

*Alejandro Balza*

Sección I QUIMICA (37)

Director

**Dr. Rafael Pérez A. Ossorio**

Catedrático de la Universidad Complutense de Madrid

**A. RINGBOM**

Departamento de Química. Åbo Akademi, Åbo, Finland

# Formación de complejos en Química analítica

Versión española de

**Carlos Montuenga**

Doctor en Ciencias Químicas

 **Alhambra**

## APENDICE

---

Las tablas de este apéndice contienen valores de constantes de equilibrio tomados de la bibliografía, y valores de magnitudes útiles en la resolución de problemas químicos de acuerdo con los principios perfilados a lo largo de esta obra. Se dan valores tomados de las publicaciones originales para algunas constantes (en particular valores termodinámicos), pero otras constantes se han convertido en valores válidos para alguna fuerza iónica apropiada, o se da sólo un valor aproximado de las mismas. Se han suprimido decimales de exactitud dudosa con objeto de simplificar todos los cálculos. Puede apreciarse que el segundo decimal de muchas constantes logarítmicas está afectado por la naturaleza de los iones individuales que contribuyen a la fuerza iónica.

En general, se ha tratado de dar los valores de las constantes que corresponden a condiciones bien definidas que no difieren demasiado en las condiciones que son comunes en el trabajo analítico. Por desgracia, este propósito implica muchas dificultades, ya que las constantes que se encuentran en la bibliografía son demasiado escasas e inciertas, y están determinadas bajo condiciones demasiado variables; por esta causa no ha sido fácil seleccionar los valores publicados y las tablas que siguen no son completas y pueden adolecer de algunas imperfecciones.

El lector interesado en otras constantes puede consultar las obras de BJERRUM-SCHWARFENBACH-SILLÉN *Stability Constants*, y de YATSI-MIRSKII-VASILIEV *Instability Constants of Complex Compounds*.

### INDICE

<u>Tablas</u>	<u>Páginas</u>
A.1a. Constantes de estabilidad de ácidos inorgánicos ...	343
A.1.b Constantes de estabilidad de ácidos orgánicos ... ..	345
A.2a. Constantes de estabilidad de complejos metálicos con iones hidróxido ... ..	347
A.2b. Constantes de estabilidad de complejos metálicos con amoníaco ... ..	351

<u>Tablas</u>	<u>Páginas</u>
A.2c. Constantes de estabilidad de complejos metálicos con aminas ... ..	352
A.2d. Constantes de estabilidad de complejos metálicos con iones inorgánicos ... ..	360
A.2e. Constantes de estabilidad de complejos metálicos con algunos iones orgánicos ... ..	373
A.2f. Constantes de estabilidad de complejos metálicos con ácidos aminocarboxílicos ... ..	385
A.3. Productos de solubilidad de sales metálicas ligeramente solubles ... ..	393
A.4a. Valores logarítmicos de $\alpha_{L(H)}$ para el amoniaco y ciertas aminas ... ..	403
A.4b. Valores logarítmicos de $\alpha_{L(H)}$ para algunos aniones complejantes utilizados con frecuencia como agentes tamponantes, enmascarantes o precipitantes ... ..	404
A.4c. Valores logarítmicos de $\alpha_{L(H)}$ para aniones aminocarboxílicos ... ..	406
A.5. Valores logarítmicos de $\alpha_{M(L)}$ para diversos metales y ligandos ... ..	407
A.6. Constantes condicionales logarítmicas de complejos metal-EDTA ... ..	416
A.7. Puntos de transición de indicadores de metales ... ..	417
A.8. Intervalos de <i>pH</i> de indicadores ácido-base ... ..	434
A.9. Constantes de extracción ... ..	435

TABLA A.1a

## Constantes de estabilidad de ácidos inorgánicos

Las constantes se han seleccionado de la obra de BJERRUM-SCHWARZENBACH-SILLÉN *Stability Constants, Inorganic Ligands*, en las que se dan referencias y detalles originales. Por regla general, los valores se refieren a 25 °C. Los valores de las constantes combinadas se determinaron experimentales o se calcularon (aproximadamente) a partir de valores termodinámicos o a partir de valores determinados a otras fuerzas iónicas.

