

# TABLAS DE DATOS DE pKa, E° bioquímicos

---

## FUENTES DE INFORMACION:

---

### 1.0 Ion Specific Electrodes:

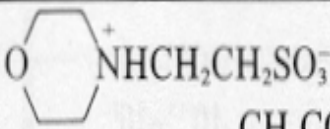
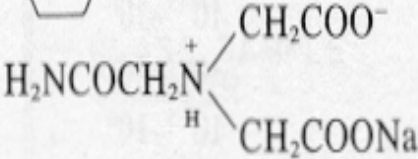
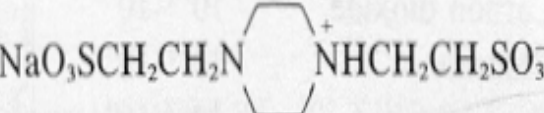
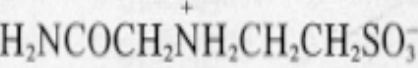
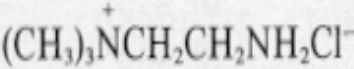
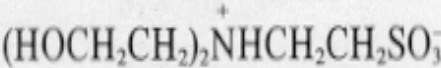
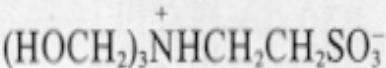

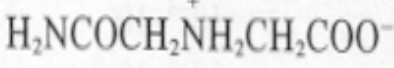
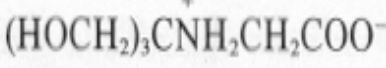
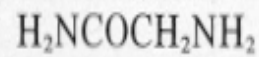
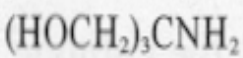
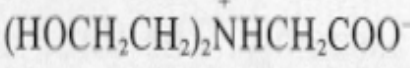
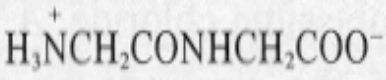
Terrance G. Cooper  
THE TOOLS OF BIOCHEMISTRY  
John Wiley & Sons.  
1977.

### 2.0 Apéndices:

Irwin H. Segel  
CALCULOS DE BIOQUIMICA  
Editorial Acribia. Zaragoza. España.  
1982.

---

Table 1-5. Physical Properties of Buffers

Proposed Name	pK <sub>a</sub> at 20°C	Structure
MES	6.15	
ADA	6.6	
PIPES	6.8	
ACES	6.0	
Choline chloride	7.1	
BES	7.15	
TES	7.5	
HEPES	7.55	
Acetamidoglycine	7.7?	
Tricine	8.15	
Glycinamide	8.2	
Tris	8.3	
Bicine	8.35	
Glycylglycine	8.4	

# PROPIEDADES DE LAS DISOLUCIONES COMERCIALES CONCENTRADAS DE ACIDOS Y BASES



<i>Compuesto</i>	<i>PM</i>	<i>Peso específico</i>	<i>Porcentaje p/p</i>		<i>N Aproximada</i>	<i>Mililitros requeridos para 1 litro de disolución 1 N</i>
			<i>g/100 ml</i>			
HCl	36,5	1,19	37	44	12,1	82,5
HNO <sub>3</sub>	63,0	1,42	70	91	15,8	63,5
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98,1	1,84	96	173	35,2	29
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	98,0	1,71	85	146	44,5	22,5
HClO <sub>4</sub>	100,5	1,66	70	116,2	11,6	86,5
HCOOH	46,0	1,20	88	105,6	24	41,6
CH <sub>3</sub> COOH	60,0	1,06	100	106	17,4	57,5
NH <sub>3</sub>	17,0	0,91	28	22,8	14,8	67,5

# APENDICE IV

## VALORES DE $pK_a$ DE ACIDOS Y BASES UTILIZADOS PARA PREPARAR TAMPONES

Se enumeran a continuación algunos de los ácidos y bases útiles para la preparación de tampones para ensayos enzimáticos. La elección de un compuesto en particular depende de muchos factores. Por ejemplo, los ácidos multicarboxílicos no se elegirían para reacciones que tengan iones metálicos como cofactores; los aminoácidos no se elegirían para reacciones que tengan aminoácidos como sustratos. El número de componentes del tampón se puede hacer mínimo utilizando un ácido y una base que cubran la región deseada. Por ejemplo, el ácido maleico y el Tris se pueden mezclar para producir tampones Tris-maleato de pH 5,7 a 8,6 (así como utilizando ácido maleico-NaOH y Tris-HCl).

