

# Caracterización fisiológica y molecular de la absorción de $K^+$ en plantas.

Francisco Rubio

Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura-CSIC

# ELEMENTOS ESENCIALES

CONCENTRACIONES ADECUADAS DE ELEMENTOS NUTRIENTES EN EL TEJIDO VEGETAL (Epstein, 1972)

## MACRONUTRIENTES

## MICRONUTRIENTES

**Elemento**                      **% en la materia  
seca**

**Elemento**                      **ppm en la  
materia seca**

---

<b>S</b>	<b>0,1</b>
<b>P</b>	<b>0,2</b>
<b>Mg</b>	<b>0,2</b>
<b>Ca</b>	<b>0,5</b>
<b>K</b>	<b>1</b>
<b>N</b>	<b>1,5</b>
<b>O</b>	<b>45</b>
<b>C</b>	<b>45</b>
<b>H</b>	<b>6</b>

---

---

<b>Mo</b>	<b>0,1</b>
<b>Cu</b>	<b>6</b>
<b>Zn</b>	<b>20</b>
<b>Mn</b>	<b>50</b>
<b>Fe</b>	<b>100</b>
<b>B</b>	<b>20</b>
<b>Cl</b>	<b>100</b>

---

# ELEMENTOS ESENCIALES

Necesarios para completar el ciclo de la planta

Su ausencia causa una deficiencia específica

Tienen un papel definido en el metabolismo de la planta



**COMPLETO**



**-N**



**-P**



**-K**

# ELEMENTOS ESENCIALES

CONCENTRACIONES ADECUADAS DE ELEMENTOS NUTRIENTES EN EL TEJIDO VEGETAL (Epstein, 1972)

## MACRONUTRIENTES

## MICRONUTRIENTES

Elemento                      % en la materia  
seca

Elemento                      ppm en la  
materia seca

S                      0,1

P                      0,2

Mg                      0,2

Ca                      0,5

K                      1

N                      1,5

O                      45

C                      45

H                      6

Mo                      0,1

Cu                      6

Zn                      20

Mn                      50

Fe                      100

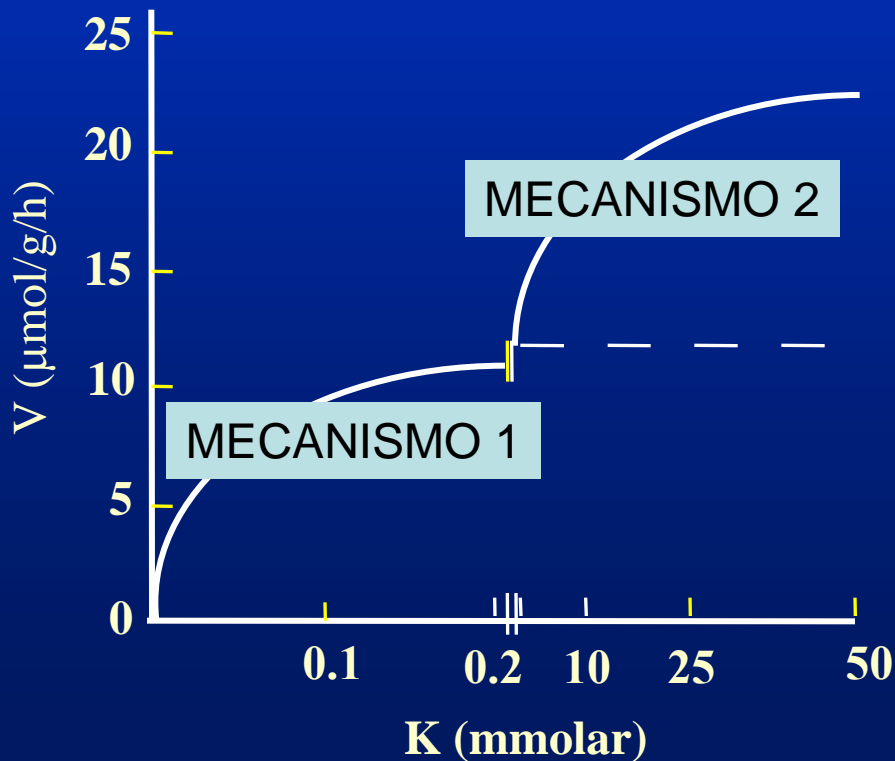
B                      20

Cl                      100

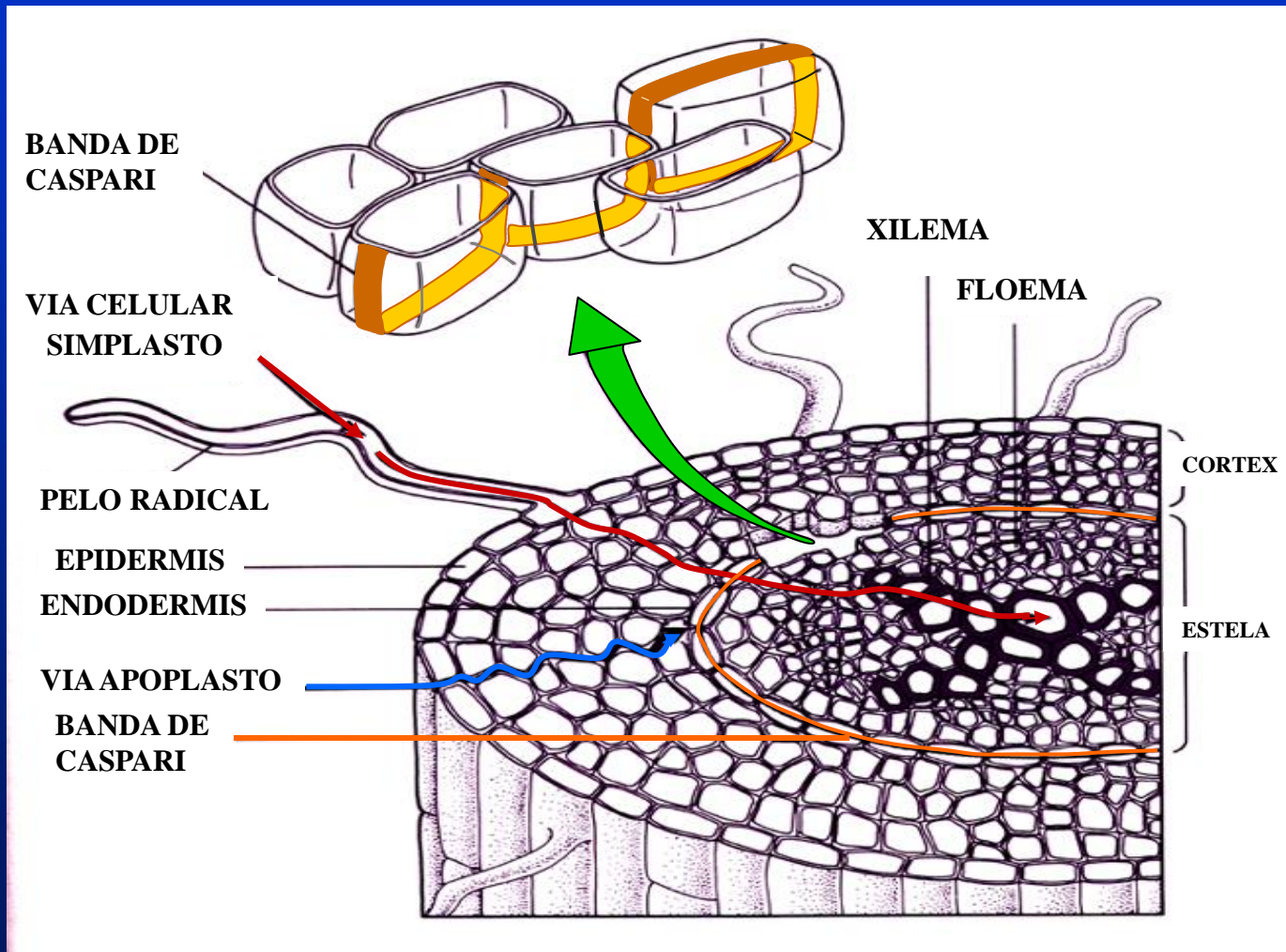
# DUAL PATTERN OF ION ABSORPTION BY PLANT CELLS AND BY PLANTS

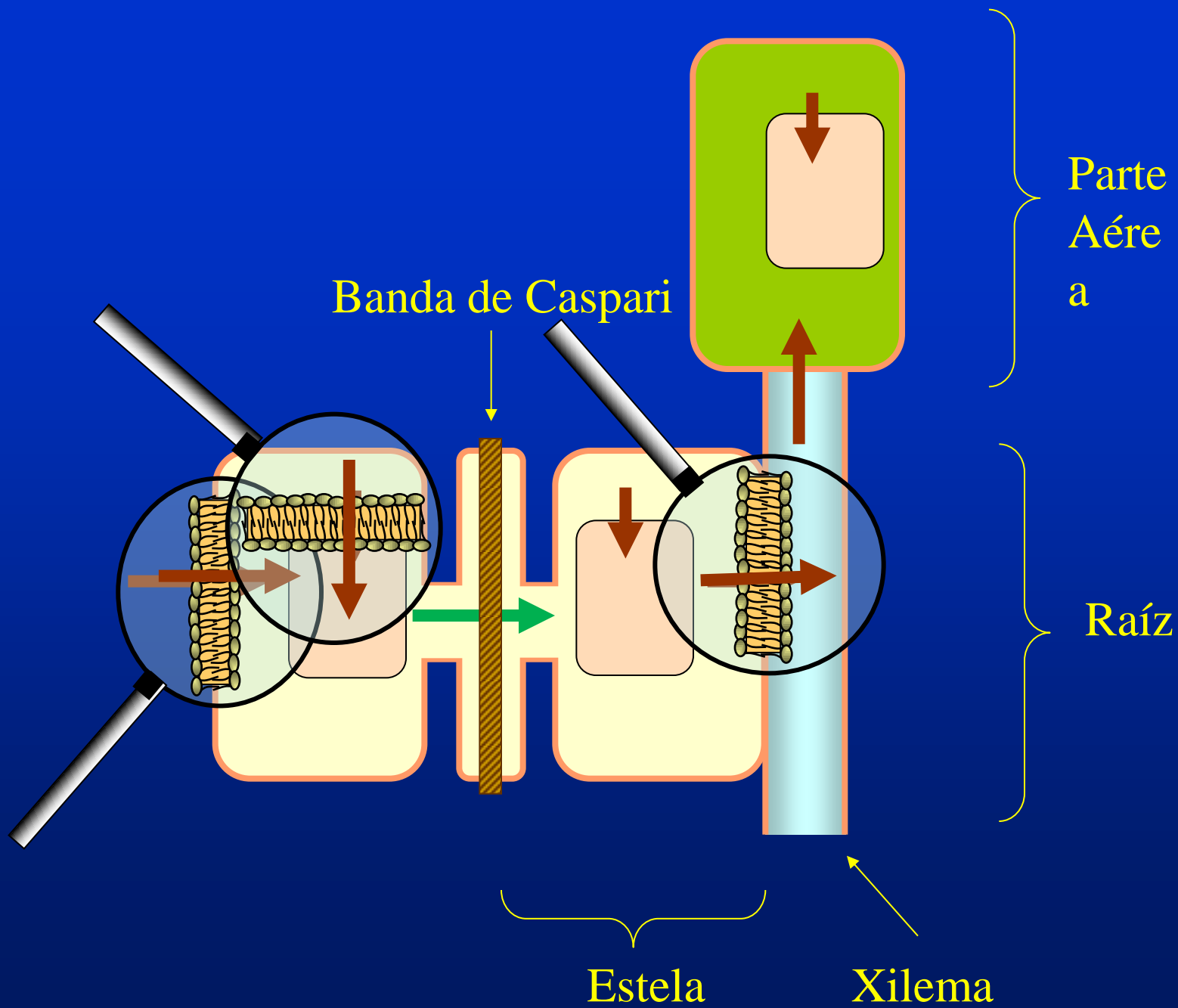
By Prof. EMANUEL EPSTEIN

Department of Soil and Plant Nutrition, University of California, Davis, California