Acido	Log $K_{H/L}^H$	
	A $\mu=0$	A $\mu=0,1$ a menos que se indique otra cosa. Constantes combinadas.
Ion amonio: $\text{NH}_4^+$	9,25	9,37
Acido arsénico: $\text{H}_3\text{AsO}_4$	2,19	2,1
$\text{H}_2\text{AsO}_4^-$	6,94	6,7
$\text{HAsO}_4^{2-}$	11,50	11,2
Acido arsenioso: $\text{H}_3\text{AsO}_3$	9,22	9,1
$\text{H}_2\text{AsO}_3^-$		12,1
$\text{HAsO}_3^{2-}$		13,4
Acido bórico: $\text{H}_3\text{BO}_3$	9,23	9,1
Acido carbónico: $\text{H}_2\text{CO}_3$	6,37	6,3
$\text{HCO}_3^-$	10,32	10,1
Acido crómico: $\text{H}_2\text{CrO}_4$	0,8	0,7
$\text{HCrO}_4^-$	6,50	6,2
$2\text{HCrO}_4^- = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ; log $K =$	1,64	1,5
Acido ciánico: $\text{HCNO}$	3,66	3,6
Acido ferrocianico: $\text{H}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$	< 1	
$\text{H}_3\text{Fe}(\text{CN})_6^-$	< 1	
$\text{H}_2\text{Fe}(\text{CN})_6^{2-}$	2,22	
$\text{HFe}(\text{CN})_6^{3-}$	4,17	
Acido ferricianico $\text{H}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ :		< 1
Todas las constantes logarítmicas		
Acido germánico: $\text{Ge}(\text{OH})_4$		9,1
$\text{GeO}(\text{OH})_3^-$		12,7 ( $\mu=2$ )
Ion hidrazonio: $\text{N}_2\text{H}_6^{2+}$	-0,88	-0,6
$\text{N}_2\text{H}_5^+$	7,99	8,1
Acido hidrazonio: $\text{HN}_3$	4,72	4,6
Acido cianhídrico: $\text{HCN}$	9,31	9,2
Acido fluorhídrico: $\text{HF}$	3,17	3,05
$\text{HF} + \text{F}^- = \text{HF}_2^-$ log $K$	0,60	0,60

TABLA A.1a (Cont.)

Acido	Log $K_{H/L}^H$	
	A $\mu=0$	A $\mu=0,1$ a menos que se indique otra cosa. Constantes combinadas.
Peróxido de hidrógeno: $H_2O_2$	11,75	11,6
Seleniuro de hidrógeno: $H_2Se$	3,89	3,8
$HSe^-$	11,00	10,7
Sulfuro de hidrógeno: $H_2S$	7,05	6,9
$HS^-$	12,92	12,6
Ion hidroxilamonio: $NH_3OH^+$	6,09	6,2
Acido hipocloroso: $HClO$	7,53	7,4
Acidos molsbídicos: $HMoO_4^-$		4,1 ( $\mu=3$ )
(Véase también la tabla A.2a)		
$H_2Mo_7O_{24}^{4-}$		3,7 ( $\mu=3$ )
$HMo_7O_{24}^{5-}$		4,3 ( $\mu=3$ )
Acido nitroso: $HNO_2$	3,29	3,2
Acido ortofosfórico: $H_3PO_4$	2,16	2,0
$H_2PO_4^-$	7,21	6,9
$HPO_4^{2-}$	12,32	11,7
Acido fosferoso: $H_2PO_3H$	2,15	2,0
$HPO_3H^-$	6,70	6,4
Acido pirofosfórico: $H_4P_2O_7$		1,0
$H_3P_2O_7^-$		2,5
$H_2P_2O_7^{2-}$		6,1
$HP_2O_7^{3-}$		8,5
Acido silícico: $Si(OH)_4$		9,6
$SiO(OH)_3^-$		12,7
Acido sulfúrico: $H_2SO_4$	-3	
$HSO_4^-$	1,94	1,8
Acido sulfuroso: $H_2SO_3$	1,89	1,8
$HSO_3^-$	7,20	6,8
Acido trifosfórico: $H_5P_3O_{10}$		0
$H_4P_3O_{10}^-$		2,6
$H_3P_3O_{10}^{2-}$		2,7
$H_2P_3O_{10}^{3-}$		5,6
$HP_3O_{10}^{4-}$		7,9
Acido de tungsteno (VI) (véase tabla A.2a)		
Acido de vanadio (V): $HVO_4^{2-}$		12,7
(Véase también tabla A.2a)		

TABLA A.1b

## Constantes de estabilidad de ácidos orgánicos

Las constantes se han seleccionado de la obra de G. KORTÚM *Dissociation Constants of Organic Acids in Aqueous Solutions*, en la que dan referencias y detalles originales. Los valores se refieren a 25 °C o, en algunos casos, a 20 °C. Las constantes de algunos ácidos que son además potentes agentes complejantes —en particular ácidos poliaminopolicarboxílicos— se dan más adelante en la tabla A.2 ó A.4.