Los coeficientes de actividad de los iones multivalentes cambian mucho con la concentración. Por consiguiente, el pH de un tampón madre se debe comprobar después de diluirlo y reajustarlo si fuera necesario. Como norma general el pH de una mezcla de reacción debe ser comprobado al final de un tiempo de ensayo para asegurarse de que se mantiene constante.

<i>Acido o base libre</i>	<i>PM</i>	<i>pK<sub>a</sub> a 25°C</i>
Pirofosfórico	177,98	0,85 (pK <sub>a1</sub> )
Oxálico	95,07	1,19 (pK <sub>a1</sub> )
Glicerofosfórico	172,08	1,47 (pK <sub>a1</sub> )
Acido etilendiamino tetraacético (EDTA)	292,24	1,70 (pK <sub>a1</sub> )
Histidina	155,16	1,82 (pK <sub>a1</sub> )
Pirofosfórico	177,98	1,96 (pK <sub>a2</sub> )
Maleico	116,07	2,00 (pK <sub>a1</sub> )

<i>Acido o base libre</i>	<i>PM</i>	<i>pK<sub>a</sub> a 25°C</i>
Benceno hexacarboxílico (melítico)	342,17	2,08 (pK <sub>a1</sub> )
Fosfórico	98,0	2,12 (pK <sub>a1</sub> )
Brucina tetrahidrato	466,53	2,30 (pK <sub>a1</sub> )
Bencenopentacarboxílico	296,18	2,34 (pK <sub>a1</sub> )
Glicocola	75,07	2,34 (pK <sub>a1</sub> )
Benceno-1,2,4,5-tetracarboxílico (piromelítico)	254,15	2,43 (pK <sub>a1</sub> )
Benceno hexacarboxílico (melítico)	342,17	2,46 (pK <sub>a2</sub> )
EDTA	292,24	2,6 (pK <sub>a2</sub> )
Malónico	146,02	2,85 (pK <sub>a1</sub> )
Ftálico	116,13	2,90
Bencenopentacarboxílico	298,16	2,95 (pK <sub>a2</sub> )
Salicílico	138,12	2,98
Benceno-1,2,3-tricarboxílico (hemimelítico)	246,18	2,98 (pK <sub>a1</sub> )
1,4-Piperazin-bis-(etanosulfónico) "PIPES"	302,37	3,0 (pK <sub>a1</sub> )
Tartárico	150,09	3,02 (pK <sub>a1</sub> )
Fumérico	116,07	3,03 (pK <sub>a1</sub> )
Glicilglicocola	132,12	3,06
Cítrico	192,12	3,06 (pK <sub>a1</sub> )
Ciclopentanotetra-1,2,3,4-carboxílico	246,17	3,07 (pK <sub>a1</sub> )
<i>o</i> -Ftálico	166,13	3,10 (pK <sub>a1</sub> )
Benceno-1,2,4,5-tetracarboxílico (piromelítico)	254,15	3,13 (pK <sub>a2</sub> )
Benceno-1,3,5-tricarboxílico (trimésico)	210,14	3,16 (pK <sub>a1</sub> )
Benceno-hexacarboxílico (melítico)	342,17	3,24 (pK <sub>a3</sub> )
Dimetilmalónico	132,12	3,29 (pK <sub>a1</sub> )
Mandélico	152,15	3,36
Butano-1,2,3,4-tetracarboxílico	234,12	3,36 (pK <sub>a1</sub> )
Málico	134,09	3,40 (pK <sub>a1</sub> )
1,1-Ciclohexanodiacético	200,18	3,52 (pK <sub>a1</sub> )
2-Metilpropano-1,2,3-tricarboxílico (β-metiltricarbalílico)	190,15	3,53 (pK <sub>a1</sub> )
Hipúrico	179,18	3,64
Propano-1,2,3-tricarboxílico (tricarbalílico)	176,12	3,67 (pK <sub>a1</sub> )
Fórmico	46,02	3,75
3,3-Dimetilglutárico	160,17	3,79 (pK <sub>a1</sub> )
1,1-Ciclopentanodiacético (3,3-tetrametileno- glutárico)	186,21	3,82 (pK <sub>a1</sub> )
Itacónico	130,1	3,84 (pK <sub>a1</sub> )
Láctico	90,08	3,86
Bencenopentacarboxílico	298,16	3,94 (pK <sub>a3</sub> )
Benceno-1,3,5-tricarboxílico (trimésico)	210,14	3,98 (pK <sub>a2</sub> )
Barbitúrico	128,09	3,98
Ascórbico	176,12	4,1 (pK <sub>a1</sub> )
2,2-Dimetilsuccínico	146,14	4,11 (pK <sub>a1</sub> )
Succínico	118,09	4,19 (pK <sub>a1</sub> )
Benzoico	122,12	4,20
Oxálico	95,07	4,21 (pK <sub>a2</sub> )
Benceno-1,2,3-tricarboxílico (hemimelítico)	246,18	4,25 (pK <sub>a2</sub> )

