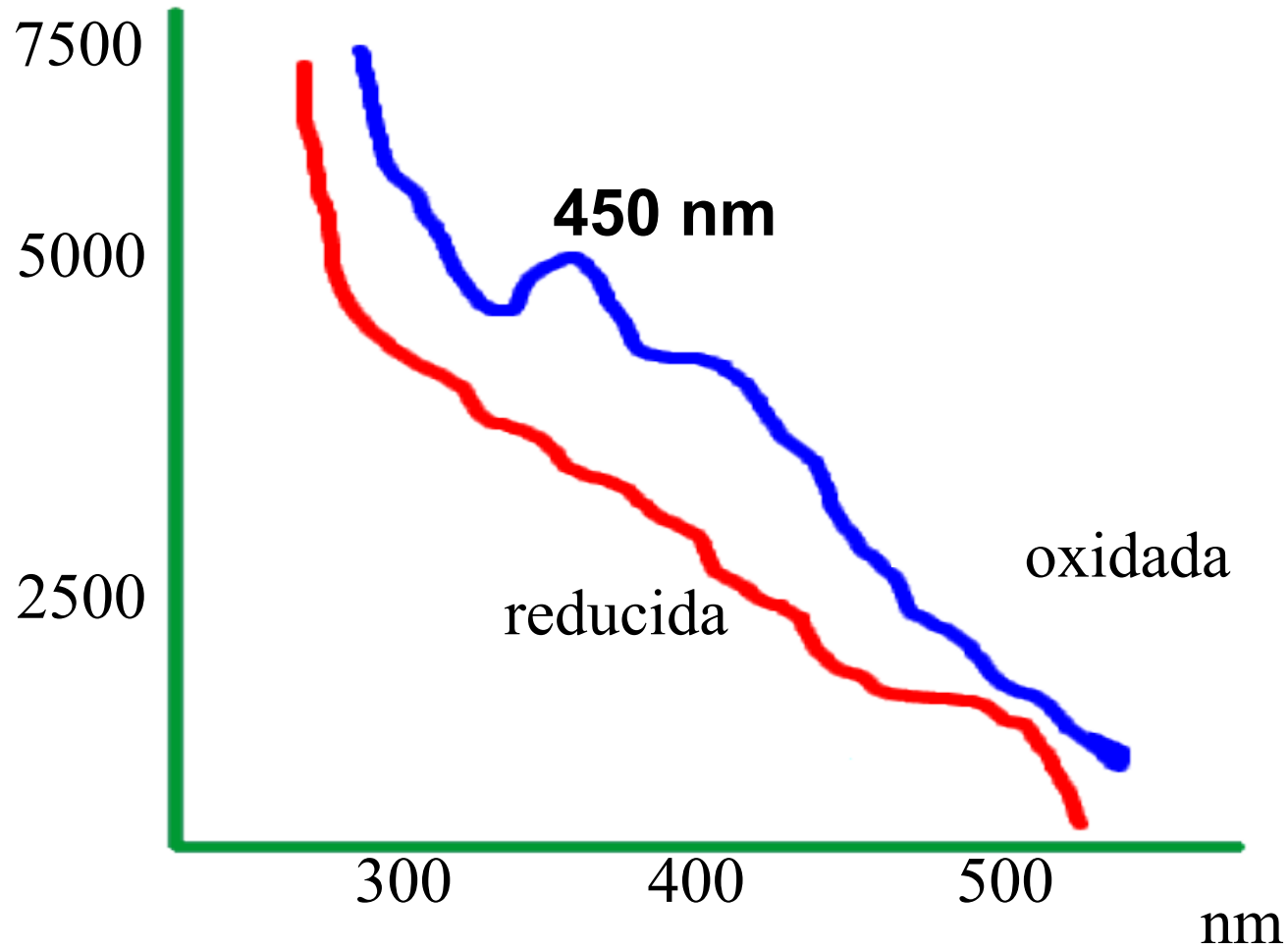
- **BAJO ESPÍN**
- **ACOPLAMIENTOS ANTIFERROMAGNÉTICOS**

# PROPIEDADES MAGNÉTICAS

	<b>E° V</b>	<b>OXIDADA</b>	<b>REDUCIDA</b>
2:2	-0,2 -0,4	DIAMAG.  <b>2Fe<sup>3+</sup></b>	1,73 MB  <b>1Fe<sup>3+</sup> 1Fe<sup>2+</sup></b>
3:3	-0,37	1,73 MB  <b>3Fe<sup>3+</sup></b>	DIAMAG.  <b>2Fe<sup>3+</sup> 1Fe<sup>2+</sup></b>
4:4	+1,35	1,73 MB  <b>3Fe<sup>3+</sup> 1Fe<sup>2+</sup></b>	DIAMAG.  <b>2Fe<sup>3+</sup> 2Fe<sup>2+</sup></b>