Acido		Log $K_{HjL}^H$	
		A $\mu=0$	A $\mu=0,1$ a menos que se indique otra cosa. Constantes combinadas.
Acido acético CH <sub>3</sub> COOH	HL	4,76	4,65
Acetilacetona CH <sub>3</sub> COCH <sub>2</sub> COCH <sub>3</sub>	HL	9,0	8,9
Ion anilinio C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	HL <sup>+</sup>	4,62	4,7
Acido ascórbico C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>6</sub>	H <sub>2</sub> L	4,17	4,05
	HL <sup>-</sup>	11,56	11,3
Acido benzoico C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	HL	4,20	4,1
Acido cloroacético CH <sub>2</sub> ClCOOH	HL	2,86	2,7
Acido cítrico C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> OH(COOH) <sub>3</sub>	H <sub>4</sub> L	3,13	3,0
	H <sub>3</sub> L <sup>-</sup>	4,76	4,4
	H <sub>2</sub> L <sup>2-</sup>	6,40	6,1
	HL <sup>3-</sup>		16(?)
Acido dicloroacético CHCl <sub>2</sub> COOH	HL	1,26	1,1
Acido fórmico HCOOH	HL	3,77	3,65
Acido fumárico C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (COOH) <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> L	3,02	2,9
	HL <sup>-</sup>	4,39	4,1
Acido glutámico C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub> (COOH) <sub>2</sub>	H <sub>3</sub> L <sup>+</sup>	2,10	2,2
	H <sub>2</sub> L	4,07	3,95
	HL <sup>-</sup>	9,47	9,2

TABLA A.1b (Cont.)

Acido		Log $K_{HL}^H$	
		A $\mu=0$	A $\mu=0,1$ a menos que se indique otra cosa. Constantes combinadas.
Glicina $CH_2NH_2COOH$	$H_2L^+$	2,35	2,5
	$HL$	9,78	9,7
Hexametilentetramina (urotropina) $C_6H_{12}N_4$	$HL^+$	5,13	5,25
Acido láctico $CH_3CHOHCOOH$	$HL$	3,88	3,76
Acido maleico $C_2H_2(COOH)_2$	$H_2L$	1,92	1,8
	$HL^-$	6,22	5,9
Acido malónico $CH(COOH)_2$	$H_2L$	2,85	2,7
	$HL^-$	5,66	5,4
Acido oxálico $(COOH)_2$	$H_2L$	1,25	1,1
	$HL^-$	4,29	4,0
Fenol $C_6H_5OH$	$HL$	9,95	9,8
Acido ftálico $C_6H_4(COOH)_2$	$H_2L$	2,92	2,8
	$HL^-$	5,41	5,1
Acido pícrico $C_6H_2OH(NO_2)_3$	$HL$		2,3
Acido picolínico $C_5H_4NCOOH$	$HL$	5,49	5,4
Acido salicílico $C_6H_4OHCOOH$	$H_2L$	2,98	2,9
	$HL^-$		13,1
Acido sulfosalicílico $C_6H_3OHSO_3HCOOH$	$H_2L$		2,6
	$HL^-$		11,6
Acido tartárico $(CHOHCOOH)_2$	$H_2L$	3,04	2,9
	$HL^-$	4,37	4,1
Acido tricloroacético $CCl_3COOH$	$HL$	0,66	0,5

TABLA A.2a

Constantes de estabilidad de complejos metálicos con iones hidróxido

Muchas de las constantes de hidrólisis que se dan más abajo son constantes de concentración determinadas a fuerzas iónicas muy altas. Su conversión en constantes termodinámicas es difícil, ya que no se conocen los valores exactos de los coeficientes de actividad individuales. También se originan errores si estas constantes de concentración se consideran combinadas y si, por tanto, la conversión de una constante  $K^{OH}$  en una constante  $K^{1/H}$  o viceversa se basa en la ecuación  $[H][OH]=10^{-14,0}$ . Sin embargo, estos errores serán pequeños comparados con la incertidumbre debida a diferencias grandes en fuerza iónica, y por regla general no afectan a un valor de pH en más de alrededor de 0,1 unidades. Como, en vista del carácter de este libro, los errores de este orden son admisibles, ese tipo de conversiones simplificadas se ha realizado en esta tabla.

Los siguientes valores [45] del producto iónico estequiométrico ( $\log K_w$ ) del agua en soluciones de perclorato sódico de concentración variable a 25 °C ilustran la influencia de la fuerza iónica en el equilibrio de hidrólisis: agua pura, 14,00; NaClO<sub>4</sub> 0,1 M, 13,80; NaClO<sub>4</sub> 2 M, 14,0; NaClO<sub>4</sub> 3 M, 14,2.