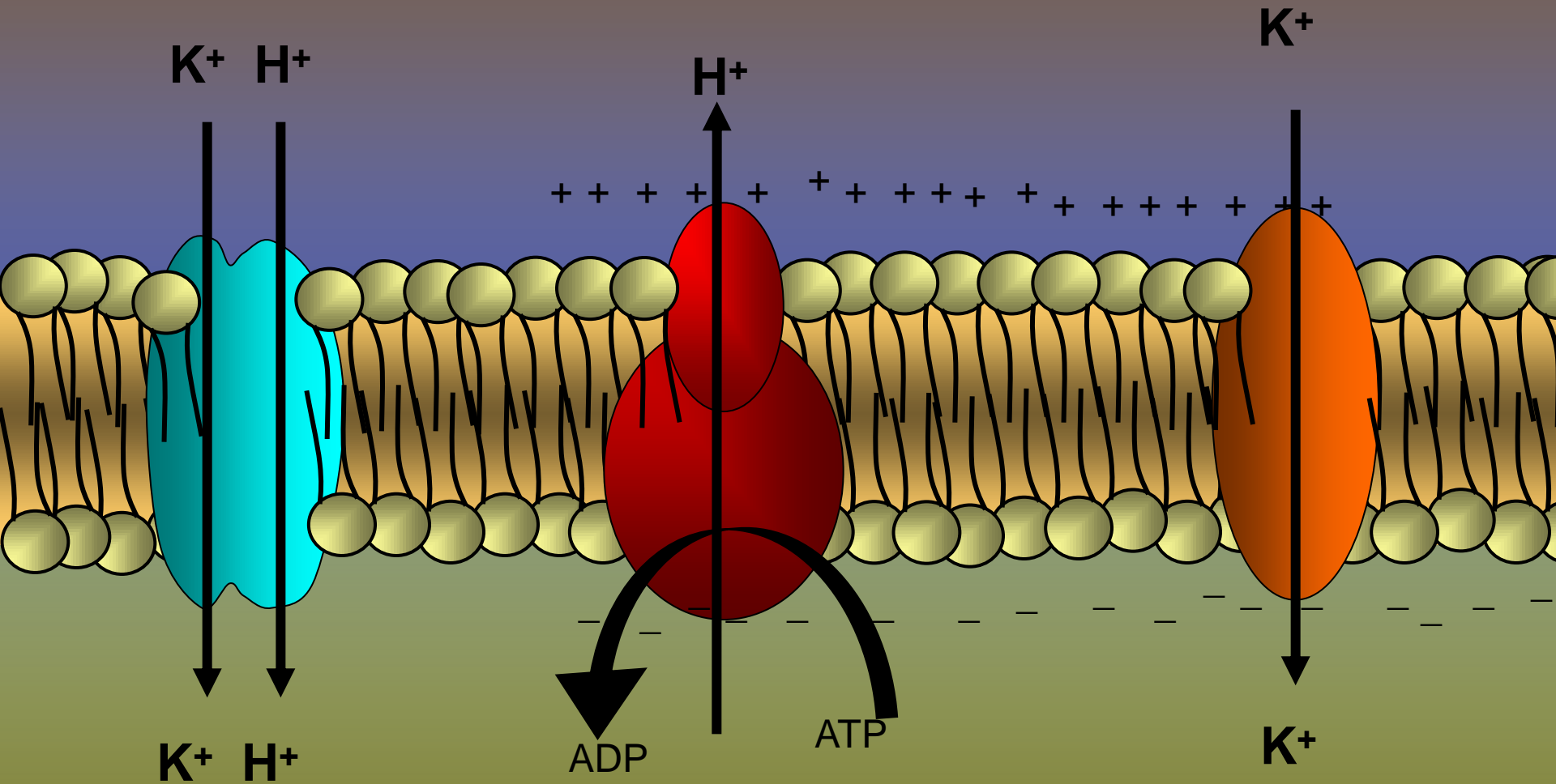
# VÍAS DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES EN LA RAÍZ



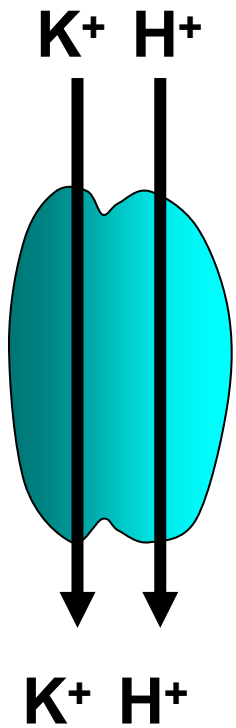


MECANISMO 1

MECANISMO 2







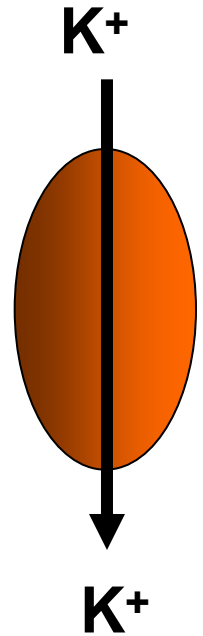
$$E = \frac{-60}{m+n} \left[ m \log \frac{K_i}{K_o} + n \log \frac{H_i}{H_o} \right]$$

$$E = \frac{-60}{2} \log \frac{K_i}{K_o}$$

$K_i/K_o$	E
100/100	0
100/10	-30
100/1	-60
100/0.1	-90
100/0.01	-120
100/0.001	-150
100/0.0001	-180

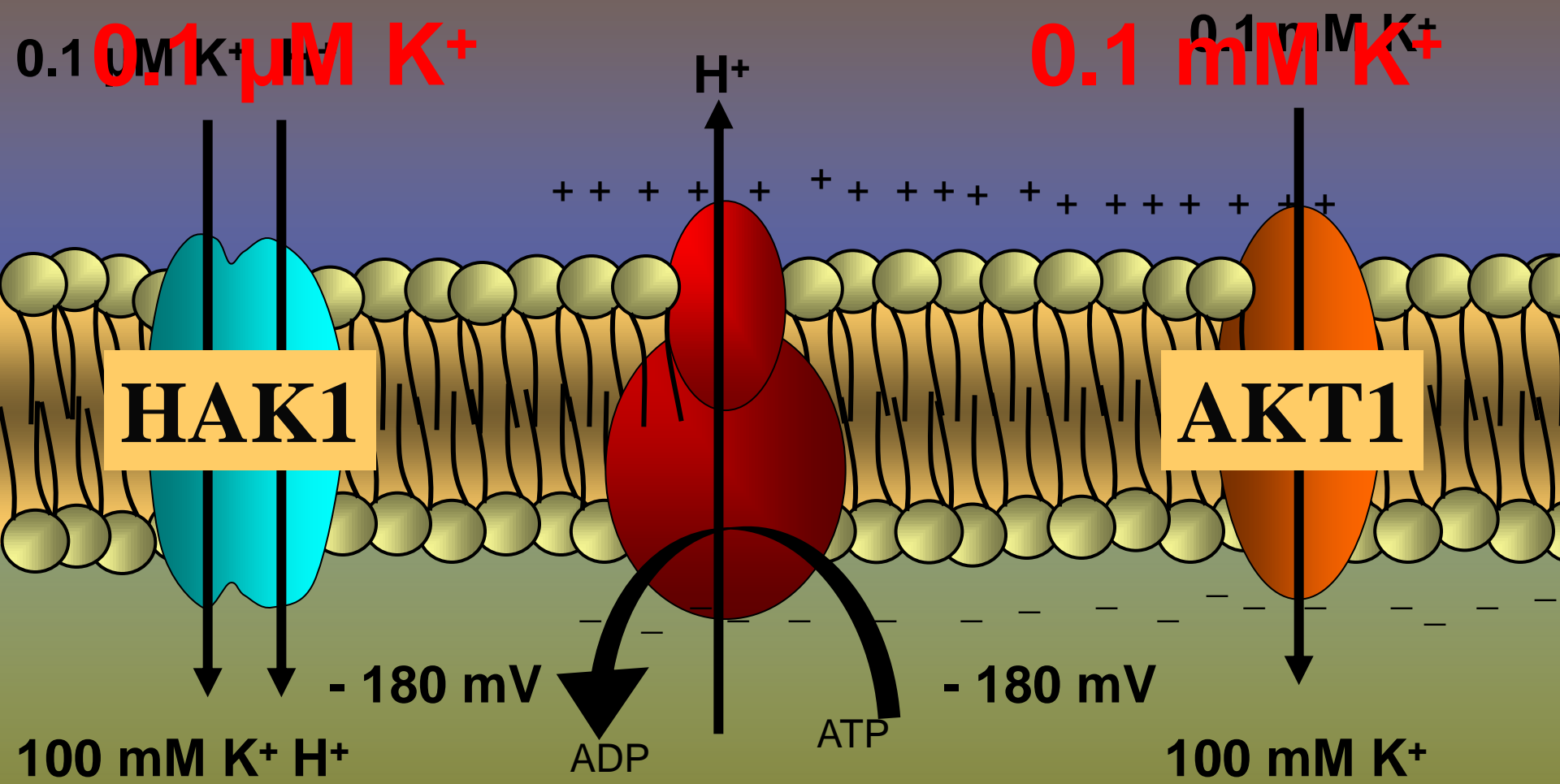
$$E = \frac{-60}{1} \log \frac{K_i}{K_o}$$