# ESPECTROS ELECTRÓNICOS

Absorbancias



# **PROTEINAS DE BAJO PESO MOLECULAR**

---

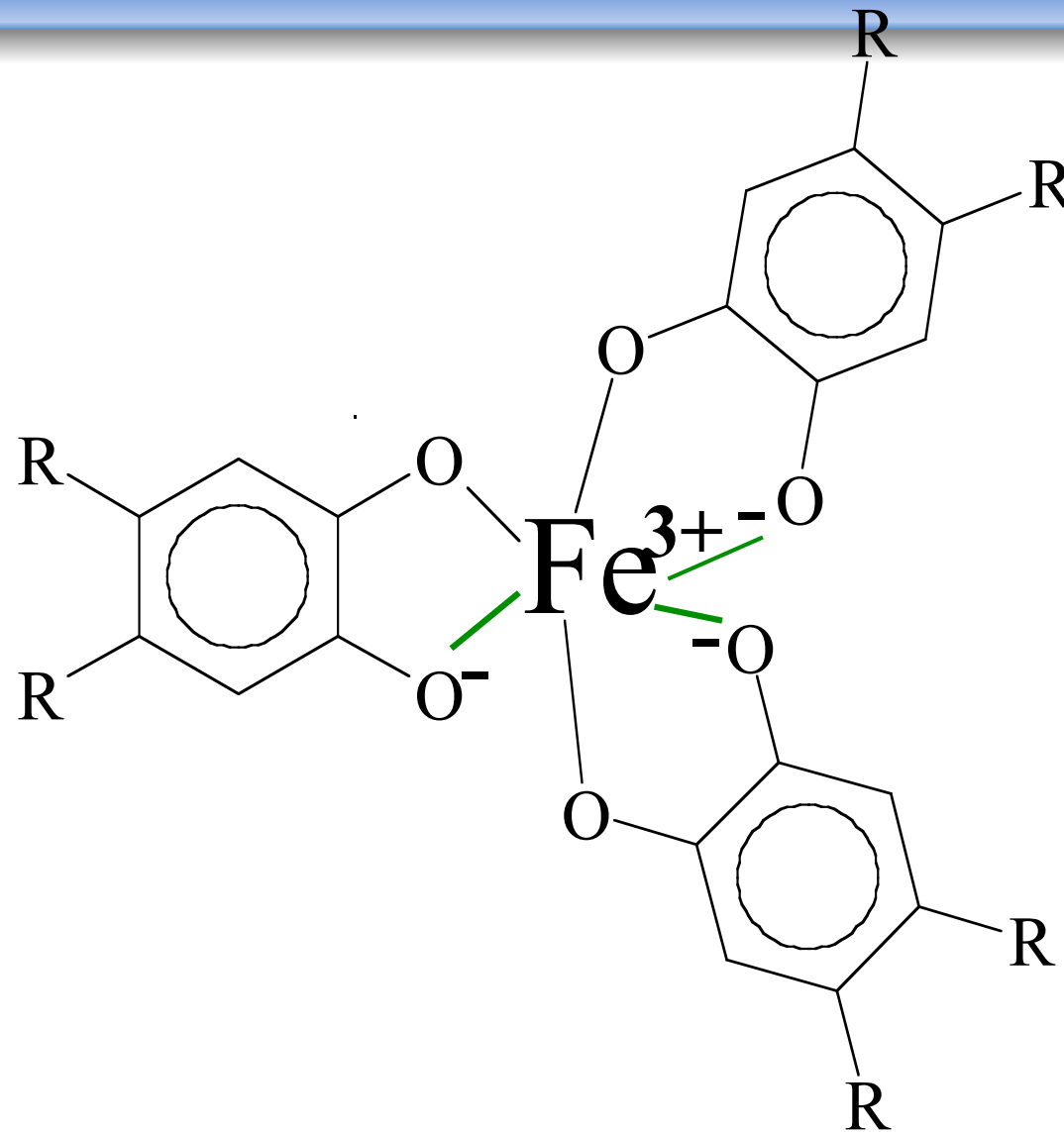
# SIDERO Cromos

- **TIPOS:**
- **FENOLATOS**
  - ◆ **ENTEROBACTINA**
- **HIDROXAMATOS**
  - ◆ **FERRICROMOS**
  - ◆ **FERROXIAMINAS**

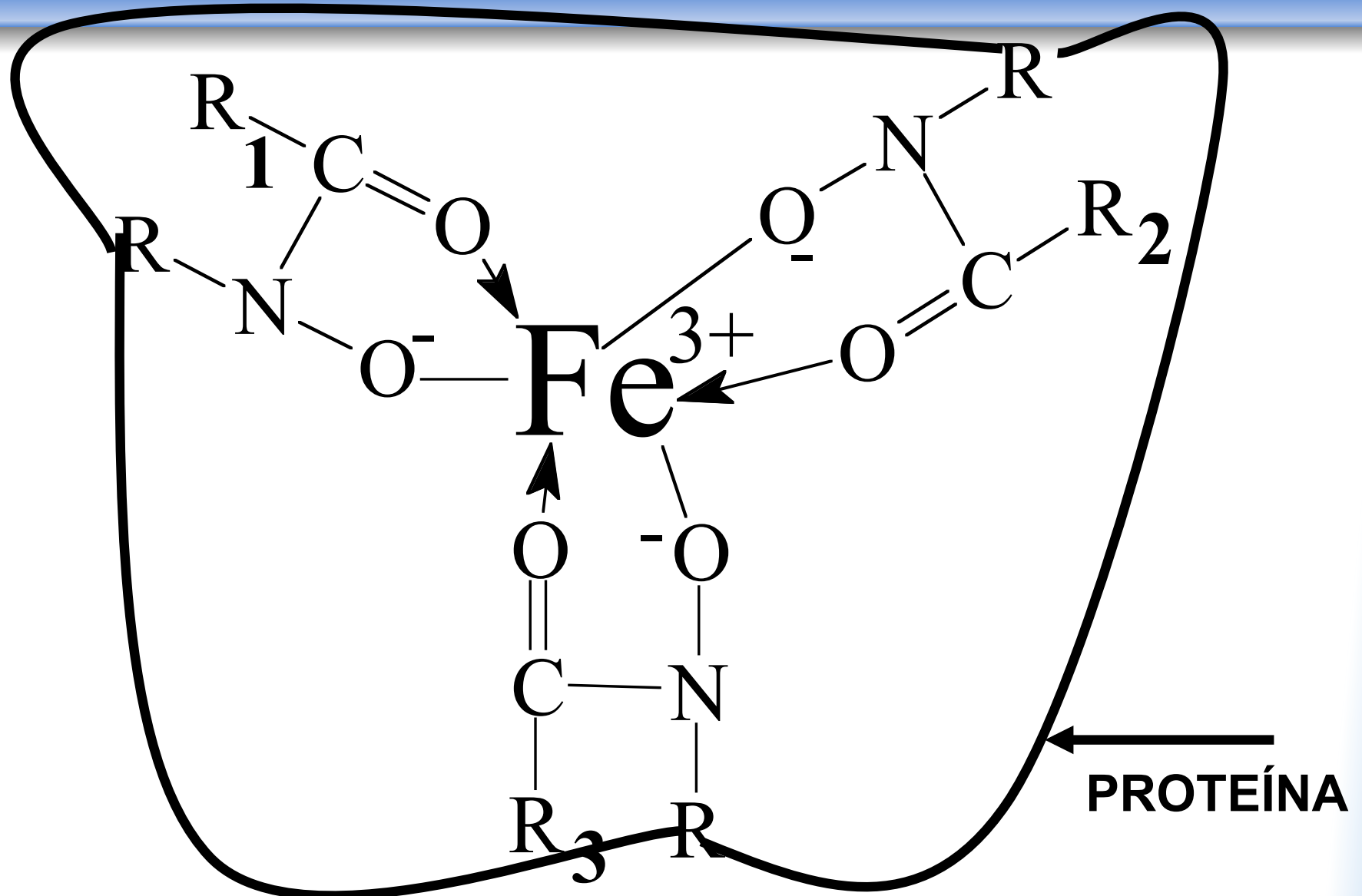
# FUNCIÓN

- TRANSPORTE DE HIERRO EN SERES INFERIORES

# ENTEROBACTINA



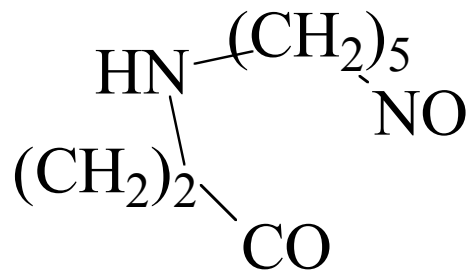
# HIDROXAMATOS





# HIDROXAMATOS

ANILLO



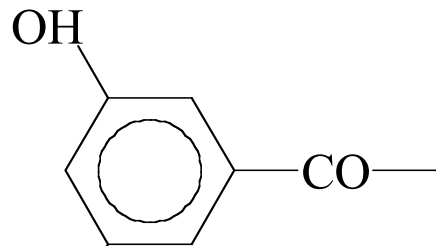
**FERROXIAMINA**

**FERRIMICINA**

**FERRICROMO**

**FERRICROMO A**

A\*



**ALBOMICINA**

NH(C<sub>9</sub>H<sub>16</sub>O<sub>4</sub>N<sub>3</sub>)

R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
H	CH <sub>3</sub>	ANILLO
A*	CH <sub>3</sub>	ANILLO
H	H	CH <sub>3</sub>
CH <sub>2</sub> OH	H	CH=C-CH <sub>3</sub>   COOH
CH <sub>2</sub> OH	CH <sub>2</sub> OH	CH <sub>3</sub>