Ion metálico	Fuerza iónica	Log $\beta_1$	Log $\beta_2$	Log $\beta_3$	Log $\beta_4$	Log $K_{M_m(OH)_n}^{nOH}$	Ref. núm.
Ag <sup>+</sup>	0	2,3	3,6	4,8			1
Al <sup>3+</sup>	2				33,3	163 $m=6; n=15$	2
Ba <sup>2+</sup>	0	0,7				10,8 $m=2; n=1$	3
Be <sup>2+</sup>	3		3,1			33,3 $m=3; n=3$	4
Bi <sup>3+</sup>	3	12,4				168,3 $m=6; n=12$ 277 $m=9; n=20$	5
Ca <sup>2+</sup>	0	1,3	4,7	7,0	10,3		6
Cd <sup>2+</sup>	3	4,3	7,7	10,3	12,0		7
Ce <sup>3+</sup>	Var.	5					8
Ce <sup>4+</sup>	1-2	13,3	27,1			27,8 $m=2; n=2$	9-11
Co <sup>2+</sup>	0,1	5,1		10,2		26,0 <sup>a</sup> $m=2; n=2$	12, 13
Cr <sup>3+</sup>	0,1	10,2	18,3			69,9 <sup>a</sup> $m=6; n=12$ 17,1 $m=2; n=2$	14
Cu <sup>2+</sup>	0	6,0					15
Fe <sup>2+</sup>	1	4,5					16
Fe <sup>3+</sup>	3	11,0	21,7			25,1 $m=2; n=2$	17
Ga <sup>3+</sup>	0,5	11,1					18
Hg <sup>2+</sup>	0,5	9					19
Hg <sup>2+</sup>	0,5	10,3	21,7				20



TABLA A.2a (Cont.)

Ion metálico	Fuerza iónica	Log $\beta_1$	Log $\beta_2$	Log $\beta_3$	Log $\beta_4$	Log $K_{M_m(OH)_n}^{nOH}$	Ref. núm.
In <sup>3+</sup>	3	7,0				17,9 $m=2$ ; $n=2$	21
La <sup>3+</sup>	3	3,9				4,1 $m=2$ ; $n=1$	22
						54,6 $m=5$ ; $n=9$	
Li <sup>+</sup>	0	0,2					3, 23
Mg <sup>2+</sup>	0	2,6					24
Mn <sup>2+</sup>	0,1	3,4					13
Mo <sup>VI</sup>	3	$7MoO_4^{-2} + 8H^+ = Mo_7O_{24}^{6-} + 4H_2O$					25
		log $K=57,7$					
Na <sup>+</sup>	0	-0,7					26
Ni <sup>2+</sup>	0,1	4,6					13
Pb <sup>2+</sup>	0,3	6,2	10,3	13,3		7,6 $m=2$ ; $n=1$	5
						36,1 $m=4$ ; $n=4$	
						69,3 $m=6$ ; $n=8$	
Sc <sup>3+</sup>	1	9,1	18,2			21,8 $m=2$ ; $n=2$	27
Sn <sup>2+</sup>	3	10,1				23,5 $m=2$ ; $n=2$	28
Sr <sup>2+</sup>	0	0,8					3, 29
Th <sup>4+</sup>	1	9,7				11,1 $m=2$ ; $n=1$	30
						22,9 $m=2$ ; $n=2$	
Ti <sup>3+</sup>	0,5	11,8					31
TiO <sup>2+</sup>	1	13,7					32
Tl <sup>+</sup>	0	0,8					33
Tl <sup>3+</sup>	3	12,9	25,4				34
U <sup>4+</sup>	3	12					35
UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	1					10,3 $m=2$ ; $n=1$	36
						22,0 $m=2$ ; $n=2$	
VO <sup>2+</sup>	3	8,0				21,1 $m=2$ ; $n=2$	37
VO <sub>2</sub> <sup>+</sup>	1					189,2 $m=10$ ; $n=14$	38
V <sup>V</sup>	0,5	$2HVO_4^{2-} = HV_2O_7 + OH^-$				log $K = -3,2$	39, 40
	0,5	$HVO_4^{2-} = VO_3^- + OH^-$				log $K = -6,0$	
	0,5	$3HVO_4^{2-} = V_3O_9^3 + 3OH^-$				log $K = -10,4$	
W <sup>VI</sup>	3	$6WO_4^{2-} + 7H^+ = HW_6O_{21}^{5-} + 3H_2O$					41
		log $K=60,7$					
Zn <sup>2+</sup>	0	4,4	14,4	15,5			42, 43
Zr <sup>4+</sup>	4	13,8	27,2	40,2	53		44

\* A 100 °C.