$K_i/K_o$	E
100/100	0
100/10	-60
100/1	-120
100/0.1	-180

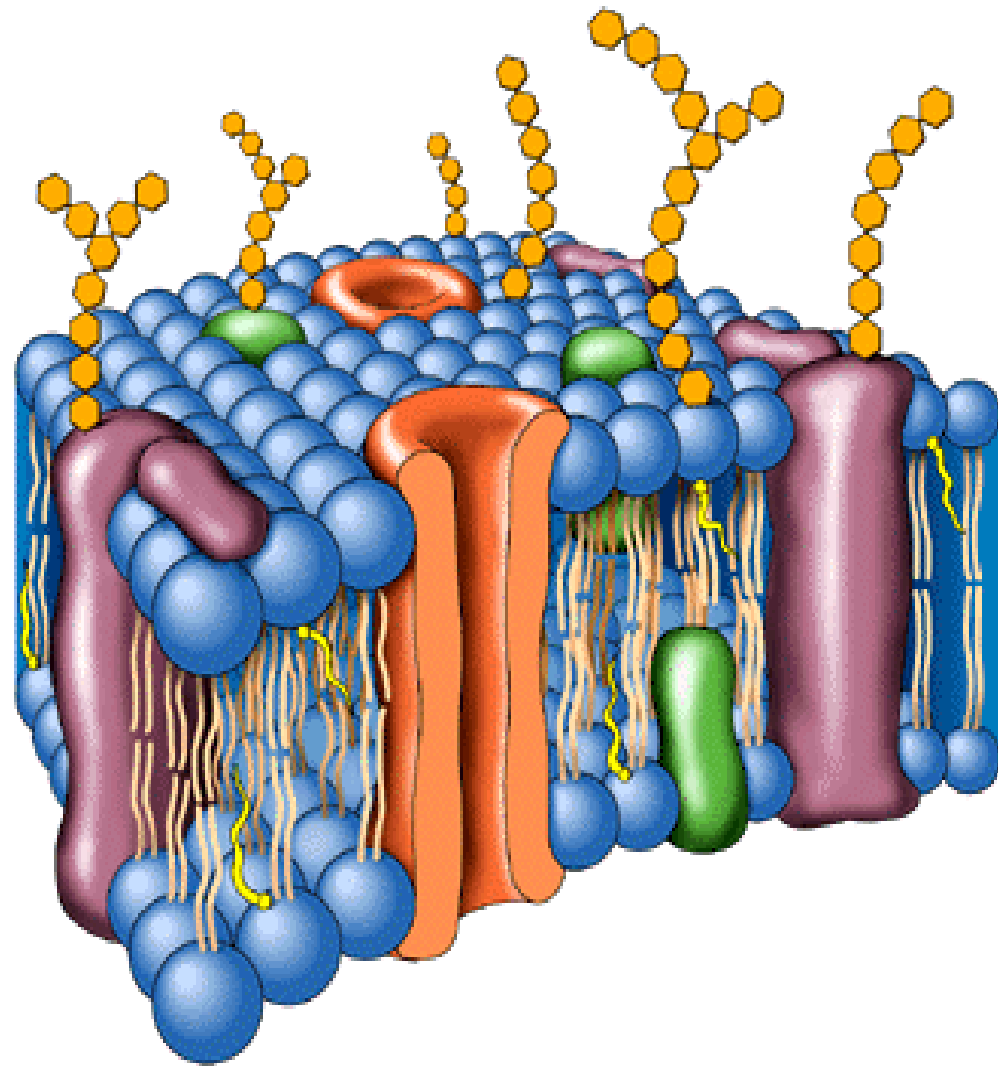


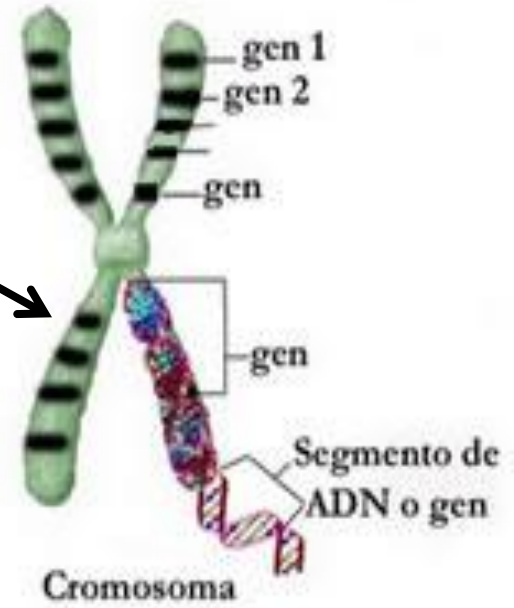
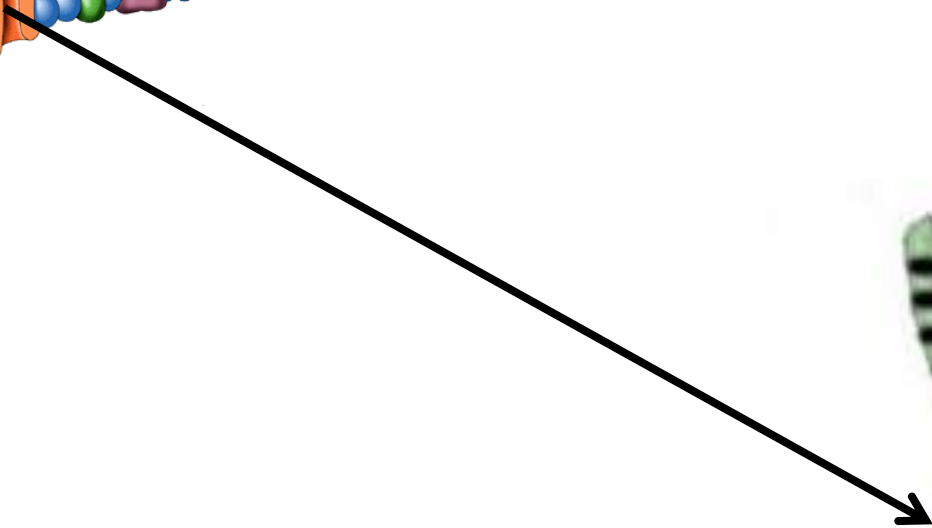
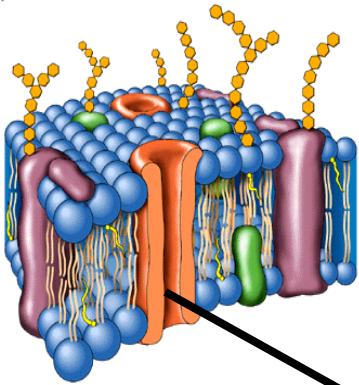
MECHANISMO 1

MECHANISMO 2

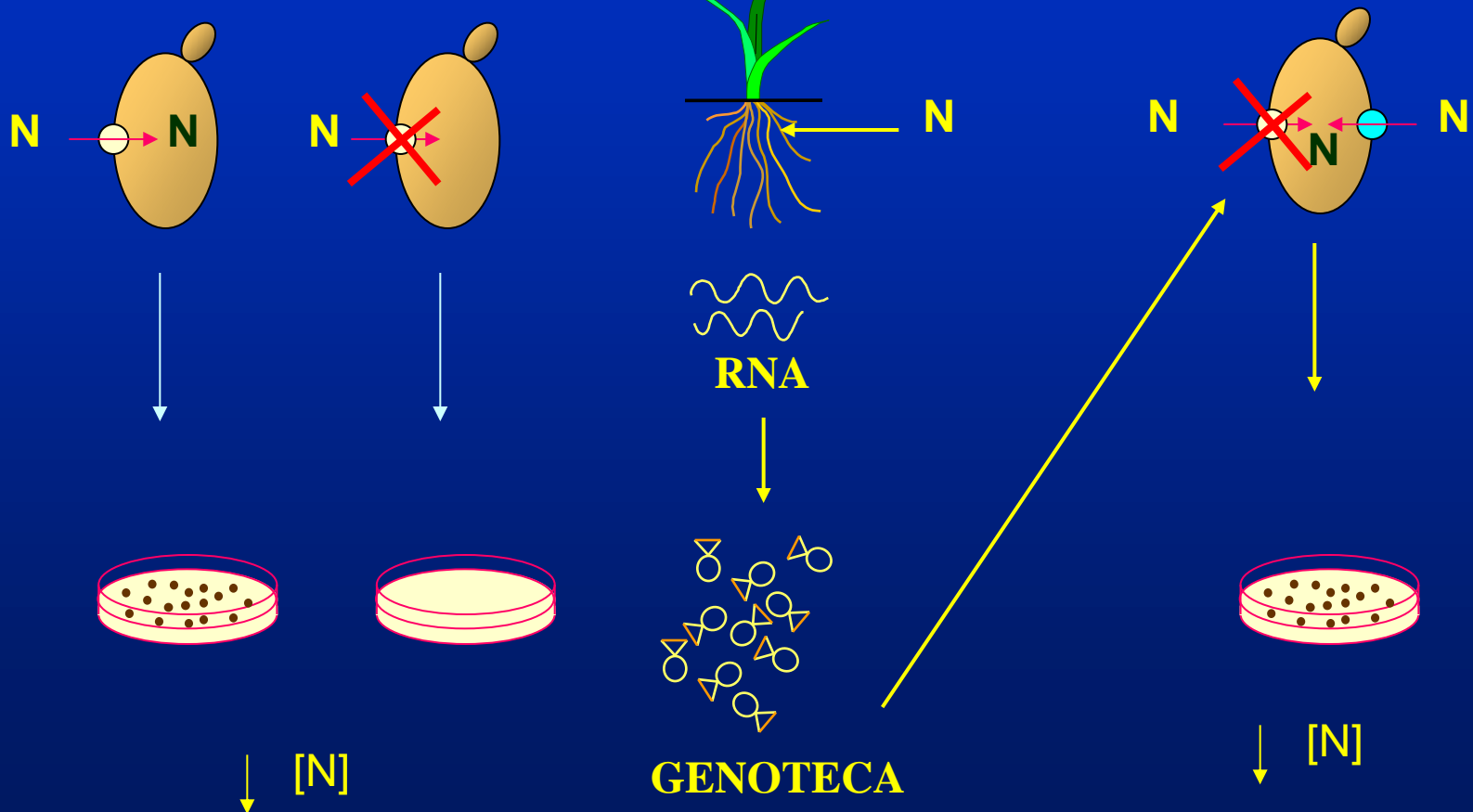


$K^+$

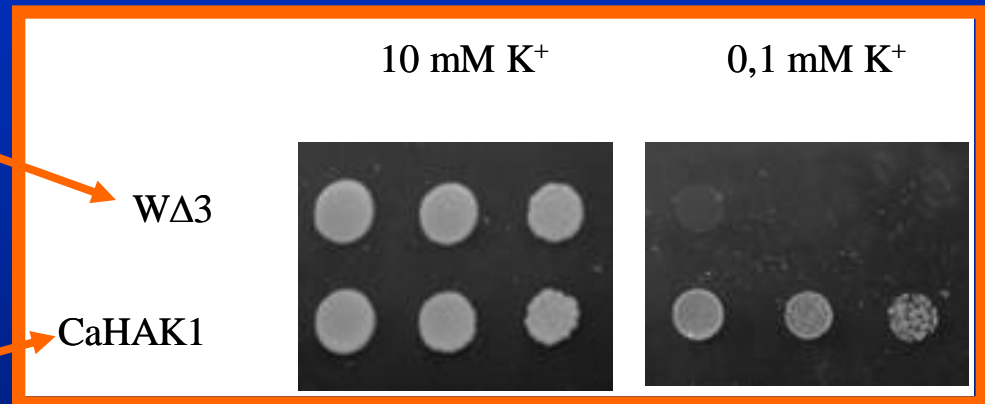
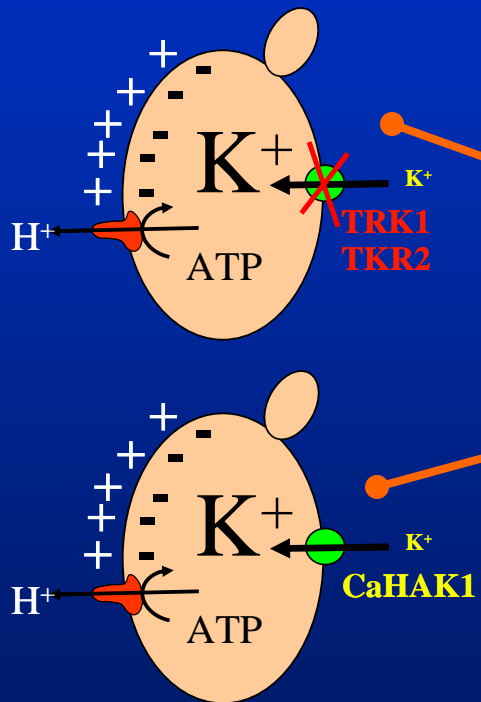