<i>Acido o Base Libre</i>	<i>PM</i>	<i>pK<sub>a</sub> a. 25°C</i>
3,6-Endometilen-1,2,3,6-tetrahidroftálico "EMTA" (endo-5-norbornen-2,3-dicarboxílico "ENDCA")	183,62	4,3 (pK <sub>a1</sub> )
2,2-Dimetilglutárico	160,17	4,31 (pK <sub>a1</sub> )
Butano-1,2,3,4-tetracarboxílico	234,12	4,38 (pK <sub>a2</sub> )
Benceno <sub>6</sub> hexacarboxílico (melítico)	342,17	4,44 (pK <sub>a4</sub> )
Benceno-1,2,4,5-tetracarboxílico (piromelítico)	254,15	4,44 (pK <sub>a3</sub> )
Fumárico	116,07	4,47 (pK <sub>a2</sub> )
Ciclopentanotetra-1,2,3,4-carboxílico	246,17	4,48 (pK <sub>a2</sub> )
Tartárico	150,09	4,54 (pK <sub>a2</sub> )
Cítrico	210,14	4,74 (pK <sub>a2</sub> )
Acético	60,05	4,76
<i>n</i> -Butírico	88,1	4,82
Propano-1,2,3-tricarboxílico (tricarbalílico)	176,12	4,84 (pK <sub>a2</sub> )
Benceno-1,3,5-tricarboxílico (trimésico)	210,14	4,85 (pK <sub>a1</sub> )
Propiónico	74,08	4,87
2-Metilpropano-1,2,3-tricarboxílico (β-metiltricarbalílico)	190,15	5,02 (pK <sub>a2</sub> )
Málico	134,09	5,05 (pK <sub>a2</sub> )
Bencenopentacarboxílico	298,16	5,07 (pK <sub>a1</sub> )
Piridina	79,1	5,23
<i>o</i> -Ftálico	116,13	5,27 (pK <sub>a2</sub> )
Cítrico	192,12	5,40 (pK <sub>a3</sub> )
Butano-1,2,3,4-tetracarboxílico	234,12	5,45 (pK <sub>a3</sub> )
Benceno <sub>6</sub> hexacarboxílico (melítico)	342,17	5,50 (pK <sub>a5</sub> )
2,2-dimetilglutárico	160,17	5,51 (pK <sub>a2</sub> )
Itacónico	130,1	5,55 (pK <sub>a2</sub> )
Ciclopentanotetra-1,2,3,4-carboxílico	246,17	5,57 (pK <sub>a1</sub> )
Succínico	118,09	5,57 (pK <sub>a2</sub> )
Benceno-1,2,4,5-tetracarboxílico (piromelítico)	254,15	5,61 (pK <sub>a4</sub> )
Benceno-1,2,3-tricarboxílico (hemimelítico)	246,18	5,87 (pK <sub>a3</sub> )
Dimetilmalónico	132,12	5,98 (pK <sub>a2</sub> )
Histidina	156,16	6,00 (pK <sub>a2</sub> )
Hidroxilamina	34,0	6,03
Carbónico (H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + CO <sub>2</sub> )	62(CO <sub>2</sub> )	6,10 (pK' <sub>a1</sub> )
Malónico	104,06	6,10 (pK <sub>a2</sub> )
2-( <i>N</i> -Morfolino)-etanosulfónico "MES"	195,2	6,15 (pK <sub>a2</sub> )
Glicerofosfórico	172,08	6,19 (pK <sub>a2</sub> )
Propano-1,2,3-tricarboxílico (tricarbalílico)	176,12	6,20 (pK <sub>a3</sub> )
Bencenopentacarboxílico	298,16	6,25 (pK <sub>a5</sub> )
Maleico	116,07	6,26 (pK <sub>a2</sub> )
2,2-Dimetilsuccínico	146,14	6,29 (pK <sub>a2</sub> )
EDTA	292,24	6,30 (pK <sub>a3</sub> )
3,3-Dimetilglutárico	160,17	6,31 (pK <sub>a2</sub> )
Bis (2-hidroxietyl)imino-tris (hidroximetil)- metano "BIS-TRIS"	209,24	6.46
Benceno <sub>6</sub> hexacarboxílico (melítico)	342,17	6,59 (pK <sub>a6</sub> )