## Bibliografía (Tabla A.2a)

1. JOHNSTON, H. L., F. CUTA, y A. B. GARRETT: *J. Am. Chem. Soc.*, **55**, 2311 (1933). Cf. ref. 45.
2. BROSSET, C., G. BIEDERMANN, y L. G. SILLÉN: *Acta Chem. Scand.*, **8**, 1917 (1954).
3. GIMBLETT, F. G. R., y C. B. MONK: *Trans. Faraday Soc.*, **50**, 965 (1954).
4. CARRELL, B., y A. OLIN: *Acta Chem. Scand.*, **15**, 1875 (1961).
5. OLIN, A.: *Svensk Kem. Tidskr.*, **73**, 482 (1961).
6. DAVIES, C. W., y B. E. HOYLE: *J. Chem. Soc.*, 1951, 233.
7. DYRSSEN, D., y P. LUMME: *Proceedings of "11 Nordiska Kemistmötet"*, Åbo (Finland), 1962.
8. MOELLER, T.: *J. Phys. Chem.*, **50**, 242 (1946).
9. SHERRILL, M. S., C. B. KING, y R. C. SPOONER: *J. Am. Chem. Soc.*, **65**, 170 (1943).
10. HEIDT, L. J., y M. E. SMITH: *J. Am. Chem. Soc.*, **70**, 2476 (1948).
11. HARDWICK, T. J., y E. ROBERTSON: *Canad. J. Chem.*, **29**, 818 (1951). Cf. ref. 45.
12. GAYER, K. H., y GARRETT, A. B.: *J. Am. Chem. Soc.*, **72**, 3921 (1950).
13. CHABEREK, S., R. C. COURTNEY, y A. E. MARTELL: *J. Am. Chem. Soc.*, **74**, 5057 (1952).
14. BJERRUM, N.: *Dissertation*, Copenhagen, 1908.
15. PEDERSEN, K. J.: *Kgl. Danske Videnskab, Selskab, Mat.-Fys. Medd.*, **20**, 7 (1943).
16. HEDSTRÖM, B. O. A.: *Arkiv Kemi*, **5**, 457 (1953).
17. HEDSTRÖM, B. O. A.: *Arkiv Kemi*, **6**, 1 (1954).
18. WILSON, A. S., y H. TAUBE: *J. Am. Chem. Soc.*, **74**, 3509 (1952).
19. FORSLING, W., S. HIETANEN, y L. G. SILLÉN: *Acta Chem. Scand.*, **6**, 901 (1952).
20. HIETANEN, S., y L. G. SILLÉN: *Acta Chem. Scand.*, **6**, 747 (1952).
21. BIEDERMANN, G., N. C. LI, y J. YU: *Acta Chem. Scand.*, **15**, 555 (1961).
22. BIEDERMANN, G., y L. CIAVATTA: *Acta Chem. Scand.*, **15**, 1347 (1961).
23. HARNED, H. S., y J. G. DONELSON: *J. Am. Chem. Soc.*, **59**, 1280 (1937).
24. STOCK, D. I., C. W. DAVIES: *Trans. Faraday Soc.*, **44**, 856 (1948).
25. SASAKI, Y.: *Coordination Chemistry*, Proceedings, p. 186, Londres, 1959.
26. BELL, R. P., y J. E. PRUE: *J. Chem. Soc.*, 1949, 362.
27. BIEDERMANN, G., M. KILPATRICK, L. POKRAS, y L. G. SILLÉN: *Acta Chem. Scand.*, **10**, 1327 (1956).
28. TOBIAS, R. S.: *Acta Chem. Scand.*, **12**, 198 (1958).
29. HARNED, H. S., y T. R. PAXTON: *J. Phys. Chem.*, **57**, 198 (1953).
30. HIETANEN, S., y L. G. SILLÉN: *Acta Chem. Scand.*, **13**, 533 (1959).
31. PECSOK, R. L., y A. N. FLETCHER: *Inorg. Chem.*, **1**, 156 (1962).