# AISLAMIENTO DE TRANSPORTADORES DE PLANTAS POR COMPLEMENTACION EN LEVADURA



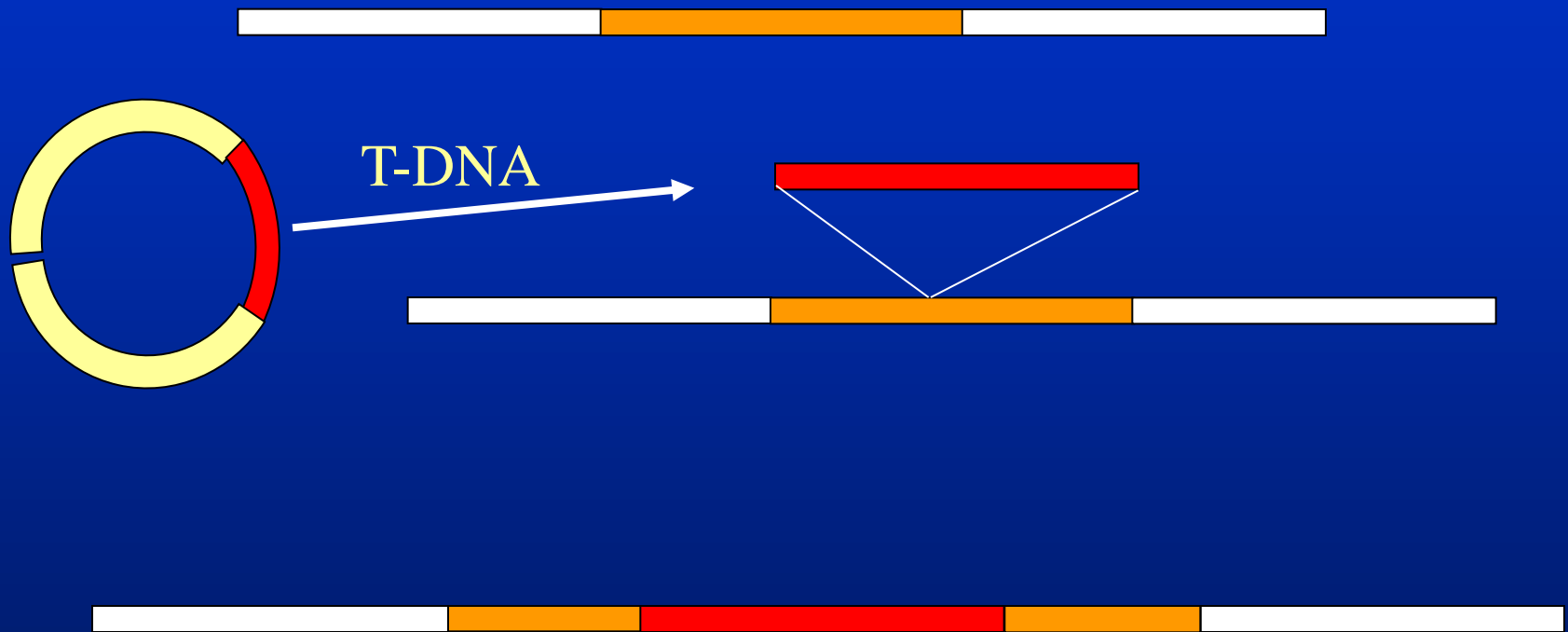
# Expresión en levadura



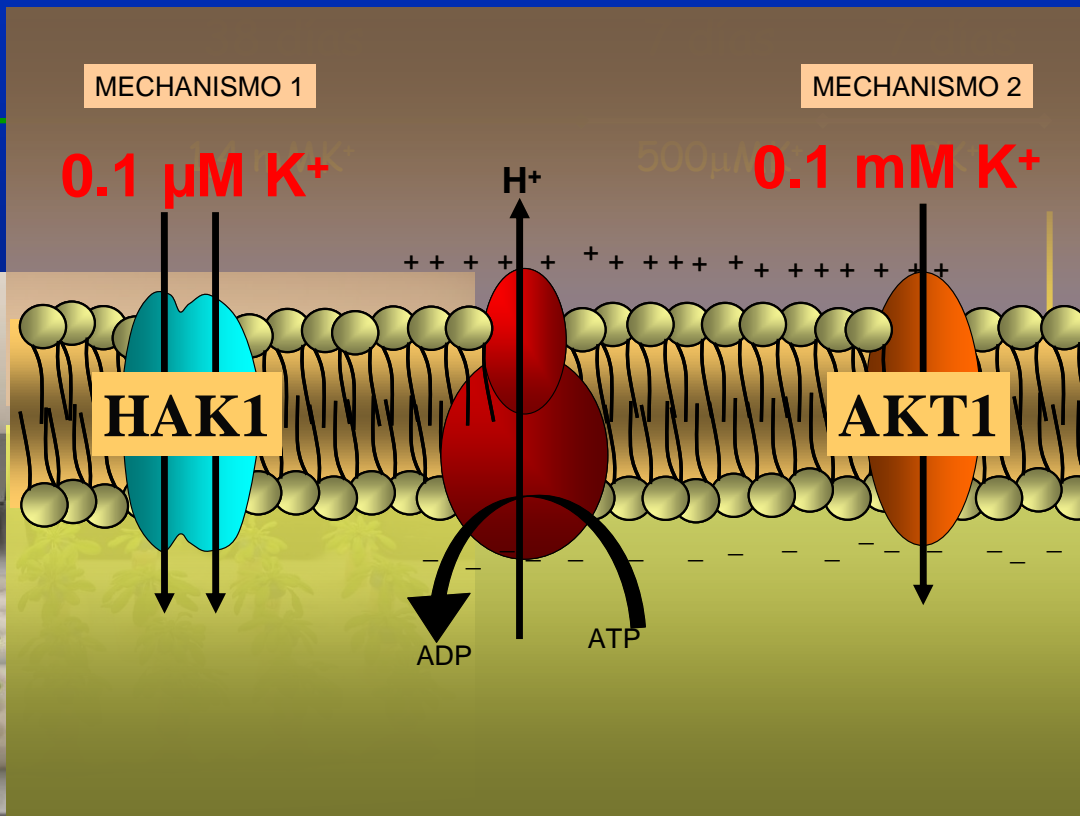
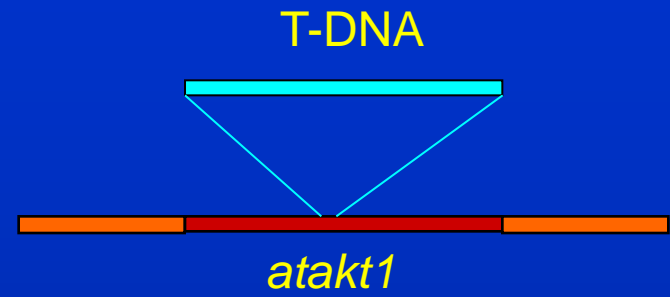
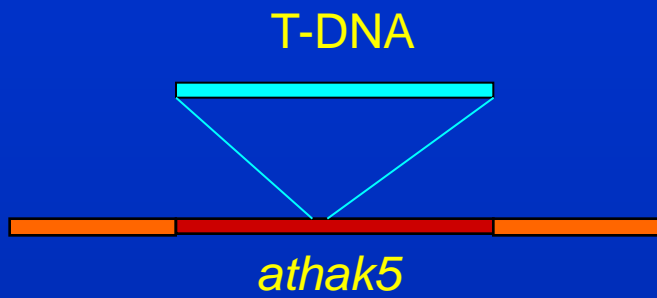
*Arabidopsis thaliana*