<i>Acido o Base Libre</i>	<i>PM</i>	<i>pK<sub>a</sub> a 25°C</i>
<i>N</i> -(2-acetamido)imido-diacético "ADA"	190,17	6,6 (pK <sub>a1</sub> )
Butano-1,2,3,4-tetracarboxílico	234,12	6,63 (pK <sub>a4</sub> )
Pirofosfórico	177,98	6,68 (pK <sub>a1</sub> )
1,1-ciclopentanodiacético (3,3-tetrametilen-glutárico)	186,21	6,70 (pK <sub>a2</sub> )
1,4-Piperazin-bis-(etanosulfónico) "PIPES"	302,37	6,8 (pK <sub>a1</sub> )
<i>N</i> -(2-Acetamido)-2-aminoetanosulfónico "ACES"		
1,1-Ciclohexanodiacético	182,20	6,9 (pK <sub>a2</sub> )
3,6-Endometilen-1,2,3,6-tetrahidroftálico "EMTA" ("ENDCA")	200,18	6,94 (pK <sub>a2</sub> )
Imidazol	183,62	7,0 (pK <sub>a2</sub> )
Cloruro de 2-(aminoetil)trimetilamonio "COLAMINA"	68,08	7,0
<i>N-N</i> -Bis(2-hidroxietil)-2-aminoetanosulfónico "BES"	156,69	7,1
2-Metilpropano-1,2,3-tricarboxílico ( $\beta$ -metiltricarbalílico)	213,25	7,15 (pK <sub>a2</sub> )
2-( <i>N</i> -morfolino) propanosulfónico "MOPS"	190,15	7,20 (pK <sub>a1</sub> )
Fosfórico	209,27	7,2 (pK <sub>a2</sub> )
<i>N</i> -Tris(hidroximetil)metil-2-aminoetanosulfónico "TES"	98,0	7,21 (pK <sub>a2</sub> )
<i>N</i> -2-Hidroxietilpiperazin- <i>N'</i> -2-etanosulfónico "HEPES"	229,28	7,5 (pK <sub>a2</sub> )
2-Hidroxietilimino-tris(hidroximetil)metano "MONO-TRIS"	238,31	7,55 (pK <sub>a2</sub> )
Brucina-tetrahidrato	165,18	7,83
4-(2-hidroxietil)-1-piperazinopropano sulfónico "EPPS"	466,53	7,95 (pK <sub>a2</sub> )
Tris(hidroximetil)aminopropano "TRIS"	252,23	8,0
<i>N</i> -Tris(hidroximetil)metilglicocola "TRICINA"	121,14	8,1
Glicocolamida	180,18	8,15
<i>N,N</i> -Bis(2-hidroxietil)glicocola "BICINA"	74,04	8,2
<i>N</i> -Tris(hidroximetil)metil-2-aminopropano sulfónico "TAPS"	163,18	8,35
<i>N</i> -Glicilglicocola	243,3	8,4 (pK <sub>a2</sub> )
Histidina	132,12	8,4
Bórico	155,16	9,17 (pK <sub>a1</sub> )
Pirofosfórico	43,82	9,24
Etanolamina	177,98	9,39 (pK <sub>a1</sub> )
Glicocola	61,08	9,44
Trimetilamina	75,07	9,6 (pK <sub>a2</sub> )
Ciclopentanotetra-1,2,3,4-carboxílico	59,11	9,74
Carbónico H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> +CO <sub>2</sub> )	246,17	10,06 (pK <sub>a1</sub> )
3-Ciclohexilamino-1-propanosulfónico "CAPS"	62(CO <sub>2</sub> )	10,25 (pK <sub>a2</sub> )
	221,32	10,40 (pK <sub>a2</sub> )

<i>Acido o base libre</i>	<i>PM</i>	<i>pK<sub>a</sub> a 25°C</i>
EDTA	292,24	10,6 (pK <sub>a1</sub> )
Metilamina	31,06	10,64
Dimetilamina	45,09	10,72
Etilamina	45,09	10,75
Trietilamina	101,19	10,76
Dietilamina	73,14	10,98
Ascórbico	176,12	11,79 (pK <sub>a1</sub> )
Fosfórico	98,0	12,32 (pK <sub>a1</sub> )