32. BEUKENKAMP, J., y K. D. HERRINGTON: *J. Am. Chem. Soc.*, **82**, 261 (1960).
33. BELL, R. P., y M. H. PANCKHURST: *Rec. Trav. Chim.*, **75**, 725 (1956).
34. BIEDERMANN, G.: *Arkiv Kemi*, **5**, 411 (1953); *Rec. Trav. Chim.*, **75**, 716 (1956).
35. HIETANEN, S.: *Acta Chem. Scand.*, **10**, 1531 (1956); *Rec. Trav. Chim.*, **75**, 711 (1956).
36. AHLRAND, S., S. HIETANEN, y L. G. SILLÉN: *Acta Chem. Scand.*, **8**, 1907 (1954).
37. ROSSOTTI, F. J. C., y H. S. ROSSOTTI: *Acta Chem. Scand.*, **9**, 1177 (1955).
38. ROSSOTTI, F. J. C., y H. S. ROSSOTTI: *Acta Chem. Scand.*, **10**, 957 (1956).
39. INGRI, N., y F. BRITO: *Acta Chem. Scand.*, **13**, 1971 (1959).
40. BRITO, F., y N. INGRI: *Anales Fis. Quím.*, **56B**, 165 (1960).
41. DUNCAN, J. F., y D. L. KEPERT: *J. Chem. Soc.*, **1962**, 205.
42. KOLTHOFF, I. M., y T. KAMEDA: *J. Am. Chem. Soc.*, **53**, 835 (1931).
43. FEITKNECHT, W.: *Solubilities of Hydroxides*, Comunicación a Analytical Section IUPAC, 1953.
44. SOLOVKIN, A. S.: *Zh. Neorgan. Khim.*, **2**, 611 (1957). Cf. ref. 45.
45. BJERRUM, J., G. SCHWARZENBACH, y L. G. SILLÉN: *Stability Constants*, *Chem. Soc. (London) Spec. Publ.*, **7** (1958).

TABLA A.2b

## Constantes de estabilidad de complejos metálicos con amoniaco

Se dan valores determinados a varias fuerzas iónicas. Puesto que no se produce cambio de carga en el complejamiento, las constantes varían sólo ligeramente con la fuerza iónica.

Metal	Fuerza iónica	Log $\beta_1$	Log $\beta_2$	Log $\beta_3$	Log $\beta_4$	Log $\beta_5$	Log $\beta_6$	Ref. núm.
Ag <sup>+</sup>	0,1	3,40	7,40					1
Au <sup>+</sup>	Var.		27					2
Au <sup>3+</sup>	Var.				30			3
Ca <sup>2+</sup>	2	-0,2	-0,8	-1,6	-2,7			1
Cd <sup>2+</sup>	0,1	2,60	4,65	6,04	6,92	6,6	4,9	1
Co <sup>2+</sup>	0,1	2,05	3,62	4,61	5,31	5,43	4,75	1
Co <sup>3+</sup>	2	7,3	14,0	20,1	25,7	30,8	35,2	1
Cu <sup>+</sup>	2	5,90	10,80					1
Cu <sup>2+</sup>	0,1	4,13	7,61	10,48	12,59			1
Fe <sup>2+</sup>	0	1,4	2,2		3,7			4
Hg <sup>2+</sup>	2	8,80	17,50	18,5	19,4			1
Mg <sup>2+</sup>	2	0,23	0,08	-0,36	-1,1			1
Mn <sup>2+</sup>	Var.	0,8	1,3					5
Ni <sup>2+</sup>	0,1	2,75	4,95	6,64	7,79	8,50	8,49	1
Tl <sup>+</sup>	Var.	-0,9						1
Tl <sup>3+</sup>	Var.				17			2
Zn <sup>2+</sup>	0,1	2,27	4,61	7,01	9,06			1

## Bibliografía

1. BJERRUM, J.: *Metal Ammine Formation in Aqueous Solution*, Tesis, Copenhagen, 1941; reimpresso P. HAASE and Son, 1957.
2. BJERRUM, J.: *Chem. Rev.*, 46, 381 (1950).
3. BJERRUM, J., G. SCHWARZENBACH, y L. G. SILLÉN: *Stability Constants II*, The Chemical Society, Londres, 1958.
4. LEUSSING, D. L., e I. M. KOLTHOFF: *J. Am. Chem. Soc.*, 75, 2476 (1953).
5. YATSIMIRSKII, K. B., y V. P. VASILÉV: *Instability Constants of Complex Compounds*, Pergamon Press, Oxford, 1960.

TABLA A.2c

Constantes de estabilidad de complejos metálicos con aminas

En general, la temperatura es de 20 o 25 °C y la fuerza iónica igual a 0,1. La mayoría de los ligandos recogidos en la tabla son moléculas neutras, y, por tanto, las constantes varían sólo ligeramente con la fuerza iónica. Las constantes de ácido que se dan son combinados. Todos los valores son logarítmicos.