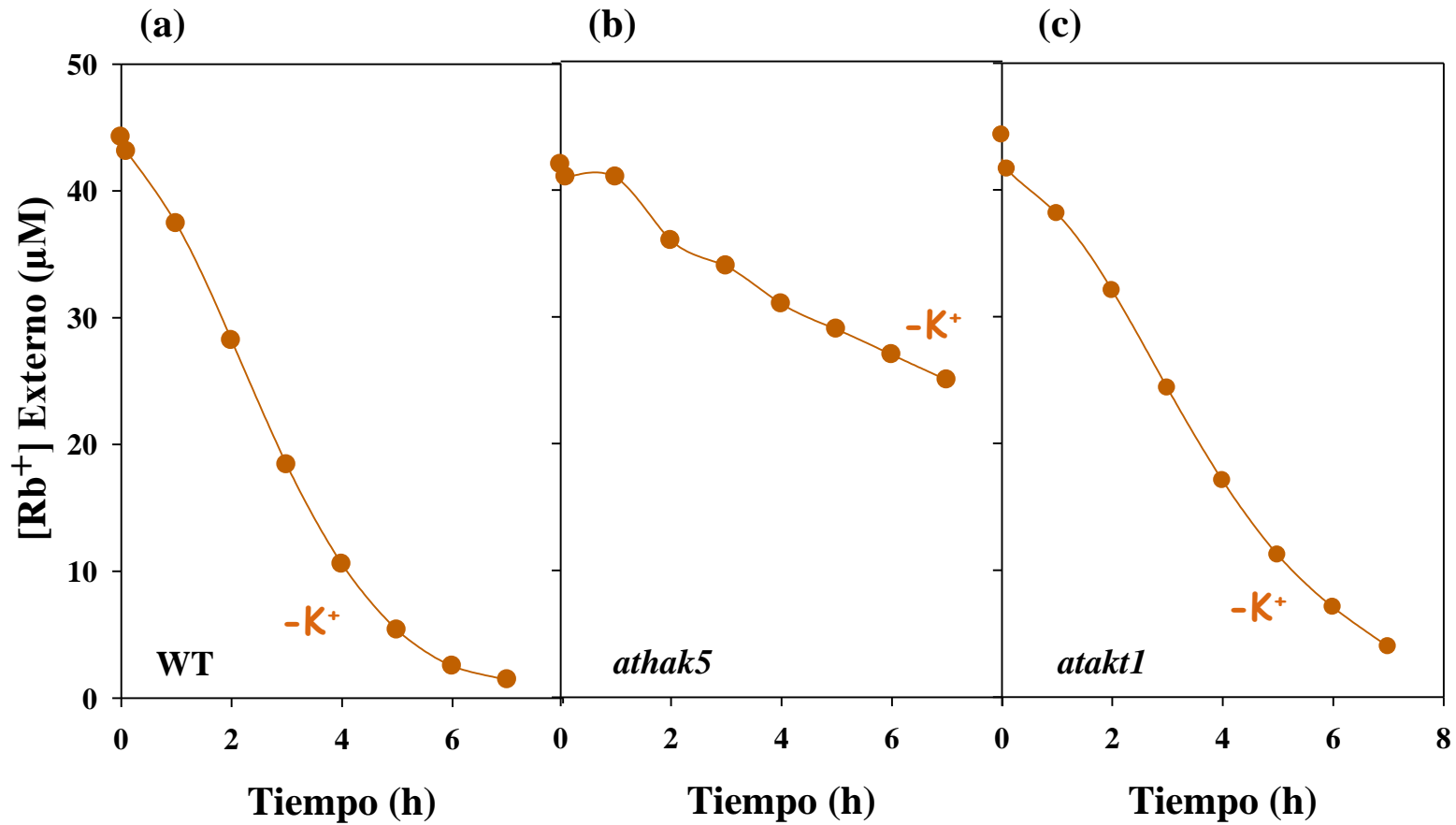
# MUTANTES DE INSERCIÓN DE T-DNA



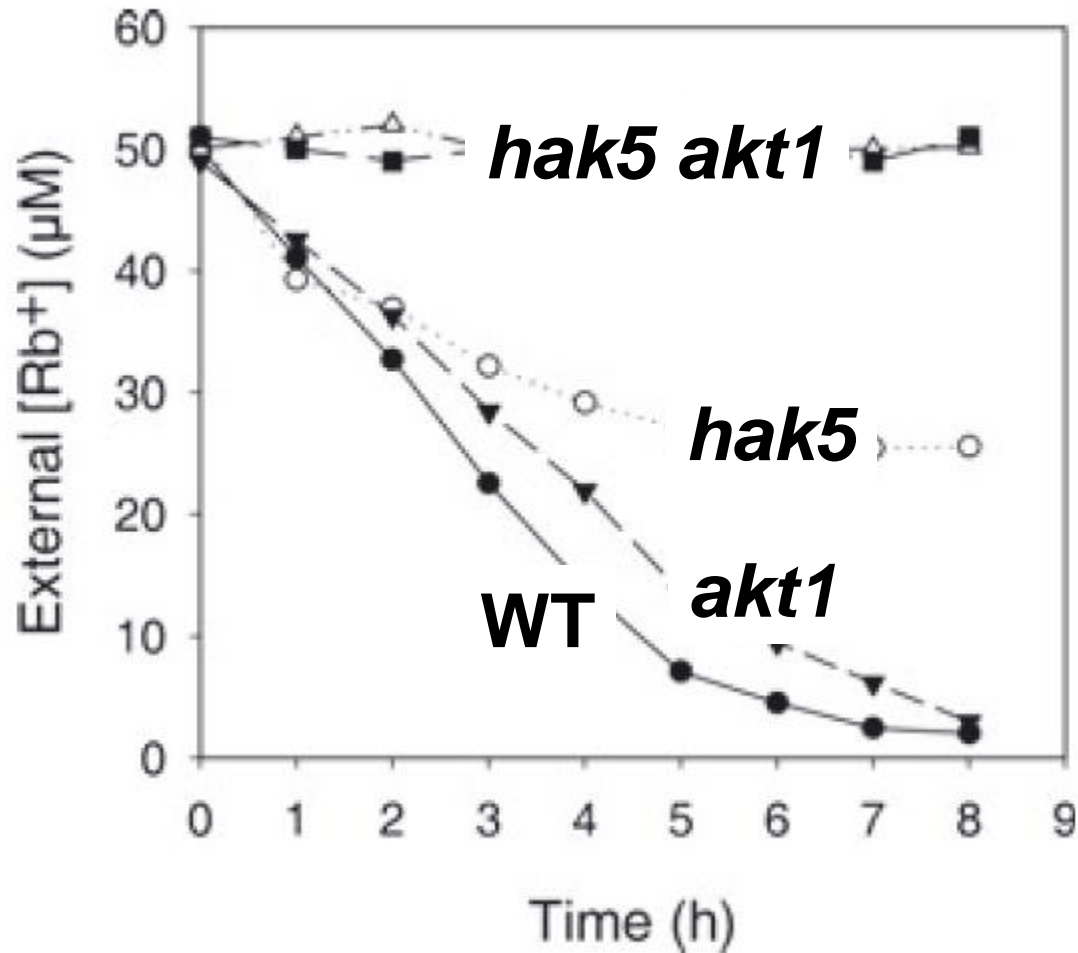




## Transporte de $Rb^+$ en plantas crecidas sin $NH_4^+$



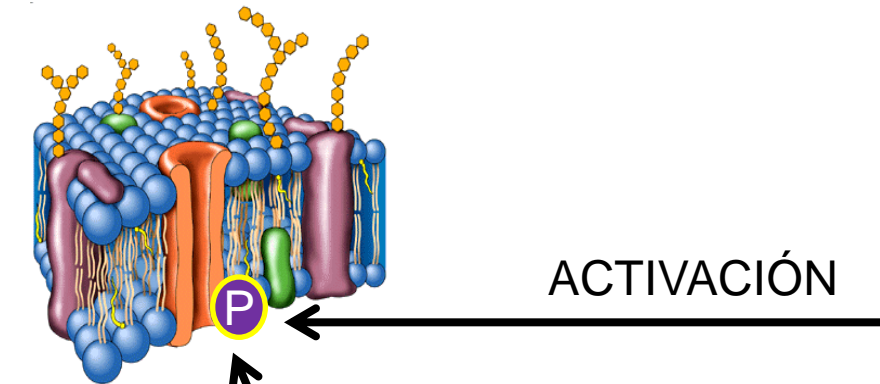
# Doble mutante *athak5, atakt1*



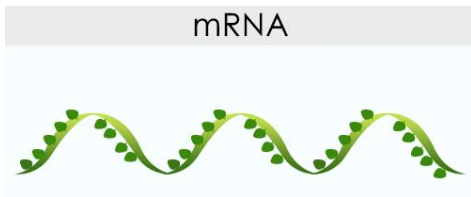
# REGULACIÓN DE LA ABSORCIÓN DE $K^+$

TRANSCRIPCIONAL

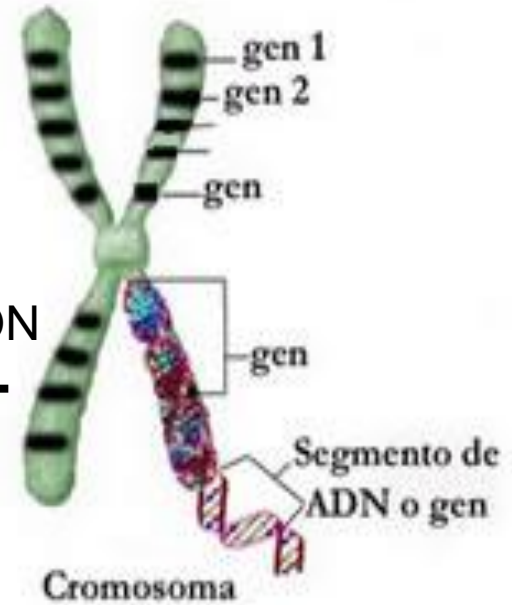
POSTRANSCRIPCIONAL



TRADUCCIÓN



TRANSCRIPCIÓN

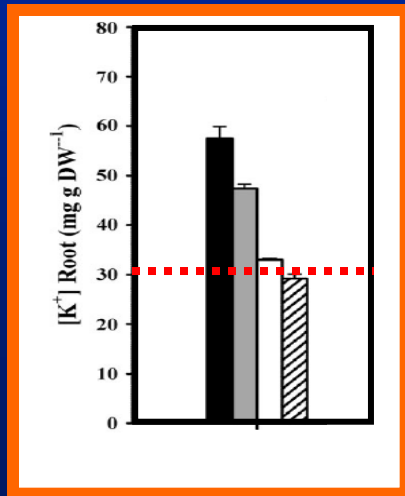
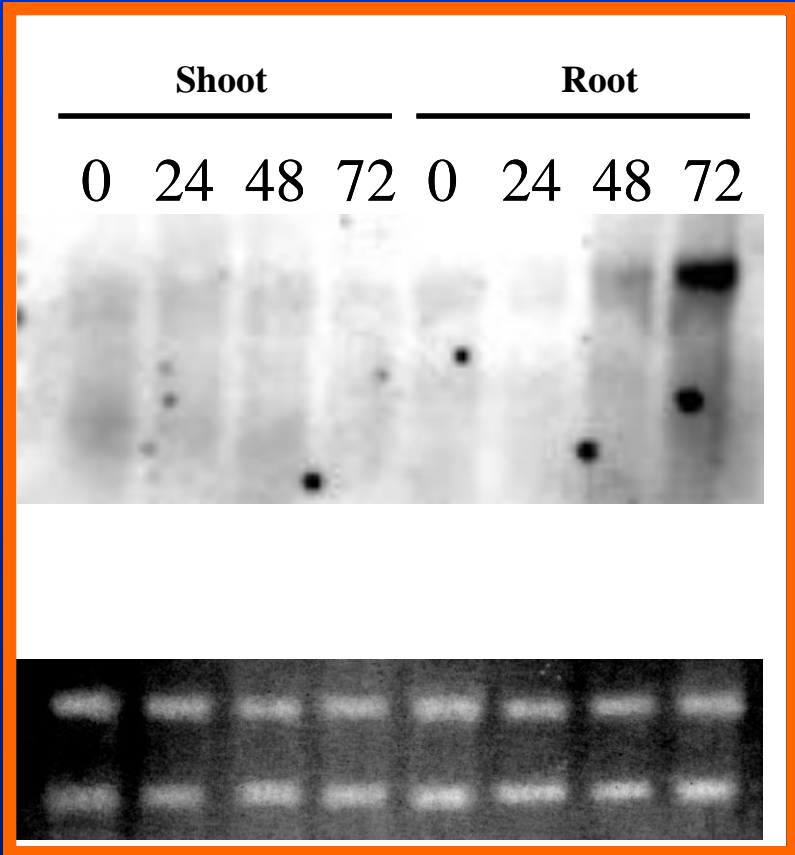
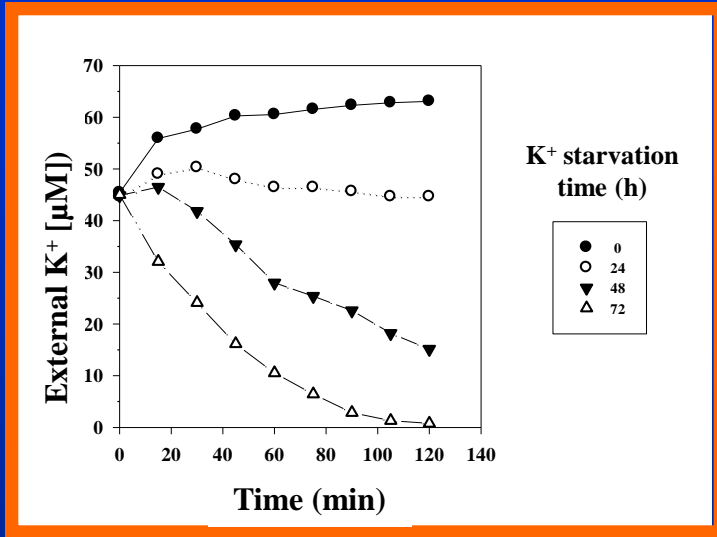