# APENDICE VII

## VALORES DE CONSTANTES DE IONIZACION, $pK_a$ , $pK_b$ Y $pI$ DE ALGUNOS AMINOACIDOS COMUNES

Compuesto	PM	Acido Conjugado	$K_a$	$pK_a$	Acido conjugado	$K_b$	$pK_b$	$pI$
$\alpha$ -Alanina	89,1	$\alpha$ -COOH	$4,47 \times 10^{-3}$	2,35	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$2,24 \times 10^{-12}$	11,65	6,02
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$2,04 \times 10^{-10}$	9,69	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$4,90 \times 10^{-5}$	4,31	
$\beta$ -Alanina	89,1	$\alpha$ -COOH	$2,51 \times 10^{-4}$	3,60	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$3,98 \times 10^{-11}$	10,40	6,90
		$\beta$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$6,46 \times 10^{-11}$	10,19	$\beta$ -NH <sub>2</sub>	$1,55 \times 10^{-4}$	3,81	
Arginina	174,2	$\alpha$ -COOH	$6,76 \times 10^{-3}$	2,17	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$1,48 \times 10^{-12}$	11,83	10,76
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$9,12 \times 10^{-10}$	9,04	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$1,10 \times 10^{-5}$	4,96	
		Guanido-NH <sub>2</sub> <sup>+</sup>	$3,31 \times 10^{-13}$	12,48	Guanidinio-NH	$3,02 \times 10^{-2}$	1,52	
Asparagina	132,1	$\alpha$ -COOH	$9,55 \times 10^{-3}$	2,02	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$1,05 \times 10^{-12}$	11,98	5,41
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$1,58 \times 10^{-9}$	8,8	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$6,31 \times 10^{-6}$	5,2	
Acido aspártico	133,1	$\alpha$ -COOH	$8,13 \times 10^{-3}$	2,09	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$1,23 \times 10^{-12}$	11,91	2,98
		$\beta$ -COOH	$1,38 \times 10^{-4}$	3,86	$\beta$ -COO <sup>-</sup>	$7,25 \times 10^{-11}$	10,14	
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$1,51 \times 10^{-10}$	9,82	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$6,61 \times 10^{-5}$	4,18	
Citrulina	175,2	$\alpha$ -COOH	$3,72 \times 10^{-3}$	2,43	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$2,69 \times 10^{-12}$	11,57	5,92
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$3,89 \times 10^{-10}$	9,41	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$2,57 \times 10^{-5}$	4,59	
Cisteína	121,2	$\alpha$ -COOH	$1,95 \times 10^{-2}$	1,71	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$5,13 \times 10^{-13}$	12,29	5,02
		$\beta$ -SH	$4,68 \times 10^{-9}$	8,33	$\beta$ -S <sup>-</sup>	$2,14 \times 10^{-6}$	5,67	
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$1,66 \times 10^{-11}$	10,78	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$6,03 \times 10^{-4}$	3,22	