En=etilendiamina,  $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$   
 1,2=DAP=1,2-diaminopropano,  $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{CH}_3$   
 1,3=DAP=1,3-diaminopropano,  $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_2\text{NH}_2$   
 TAP=1,2,3-triaminopropano,  $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{NH}_2$   
 Den=diethylentriamina,  $(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2)_2\text{NH}$   
 Trien=triethylentetramina,  $(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_3$   
 Tetrén=tetraetilenpentamina,  $(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2)_4\text{NH}$   
 Tren=triaminotriethylamina,  $(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2)_3\text{N}$

Pentén=pentaetilenhexamina,  $(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NCH}_2)_5$   
 TEA=trietanolamina,  $\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_3$   
 DDS=diaminodietilsulfuro,  $\text{S}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2$   
 Tiourea=Tiocarbamida,  $\text{SC}(\text{NH}_2)_2$   
 Tiosemicarbazida,  $\text{SC}(\text{NH}_2)\text{NH}(\text{NH}_2)$   
 2,2'-dipiridilo,  $\text{C}_{10}\text{H}_8\text{N}_4$   
 1,10-fenantrolina,  $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2$   
 HQS=ácido 8-hidroxiquinolina-5-sulfónico,  $\text{C}_8\text{H}_7\text{NO}_3\text{S}$

Ion	Etilendiamina			1,2-diaminopropano			1,3-diaminopropano		
	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$
Ag <sup>+</sup>	4,7	7,7							
Cd <sup>2+</sup>	5,47	10,02	12,09	5,42 <sup>a</sup>	9,97 <sup>a</sup>	12,12 <sup>a</sup>	5,85		
Co <sup>2+</sup>	5,89	10,72	13,82	6,41 <sup>a</sup>	11,47 <sup>a</sup>	14,72 <sup>a</sup>	4,97 <sup>b</sup>	8,31 <sup>b</sup>	
Co <sup>3+</sup>			46,89						
Cu <sup>2+</sup>	10,55	19,60		10,65	19,84				
Fe <sup>2+</sup>	4,28	7,53	9,52				9,98	17,17	
Hg <sup>2+</sup>		23,42			23,53	23,25			
Mn <sup>2+</sup>	2,73	4,79	5,67						
Ni <sup>2+</sup>	7,66	14,06	18,59	7,41	13,71	18,0			
Zn <sup>2+</sup>	5,71	10,37	12,08	5,89 <sup>a</sup>	10,87 <sup>a</sup>	12,57 <sup>a</sup>	6,39	10,78	12,01
Constantes de ácido:									
Log K <sub>1</sub>	10,11			9,95			10,72		
Log K <sub>2</sub>	7,30			6,93			8,96		

352

APENDICE

TABLA A.2c (Cont.)

Ion	TAP		Den		Trien <sup>c</sup>		Tetrén <sup>d</sup>
	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_1$
Ag <sup>+</sup>	5,65		6,1		7,7		
Cd <sup>2+</sup>	6,45		8,45	13,85	10,75	13,9	14,0
Co <sup>2+</sup>	6,8		8,1	14,1	11,0		15,1
Cu <sup>2+</sup>	11,1	20,1	16,0	21,3	20,4		24,3 <sup>d</sup>
Fe <sup>2+</sup>			6,23 <sup>a</sup>	10,36 <sup>a</sup>	7,8		11,4
Fe <sup>3+</sup>					21,9		
Hg <sup>2+</sup>	19,6		21,8	25,06	25,26		27,7
Mn <sup>2+</sup>			3,99 <sup>a</sup>	14,5	4,9		7,62
Ni <sup>2+</sup>	9,3		10,7	6,82 <sup>a</sup>	14,0	19,4	17,6
Pb <sup>2+</sup>					10,4		10,5
Zn <sup>2+</sup>	6,75		8,9	18,9	12,1		15,4
<i>Constantes de ácido:</i>							
Log K <sub>1</sub>	9,67		10,02		10,00		9,54
Log K <sub>2</sub>	8,03		9,21		9,28		9,05
Log K <sub>3</sub>	3,80		4,42		6,75		8,10
Log K <sub>4</sub>					3,40		4,70
Log K <sub>5</sub>							2,66

TABLA A.2c (Cont.)