# REGULACIÓN DE LA ABSORCIÓN DE $K^+$

TRANSCRIPCIONAL

POSTRANSCRIPCIONAL

# Expresión de *CaHAK1*

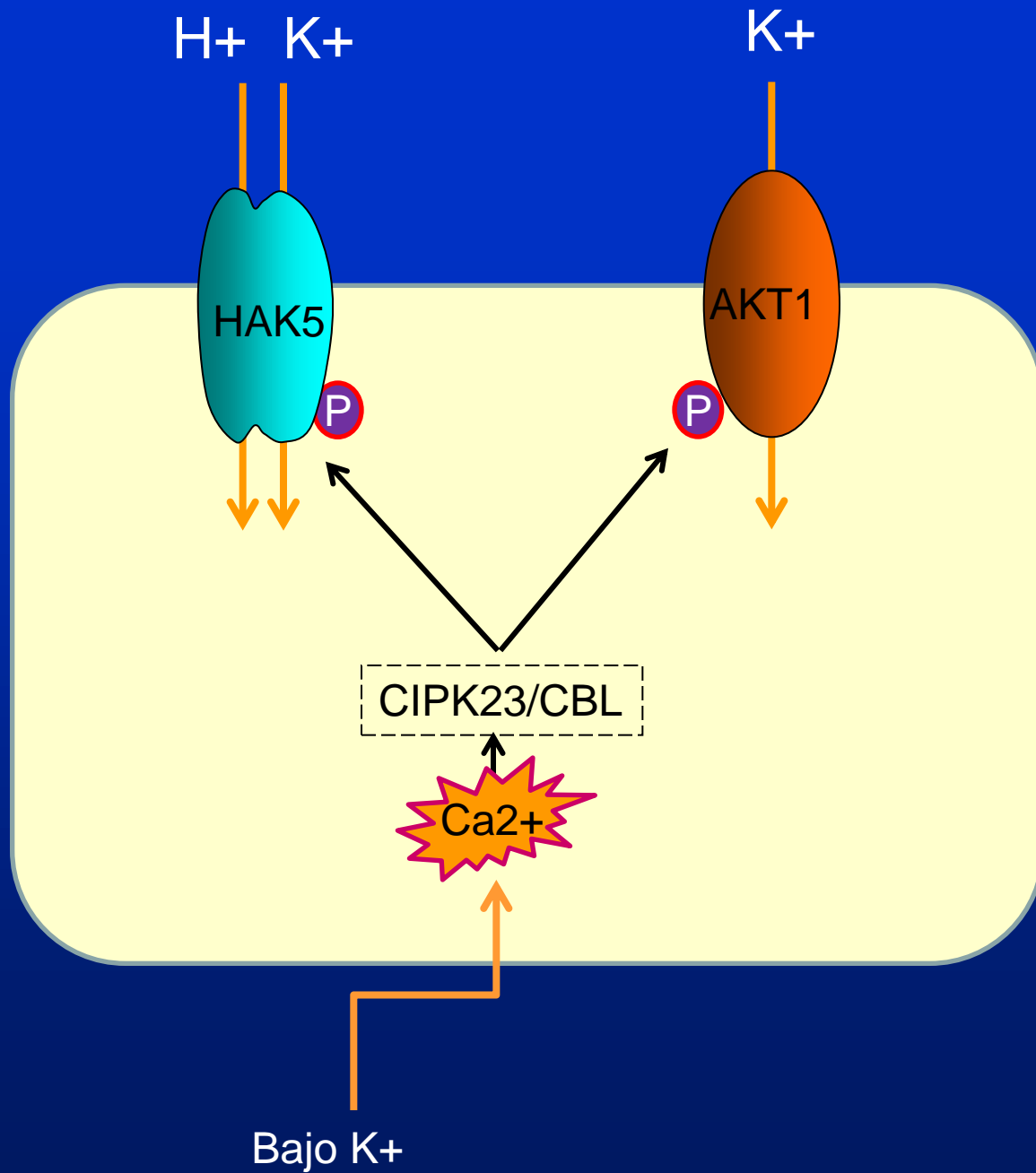


# REGULACIÓN DE LA ABSORCIÓN DE $K^+$

TRANSCRIPCIONAL

POSTRANSCRIPCIONAL





# INHIBIDORES DEL TRANSPORTE DE $K^+$

# Tabla Periódica de los Elementos

1 IA New Original											18 VIIIA							
1 <b>H</b> Hidrógeno 1.00794																		2 <b>He</b> Helio 4.002602
3 <b>Li</b> Litio 6.941	4 <b>Be</b> Berilio 9.012182											5 <b>B</b> Boro 10.811	6 <b>C</b> Carbono 12.0107	7 <b>N</b> Nitrógeno 14.00674	8 <b>O</b> Oxígeno 15.9994	9 <b>F</b> Flúor 18.9984032	10 <b>Ne</b> Neón 20.1797	
11 <b>Na</b> Sodio 22.989770	12 <b>Mg</b> Magnesio 24.3050	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 IIIA <b>Al</b> Aluminio 26.981538	14 IVA <b>Si</b> Silicio 28.0855	15 VA <b>P</b> Fósforo 30.973761	16 VIA <b>S</b> Azufre 32.066	17 VIIA <b>Cl</b> Cloro 35.453	18 VIIIA <b>Ar</b> Argón 39.948	
19 <b>K</b> Potasio 39.0983	20 <b>Ca</b> Calcio 40.078	21 <b>Sc</b> Escandio 44.955910	22 <b>Ti</b> Titanio 47.867	23 <b>V</b> Vanadio 50.9415	24 <b>Cr</b> Cromo 51.9961	25 <b>Mn</b> Manganeso 54.938049	26 <b>Fe</b> Hierro 55.8457	27 <b>Co</b> Cobalto 58.933200	28 <b>Ni</b> Níquel 58.6934	29 <b>Cu</b> Cobre 63.546	30 <b>Zn</b> Zinc 65.409	31 <b>Ga</b> Galio 69.723	32 <b>Ge</b> Germanio 72.84	33 <b>As</b> Arsénico 74.92160	34 <b>Se</b> Selenio 78.96	35 <b>Br</b> Bromo 79.904	36 <b>Kr</b> Kriptón 83.798	
37 <b>Rb</b> Rubidio 85.4678	38 <b>Sr</b> Estroncio 87.62	39 <b>Y</b> Itrio 88.90585	40 <b>Zr</b> Circonio 91.224	41 <b>Nb</b> Niobio 92.90638	42 <b>Mo</b> Molibdeno 95.94	43 <b>Tc</b> Tecnecio (98)	44 <b>Ru</b> Rutenio 101.07	45 <b>Rh</b> Rodio 102.90550	46 <b>Pd</b> Paladio 106.42	47 <b>Ag</b> Plata 107.8682	48 <b>Cd</b> Cadmio 112.411	49 <b>In</b> Indio 114.818	50 <b>Sn</b> Estaño 118.710	51 <b>Sb</b> Antimonio 121.760	52 <b>Te</b> Teluro 127.60	53 <b>I</b> Yodo 126.90447	54 <b>Xe</b> Xenón 131.293	
55 <b>Cs</b> Cesio 132.90545	56 <b>Ba</b> Bario 137.327	57 to 71	72 <b>Hf</b> Hafnio 178.49	73 <b>Ta</b> Tántalo 180.9479	74 <b>W</b> Wolframio 183.84	75 <b>Re</b> Renio 186.207	76 <b>Os</b> Osmio 190.23	77 <b>Ir</b> Rodio 192.217	78 <b>Pt</b> Platino 195.078	79 <b>Au</b> Oro 196.96655	80 <b>Hg</b> Mercurio 200.59	81 <b>Tl</b> Talio 204.3833	82 <b>Pb</b> Plomo 207.2	83 <b>Bi</b> Bismuto 208.98038	84 <b>Po</b> Polonio (209)	85 <b>At</b> Astatio (210)	86 <b>Rn</b> Radón (222)	
87 <b>Fr</b> Francio (223)	88 <b>Ra</b> RADIO (226)	89 to 103	104 <b>Rf</b> Rutherfordio (261)	105 <b>Db</b> Dubnio (262)	106 <b>Sg</b> Seaborgio (266)	107 <b>Bh</b> Bohrio (264)	108 <b>Hs</b> Hasio (269)	109 <b>Mt</b> Meitnerio (268)	110 <b>Ds</b> Darmstadtio (271)	111 <b>Rg</b> Roentgenio (272)	112 <b>Uub</b> Ununbio (285)	113 <b>Uut</b> Ununtrio (284)	114 <b>Uuq</b> Ununquadro (289)	115 <b>Uup</b> Ununpentio (288)	116 <b>Uuh</b> Ununhexio (292)	117 <b>Uus</b> Ununseptio	118 <b>Uuo</b> Ununoctio	

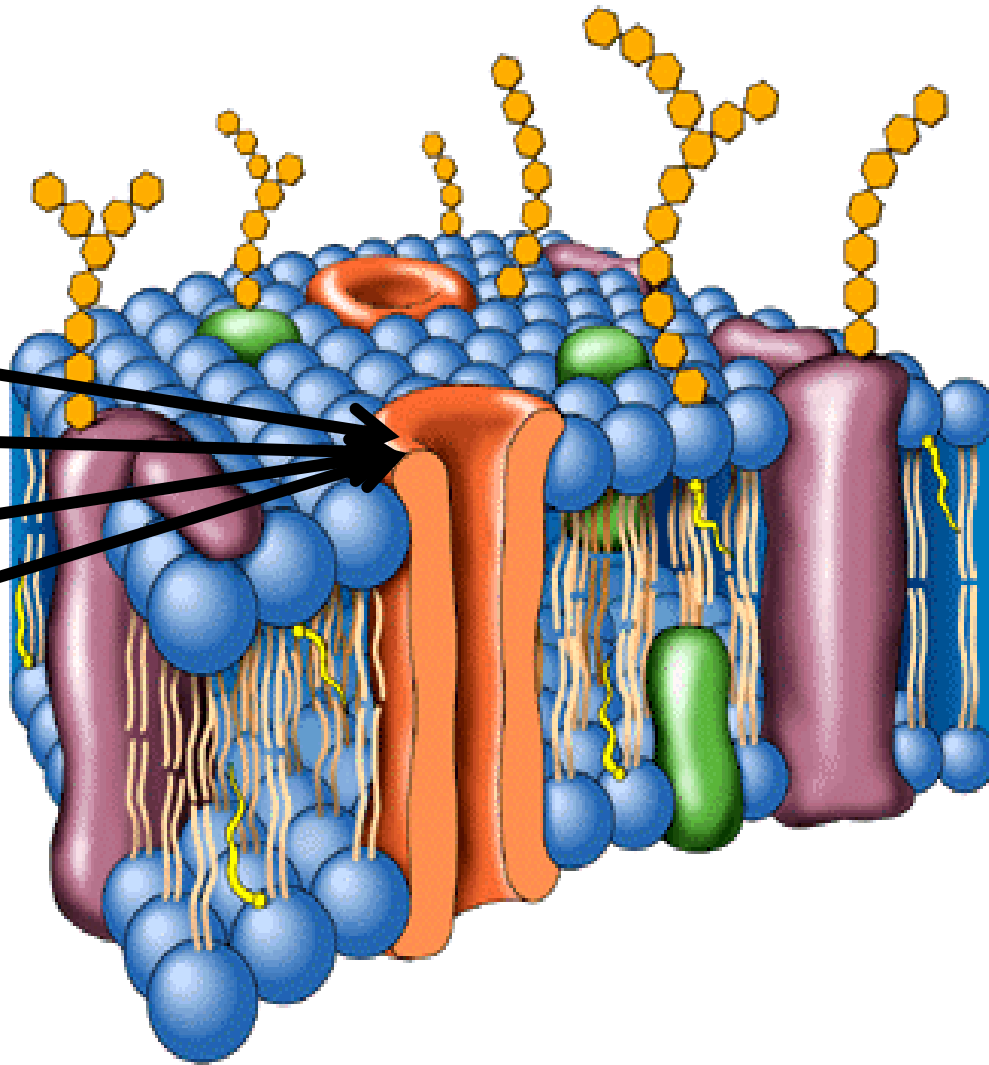
Atomic masses in parentheses are those of the most stable or common isotope.

Design Copyright © 1997 Michael Dayah (michael@dayah.com) <http://www.dayah.com/periodic/>

Note: The subgroup numbers 1-18 were adopted in 1984 by the International Union of Pure and Applied Chemistry. The names of elements 112-118 are the Latin equivalents of those numbers.

57 <b>La</b> Lantano 138.9055	58 <b>Ce</b> Cerio 140.116	59 <b>Pr</b> Praseodimio 140.90765	60 <b>Nd</b> N neodimio 144.24	61 <b>Pm</b> Prometio (145)	62 <b>Sm</b> Samario 150.36	63 <b>Eu</b> Europio 151.964	64 <b>Gd</b> Gadolinio 157.25	65 <b>Tb</b> Terbio 158.92534	66 <b>Dy</b> Disprosio 162.500	67 <b>Ho</b> Holmio 164.93032	68 <b>Er</b> Erbio 167.259	69 <b>Tm</b> Tulio 168.93421	70 <b>Yb</b> Iterbio 173.04	71 <b>Lu</b> Lutecio 174.967
89 <b>Ac</b> Actinio (227)	90 <b>Th</b> Torio 232.0381	91 <b>Pa</b> Protactinio 231.03588	92 <b>U</b> Uranio 238.02891	93 <b>Np</b> Neptunio (237)	94 <b>Pu</b> Plutonio (244)	95 <b>Am</b> Americio (243)	96 <b>Cm</b> Curio (247)	97 <b>Bk</b> Berkelio (247)	98 <b>Cf</b> Californio (251)	99 <b>Es</b> Einsteinio (252)	100 <b>Fm</b> Fermio (257)	101 <b>Md</b> Mendelevio (258)	102 <b>No</b> Nobelio (259)	103 <b>Lr</b> Lawrencio (262)

	1	IA
1	<b>H</b>	1
	Hidrógeno	1.00794
2	<b>Li</b>	
	Litio	6.941
3	<b>Na</b>	
	Sodio	22.989770
4	<b>K</b>	
	Potasio	39.0983
5	<b>Rb</b>	
	Rubidio	85.4678
6	<b>Cs</b>	
	Cesio	132.90545
7	<b>Fr</b>	
	Francio	(223)