Compuesto	PM	Acido conjugado	$K_a$	$pK_a$	Acido conjugado	$K_b$	$pK_b$	pI
Cistina	240,3	$\alpha$ -COOH	$2,24 \times 10^{-2}$	1,65	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$4,47 \times 10^{-13}$	12,35	5,06
		$\alpha$ -COOH	$5,50 \times 10^{-3}$	2,26	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$1,82 \times 10^{-12}$	11,74	
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$1,41 \times 10^{-8}$	7,85	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$7,08 \times 10^{-7}$	6,15	
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$1,41 \times 10^{-10}$	9,85	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$7,08 \times 10^{-5}$	4,15	
Acido glutámico	147,1	$\alpha$ -COOH	$6,46 \times 10^{-3}$	2,19	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$1,55 \times 10^{-12}$	11,81	3,22
		$\gamma$ -COOH	$5,62 \times 10^{-5}$	4,25	$\gamma$ -COO <sup>-</sup>	$1,78 \times 10^{-10}$	9,75	
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$2,14 \times 10^{-10}$	9,67	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$4,68 \times 10^{-5}$	4,33	
Glutamina	146,1	$\alpha$ -COOH	$6,76 \times 10^{-3}$	2,17	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$1,48 \times 10^{-12}$	11,83	5,65
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$7,41 \times 10^{-10}$	9,13	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$1,35 \times 10^{-5}$	4,87	
Glicocola	75,1	$\alpha$ -COOH	$4,57 \times 10^{-3}$	2,34	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$2,19 \times 10^{-12}$	11,66	5,97
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$2,51 \times 10^{-10}$	9,6	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$3,98 \times 10^{-5}$	4,4	
Histidina	155,2	$\alpha$ -COOH	$1,51 \times 10^{-2}$	1,82	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$6,61 \times 10^{-13}$	12,18	7,58
		Imidazol-NH <sup>+</sup>	$1,0 \times 10^{-7}$	6,0	Imidazol-N	$1,0 \times 10^{-9}$	8,0	
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$6,76 \times 10^{-10}$	9,17	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$1,48 \times 10^{-5}$	4,83	
Homocisteína	135,2	$\alpha$ -COOH	$6,03 \times 10^{-3}$	2,22	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$1,66 \times 10^{-12}$	11,78	5,54
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$1,35 \times 10^{-9}$	8,87	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$7,41 \times 10^{-6}$	5,13	
		$\gamma$ -SH	$1,38 \times 10^{-11}$	10,86	$\gamma$ -S <sup>-</sup>	$7,25 \times 10^{-4}$	3,14	
Homocistina	268,3	$\alpha$ -COOH	$2,57 \times 10^{-2}$	1,59	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$3,89 \times 10^{-13}$	12,41	5,53
		$\alpha$ -COOH	$2,88 \times 10^{-3}$	2,54	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$3,47 \times 10^{-12}$	11,46	
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$3,02 \times 10^{-9}$	8,52	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$3,31 \times 10^{-6}$	5,48	
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$3,63 \times 10^{-10}$	9,44	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$2,76 \times 10^{-5}$	4,56	
Hidroxilisina	162,2	$\alpha$ -COOH	$7,41 \times 10^{-3}$	2,13	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$1,35 \times 10^{-12}$	11,87	9,15
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$2,40 \times 10^{-9}$	8,62	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$4,17 \times 10^{-6}$	5,38	
		$\epsilon$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$2,14 \times 10^{-10}$	9,67	$\epsilon$ -NH <sub>2</sub>	$4,68 \times 10^{-5}$	4,33	
Hidroxiprolina	131,1	$\alpha$ -COOH	$1,20 \times 10^{-2}$	1,92	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$8,32 \times 10^{-13}$	12,08	5,83
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$1,86 \times 10^{-10}$	9,73	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$5,37 \times 10^{-5}$	4,27	
Isoleucina	131,2	$\alpha$ -COOH	$4,37 \times 10^{-3}$	2,36	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$2,29 \times 10^{-12}$	11,64	6,02
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$2,09 \times 10^{-10}$	9,68	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$4,78 \times 10^{-5}$	4,32	
Leucina	131,2	$\alpha$ -COOH	$4,37 \times 10^{-3}$	2,36	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$2,29 \times 10^{-12}$	11,64	5,98
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$2,51 \times 10^{-10}$	9,60	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$3,98 \times 10^{-5}$	4,40	

Lisina	146,2	$\alpha$ -COOH	$6,61 \times 10^{-3}$	2,18	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$1,51 \times 10^{-12}$	11,82	9,74
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$1,12 \times 10^{-9}$	8,95	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$8,91 \times 10^{-6}$	5,05	
		$\epsilon$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$2,95 \times 10^{-11}$	10,53	$\epsilon$ -NH <sub>2</sub>	$3,39 \times 10^{-4}$	3,47	
Metionina	149,2	$\alpha$ -COOH	$5,25 \times 10^{-3}$	2,28	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$1,91 \times 10^{-12}$	11,72	5,75
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$6,17 \times 10^{-10}$	9,21	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$1,62 \times 10^{-5}$	4,79	
Ornitina	132,2	$\alpha$ -COOH	$1,15 \times 10^{-2}$	1,94	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$8,71 \times 10^{-13}$	12,06	9,70
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$2,24 \times 10^{-9}$	8,65	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$4,47 \times 10^{-6}$	5,35	
		$\delta$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$1,74 \times 10^{-11}$	10,76	$\delta$ -NH <sub>2</sub>	$5,76 \times 10^{-4}$	3,24	
Fenilalanina	165,2	$\alpha$ -COOH	$1,48 \times 10^{-2}$	1,83	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$6,76 \times 10^{-13}$	12,17	5,48
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$7,41 \times 10^{-10}$	9,13	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$1,35 \times 10^{-5}$	4,87	
Prolina	115,1	$\alpha$ -COOH	$1,02 \times 10^{-2}$	1,99	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$9,77 \times 10^{-13}$	12,01	6,30
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$2,51 \times 10^{-11}$	10,60	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$3,98 \times 10^{-4}$	3,40	
Serina	105,1	$\alpha$ -COOH	$6,17 \times 10^{-3}$	2,21	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$1,62 \times 10^{-12}$	11,79	5,68
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$7,08 \times 10^{-10}$	9,15	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$1,41 \times 10^{-5}$	4,85	
Taurina	125,1	-SO <sub>3</sub> H	$3,16 \times 10^{-2}$	1,5	-SO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	$3,16 \times 10^{-13}$	12,5	5,12
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$1,82 \times 10^{-9}$	8,74	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$5,50 \times 10^{-6}$	5,26	
Treonina	119,1	$\alpha$ -COOH	$2,35 \times 10^{-3}$	2,63	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$4,27 \times 10^{-12}$	11,37	6,53
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$3,72 \times 10^{-11}$	10,43	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$2,69 \times 10^{-4}$	3,57	
Triptófano	204,2	$\alpha$ -COOH	$4,17 \times 10^{-3}$	2,38	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$2,40 \times 10^{-12}$	11,62	5,88
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$4,07 \times 10^{-10}$	9,39	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$2,46 \times 10^{-5}$	4,61	
Tirosina	181,2	$\alpha$ -COOH	$6,31 \times 10^{-3}$	2,20	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$1,59 \times 10^{-11}$	11,80	5,65
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$7,76 \times 10^{-10}$	9,11	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$1,29 \times 10^{-5}$	4,89	
		-OH	$8,51 \times 10^{-11}$	10,07	-O <sup>-</sup>	$1,18 \times 10^{-4}$	3,93	
Valina	117,1	$\alpha$ -COOH	$4,79 \times 10^{-3}$	2,32	$\alpha$ -COO <sup>-</sup>	$2,09 \times 10^{-12}$	11,68	5,97
		$\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	$2,40 \times 10^{-10}$	9,62	$\alpha$ -NH <sub>2</sub>	$4,17 \times 10^{-5}$	4,38	