**K<sup>+</sup>**



Macronutriente  
esencial

**Na<sup>+</sup>**



Tóxico a altas  
concentraciones



Salinidad

**Rb<sup>+</sup>**



Aproximaciones  
experimentales

**Cs<sup>+</sup>**

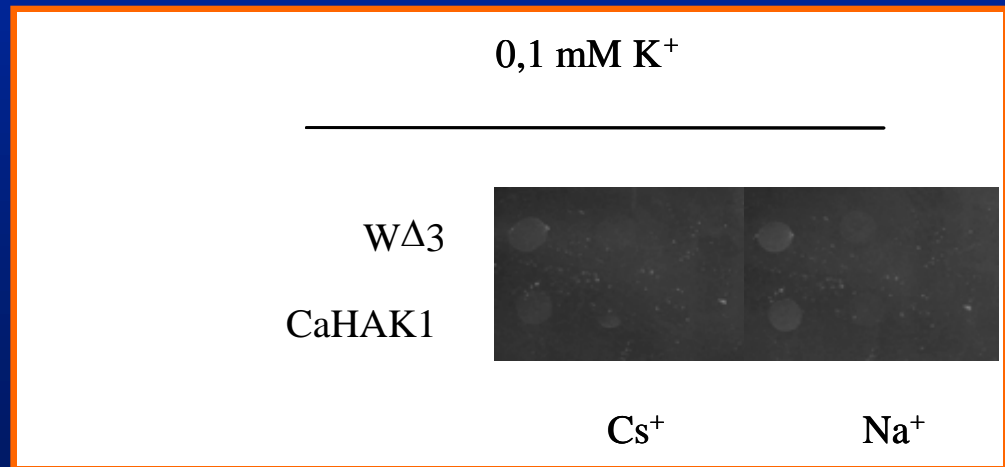
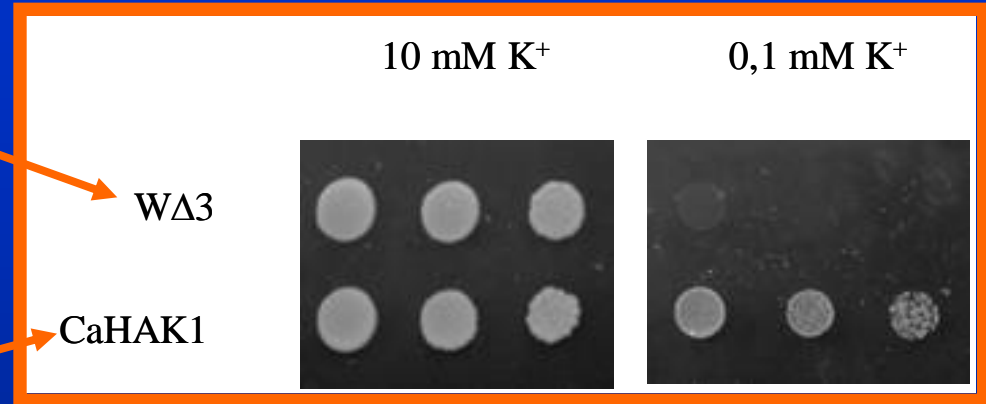
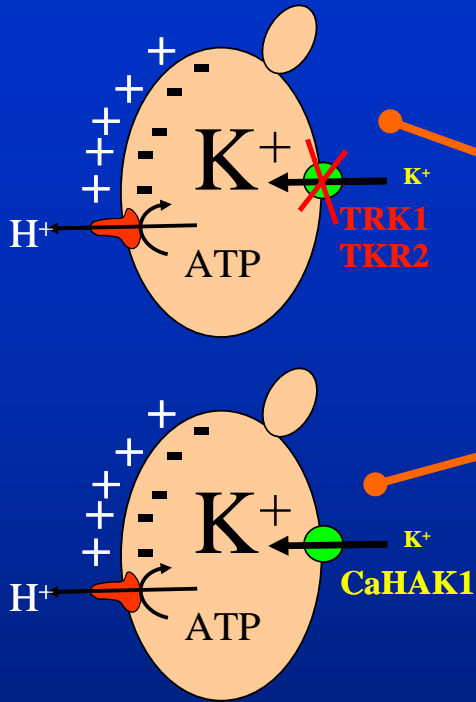


Tóxico

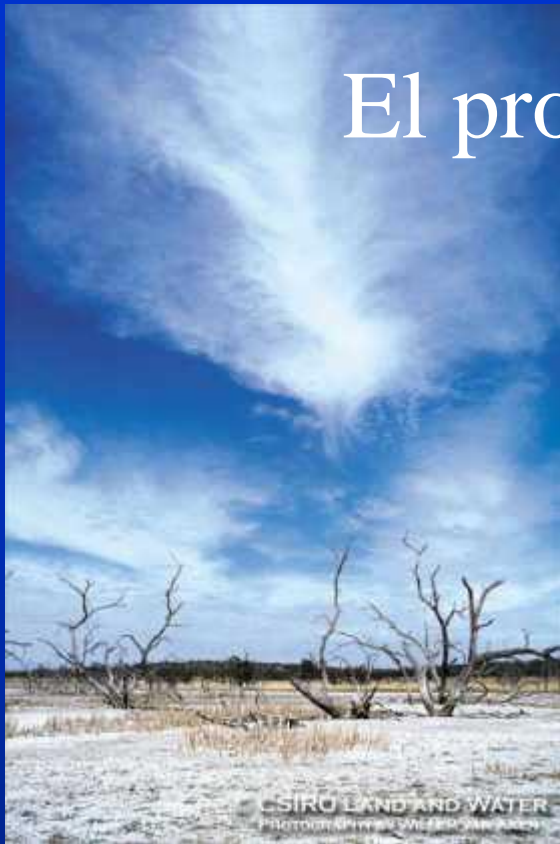


Contaminante  
(Chernobyl  
Fukushima)

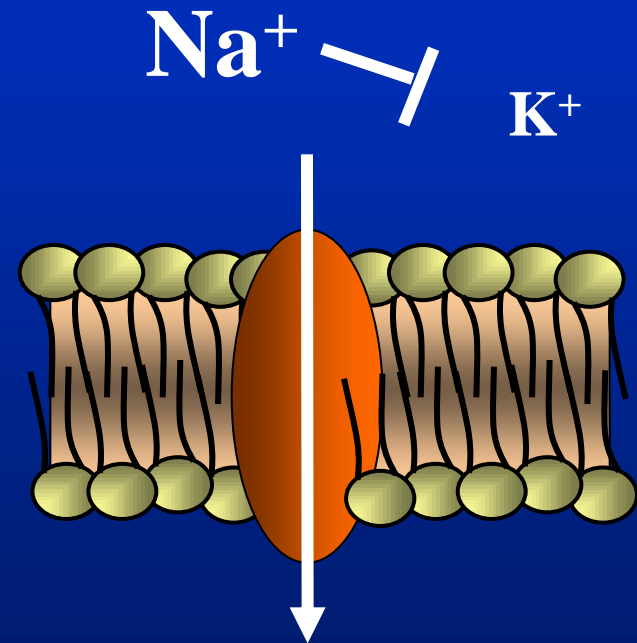
# Expresión en levadura



# El problema de la salinidad



Efecto tóxico



Selectividad  $K^+/Na^+$   
Homeostasis  $K^+/Na^+$

[laverdad.es](http://laverdad.es) 2 de junio de 2008

Portada Local Deportes Más Actualidad Multimedia Ocio Participación Servicios

Alicante Elche Orihuela Provincia Cultura Fiestas

Estás en: Alicante - La Verdad > Noticias Alicante > Noticias Provincia

PROVINCIA  
**La Vega Baja ya pierde parte de su fertilidad por la salinización del suelo**

La zona de Albatera y el Hondo de Elche son algunas de las zonas más degradadas de Europa, según el CSIC. Se pasa de producir cuatro cosechas a una o dos como mucho.

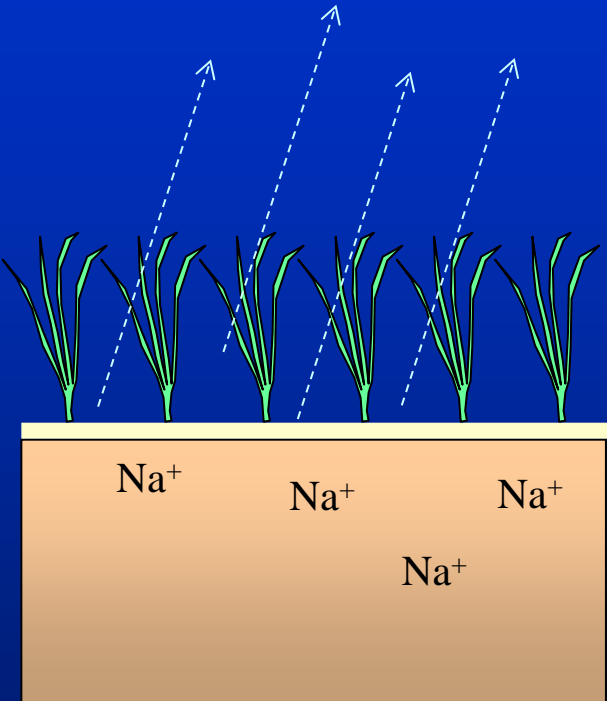
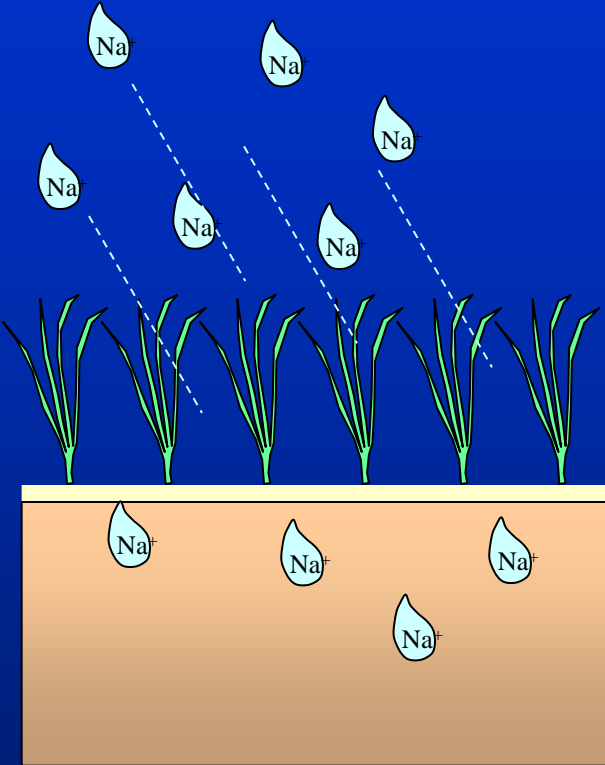
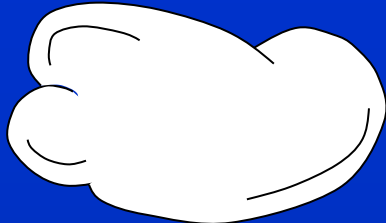
J. V. P. P.

Vota ☆☆☆☆☆ | 2 votos ★★★★★ | Opina Ver comentarios (1) Imprimir Enviar Rectificar

Posiblemente la zona agrícola más rica, próspera y tradicional de Europa, como es la Vega Baja del Segura corre riesgo de convertirse en un erial si continúa la progresiva degradación del suelo que ha detectado el Centro de Investigaciones sobre Desertificación, un organismo que el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) tiene en Valencia. Por el momento, técnicos de este departamento, dirigidos por el profesor José Luis Rubio, ya han detectado importantes niveles de salinización del suelo en Albatera y el Hondo de Elche, de los más altos de Europa, que han perdido parte de la capacidad de creación de biomasa y de producción agraria.