<sup>a</sup> Los valores de  $K$  y  $pK$  están numerados como se indica a la derecha.

$K_{a1}$	$pK_{a1}$	$K_{b5}$	$pK_{b5}$
$K_{a2}$	$pK_{a2}$	$K_{b2}$	$pK_{b2}$
$K_{a3}$	$pK_{a3}$	$K_{b1}$	$pK_{b1}$

# POTENCIALES NORMALES DE REDUCCION DE ALGUNAS SEMIRREACCIONES DE OXIDACION-REDUCCION <sup>a</sup>

Reacción	Semirreacción (Escrita como una Reducción)	$E'_0$ a pH 7,0 (voltios)
1	$\frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$	0,816
2	$\text{Fe}^{+3} + 1e^- \rightarrow \text{Fe}^{+2}$	0,771
3	$\text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$	0,48
4	$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$	0,42
5	$2\text{I}^- + 2e^- \rightarrow \text{I}_2$	0,536
6	Citocromo $a_3\text{-Fe}^{+3} + 1e^- \rightarrow$ citocromo- $a_3\text{-Fe}^{+2}$	0,55
7	$\frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2$	0,30
8	Citocromo $-a\text{-Fe}^{+3} + 1e^- \rightarrow$ citocromo- $a\text{-Fe}^{+2}$	0,29
9	Citocromo $-c\text{-Fe}^{+3} + 1e^- \rightarrow$ citocromo- $c\text{-Fe}^{+2}$	0,25
10	2,6-Diclorofenolindofenol <sub>(ox)</sub> + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → 2,6-DCPP <sub>(red)</sub>	0,22
11	Crotonil-S-CoA + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → butiril-S-CoA	0,19
12	$\text{Cu}^{+2} + 1e^- \rightarrow \text{Cu}^+$	0,15
13	Metemoglobina-Fe <sup>+3</sup> + 1e <sup>-</sup> → hemoglobina-Fe <sup>+2</sup>	0,139
14	Ubiquinona + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → ubiquinona-H <sub>2</sub>	0,10
15	Dehidroascorbato + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → ascorbato	0,06
16	Metmioglobina-Fe <sup>+3</sup> + 1e <sup>-</sup> → mioglobina-Fe <sup>+2</sup>	0,046
17	Fumarato + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → succinato	0,030
18	Azul metileno <sub>(ox)</sub> + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → azul metileno <sub>(red)</sub>	0,011
19	Piruvato + NH <sub>3</sub> + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → alanina	-0,13
20	α-Cetoglutarato + NH <sub>3</sub> + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → glutamato + H <sub>2</sub> O	-0,14
21	Acetaldehído + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → etanol	-0,163
22	Oxalacetato + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → malato	-0,175
23	FAD + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → FADH <sub>2</sub>	-0,18 <sup>b</sup>
24	Piruvato + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → lactato	-0,190

<i>Reacción</i>	<i>Semirreacción (Escrita como una Reducción)</i>	<i>E° a pH 7.0 (voltios)</i>
25	Riboflavina + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → riboflavina-H <sub>2</sub>	-0,200
26	Cisteina + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → 2 cisteina	-0,22
27	GSSG + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → 2 GSH	-0,23
28	S <sup>0</sup> + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → H <sub>2</sub> S	-0,23
29	Acido 1,3-Difosfoglicerérico + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → GAP + P <sub>i</sub>	-0,29
30	Acetoacetato + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → β-hidroxiacetato	-0,290
31	Lipoato <sub>(ox)</sub> + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → lipoato <sub>(red)</sub>	-0,29
32a	NAD <sup>+</sup> + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → NADH + H <sup>+</sup>	-0,320
b	NADP <sup>+</sup> + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → NADPH + H <sup>+</sup>	-0,320
33	Piruvato + CO <sub>2</sub> + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → malato	-0,33
34	Acido úrico + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → xantina	-0,36
35	Acetil-S-CoA + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → acetaldehído + CoA	-0,41
36	CO <sub>2</sub> + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → formiato	-0,420
37	H <sup>+</sup> + 1e <sup>-</sup> → ½H <sub>2</sub>	-0,420
38	Ferredoxina -Fe <sup>+3</sup> + 1e <sup>-</sup> → ferredoxina -Fe <sup>+2</sup>	-0,432
39	Gluconato + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → glucosa + H <sub>2</sub> O	-0,45
40	3-Fosfoglicerato + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → gliceraldehído-3-fosfato + H <sub>2</sub> O	-0,55
41	Metilviologeno <sub>(ox)</sub> + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → metilviologeno <sub>(red)</sub>	-0,55
42	Acetato + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → acetaldehído	-0,60
43	Succinato + CO <sub>2</sub> + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → α-cetoglutarato + H <sub>2</sub> O	-0,67
44	Acetato + CO <sub>2</sub> + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → piruvato	-0,70

<sup>a</sup> Condiciones standard: actividad unidad de todos los componentes excepto de H<sup>+</sup>, que se mantiene igual a 10<sup>-7</sup> M. Los gases están a presión de 1 atm.

<sup>b</sup> El valor dado es para FAD/FADH<sub>2</sub> libre. El valor de E<sub>0</sub>' del coenzima unido a proteína varía.

# MAXIMOS Y COEFICIENTES DE ABSORCION DE ALGUNOS COMPUESTOS DE IMPORTANCIA BIOQUIMICA

<i>Compuesto</i>	$\lambda_{\max}$ (nm)	<i>Coefficiente de absorción molar<sup>a</sup></i> ( $a_m \times 10^{-3}$ )
Adenina	260,5	13,3
Adenosina AMP, ADP, ATP	259	15,4
Citidina	271	8,9
Citosina	267	6,1
CMP, CDP, CTP	271	9,1
NAD <sup>+</sup> , NADP <sup>+</sup>	259	18
NADH, NADPH	339	6,22
	259	15
Flavin adenin dinucleotido (FAD)	450	11,3
	375	9,3
	260	37
Guanina	275,5	8,1
	246	10,7
Guanosina CMP, GDP, GTP	252	13,7
Nicotinamida	260	4,6
Fenilalanina (en HCl 0,1 N)	257,5	0,19
Fenilalanina (en NaOH, 0,1 N)	258	0,206
Piridoxalfosfato	388	4,9
	330	2,5
Riboflavina	450	12,2
	375	10,6
	260	27,7
Riboflavina fosfato (FMN)	450	12,2
	375	10,4
	260	27,1

<i>Compuesto</i>	$\lambda_{\text{max}}$ (nm)	<i>Coefficiente de absorción molar<sup>a</sup></i>
		$(a_m \times 10^{-3})$
Tiamina clorhidrato	267	9,0
	235	11,5
Timidina	267	9,7
	207,5	9,6
Timina	264	7,9
Triptófano (en HCl 0,1 N)	278	5,6
	218	33,5
Triptófano (en NaOH 0,1 N)	280,5	5,43
	221,5	34,6
Tirosina (en HCl 0,1 N)	274,5	1,34
	223	8,2
Tirosina (en NaOH 0,1 N)	293,5	2,33
	240	11,1
Uracilo	259,5	8,2
Uridina, UMP, UDP, UTP, UDPG, UDPGal	262	10,0

<sup>a</sup> Los coeficientes de absorción se dan para un camino óptico de 1 cm.