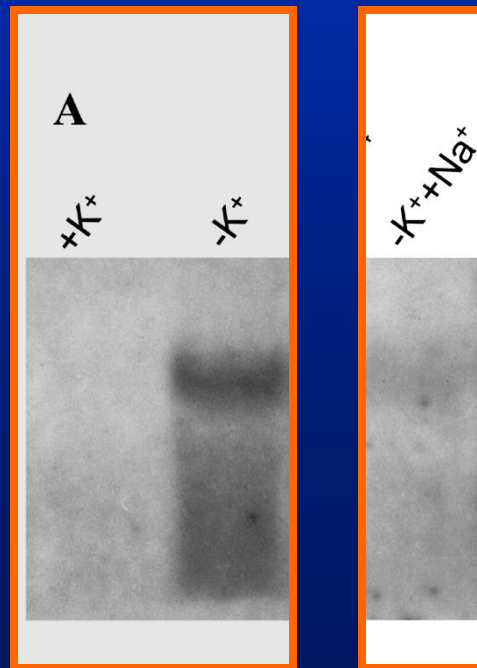
# SALINIZACIÓN SECUNDARIA

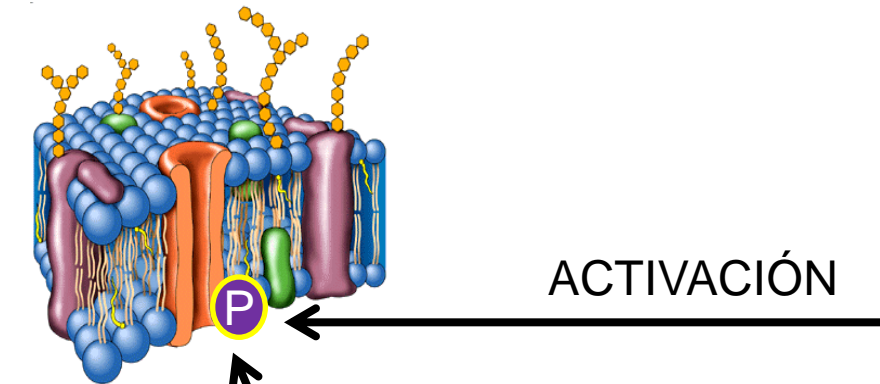




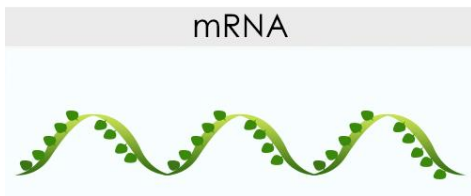
Na<sup>+</sup> reduce

*Expresión de  
LeHAK5 inducida  
por ayuno de K<sup>+</sup>*

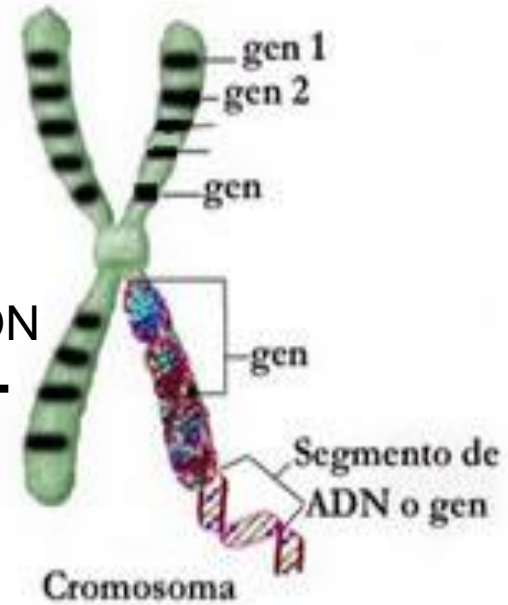


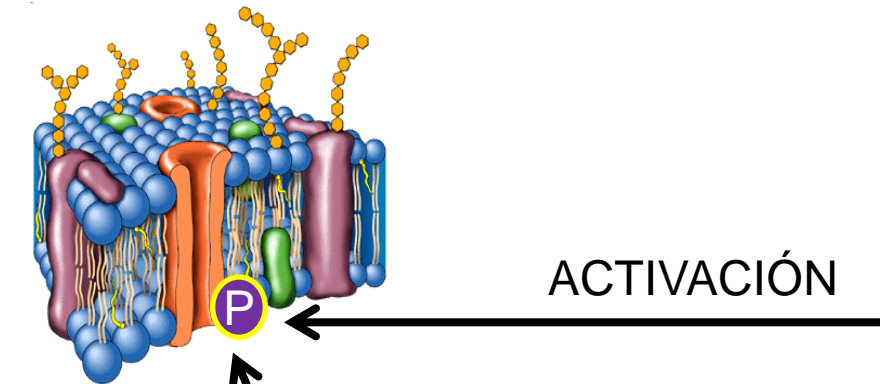


TRADUCCIÓN

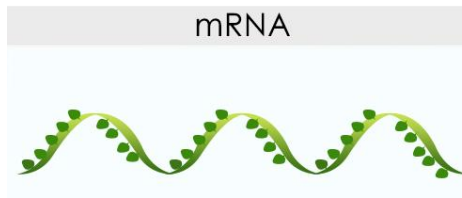


TRANSCRIPCIÓN

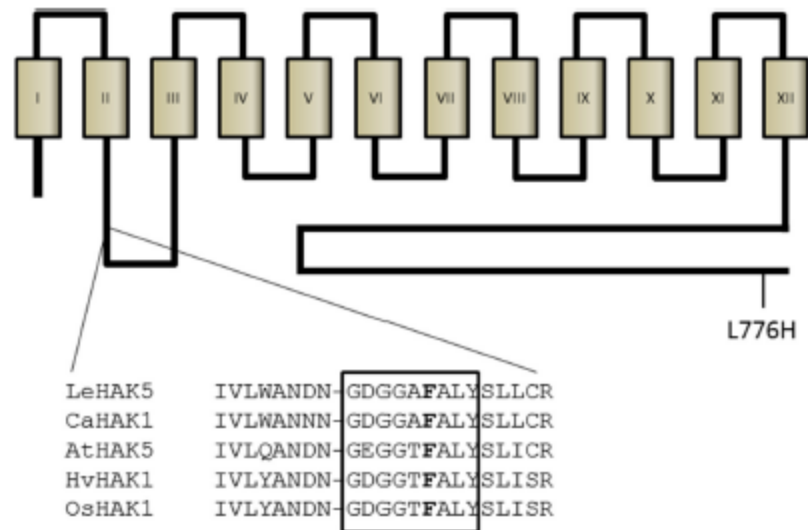
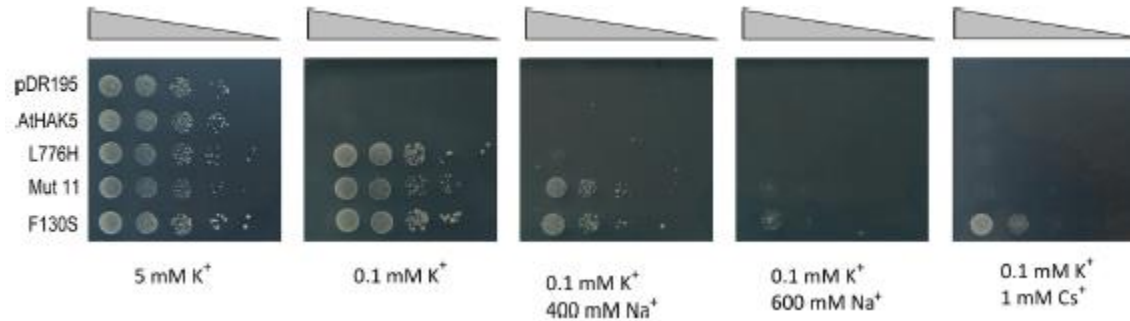




TRADUCCIÓN

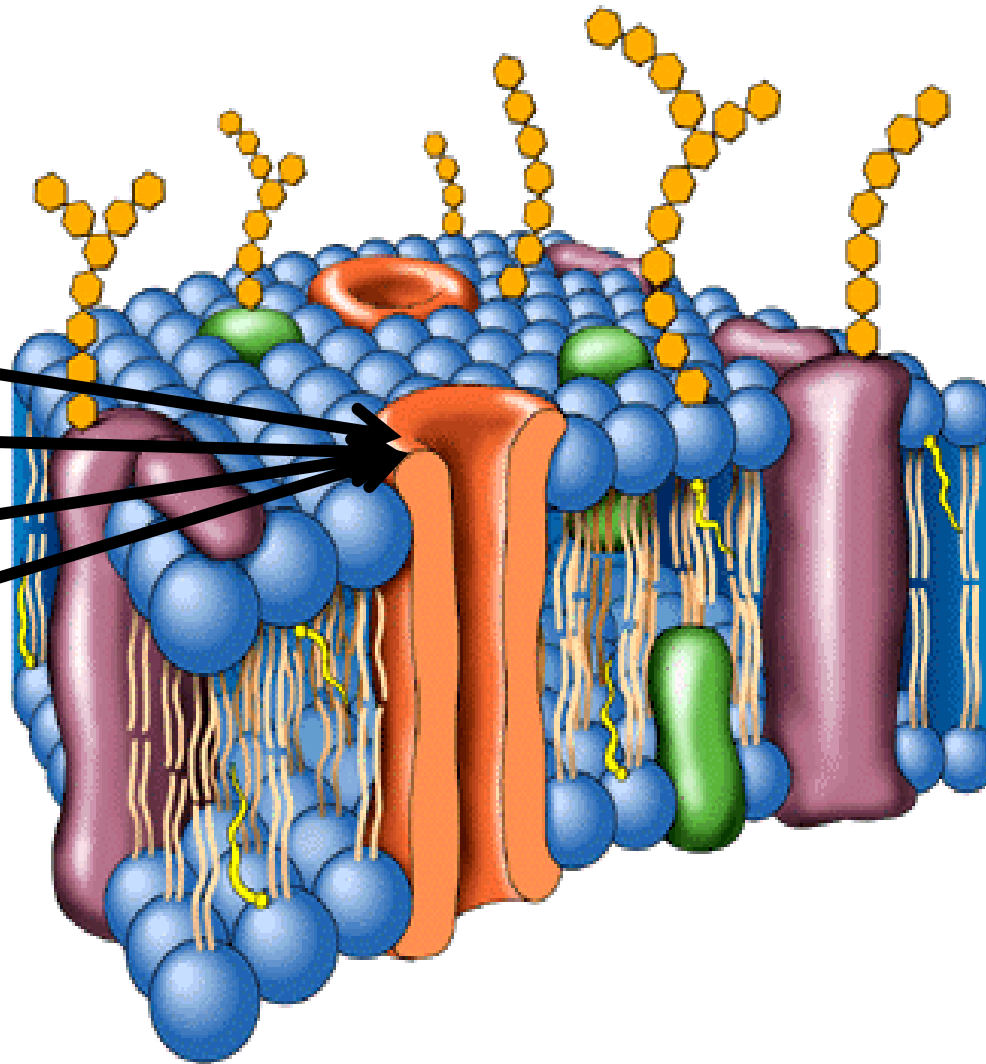


# SELECTIVIDAD



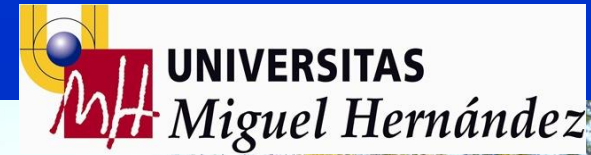
# SELECTIVIDAD

1 IA	
1	<b>H</b> Hidrógeno 1.00794
3	<b>Li</b> Litio 6.941
11	<b>Na</b> Sodio 22.989770
19	<b>K</b> Potasio 39.0983
37	<b>Rb</b> Rubidio 85.4678
55	<b>Cs</b> Cesio 132.90545
87	<b>Fr</b> Francio (223)





M. Ángeles Martínez-Cordero  
Manuel Nieves-Cordones  
Fernando Alemán  
Fernando Caballero  
Reyes Ródenas  
Alberto Lara  
Vicente Martínez  
Francisco Rubio



M. Ángeles Botella  
Francisco García-Legaz  
Elvira López