Ion	Tren	Pentén = pentaetilenhexamina			
	$\beta_1$	$K_{MH_3H}^{3H}$	$K_{MH_2L}^{2H}$	$K_{MHL}^H$	$K_{ML}$
Ag <sup>+</sup>	7,8				
Cd <sup>2+</sup>	12,3				
Co <sup>2+</sup>	12,8			6,5	16,80
Cu <sup>2+</sup>	18,8	15,02	11,30	6,95	15,75
Fe <sup>2+</sup>	8,8			8,16	22,44
Hg <sup>2+</sup>	22,8			7,70	11,20
Mn <sup>2+</sup>	5,8		14,01	8,54	29,59
Ni <sup>2+</sup>	14,8				9,37
Zn <sup>2+</sup>	14,65		11,20	6,77	19,30
				8,16	16,24
<i>Constantes de ácido:</i>					
Log K <sub>1</sub>	10,37	10,28			
Log K <sub>2</sub>	9,67	9,78			
Log K <sub>3</sub>	8,64	9,22			
Log K <sub>4</sub>		8,64			

TABLA A.2c (Cont.)

Ion	Trietanolamina					Diaminodietilsulfuro			
	$\beta_1$	$\beta_2$	$K_{M(OH)L}^{OH}$	$K_{M(OH)_2L}^{OH}$	$K_{M(OH)_3L}^{OH}$	$\beta_1$	$\beta_2$		
Ag <sup>+</sup>	2,3	3,6							
Co <sup>2+</sup>	1,7					5,2	9,2		
Cu <sup>2+</sup>	4,4		8,3	6,7	2,7	9,2	14,5		
Ni <sup>2+</sup>	2,7		5,3	1,6	1,3	7,4	13,6		
Zn <sup>2+</sup>	2,0					5,4	9,1		
Fe <sup>3+</sup>	Fe + 4OH + L = Fe(OH) <sub>4</sub> L; log K = 41,2								
Constantes de ácido:									
Log K <sub>1</sub>	7,8					9,8			
Log K <sub>2</sub>						9,0			
Ion	Tiourea						Tiosemicarbazida		
	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\beta_6$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$
Ag <sup>+</sup>			13,1						
Bi <sup>3+</sup>						11,9			
Cd <sup>2+</sup>	0,6	1,6	2,6	4,6			2,6	4,7	5,85
Cu <sup>+</sup>				15,4				11,2	
Cu <sup>2+</sup>									
Hg <sup>2+</sup>		22,1	24,7	26,8					
Pb <sup>2+</sup>	1,4	3,1	4,7	8,3					



TABLA A.2c (Cont.)

Metal	2,2'-dipiridilo			1,10-fenantrolina			ácido 8-hidroxiquinolina-5-sulfónico		
	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$
Ag <sup>+</sup>		6,8							
Ba <sup>2+</sup>							1,5		
Ca <sup>2+</sup>				0,5			2,7		
Cd <sup>2+</sup>	4,5	8,0	10,5	6,4	11,6	15,8	6,9	13,4	
Co <sup>2+</sup>	5,7	11,3	16,1	7,0	13,7	20,1	8,1	15,1	20,4
Cu <sup>+</sup>		14,2							
Cu <sup>2+</sup>	8,1	13,5	17,0	9,1	15,8	21,0	11,9	21,9	
Fe <sup>2+</sup>	4,4	8,0	17,6	5,9	11,1	21,3	7,6	14,3	
Fe <sup>3+</sup>						14,1	11,6	22,8	
Mg <sup>2+</sup>	0,5			1,5			4,1	7,6	
Mn <sup>2+</sup>	2,5	4,6	6,3	4,1	7,2	10,4	5,7	10,7	
Ni <sup>2+</sup>	7,1	13,9	20,1	8,8	17,1	24,8	9,0	16,8	22,9
Pb <sup>2+</sup>	3,0			5,1	7,5	9	7,7	15,3	
Sr <sup>2+</sup>							2,0		
Th <sup>4+</sup>							9,6	18,3	25,9
UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup>							8,5	15,7	
VO <sub>2</sub> <sup>2+</sup>				5,5	9,7				
Zn <sup>2+</sup>	5,4	9,8	13,5	6,4	12,15	17,0	7,5	14,3	
<i>Constantes de ácido:</i>									
Log K <sub>1</sub>	4,44			4,96			3,84		
Log K <sub>2</sub>							8,35		

<sup>a</sup> A 30 °C.

<sup>b</sup> A 0 °C.

<sup>c</sup> Para el trién se conocen las siguientes constantes  $K_{MHL}^H$ : Ag, 8,1; Cd, 6,4; Co, 5,8; Cu, 3,6; Hg, 5,6; Ni, 4,9; Zn, 5,2.

<sup>d</sup> Para el log  $K_{CuH}^H$  se conoce el valor 5,6.

## Bibliografía (Tabla A.2c)

*Etilendiamina*

- SCHWARZENBACH, G., H. ACKERMANN, B. MAISSEN, y G. ANDEREGG: *Helv. Chim. Acta*, **35**, 2337 (1952). (Ag)  
CARLSON, G. A., J. P. MCREYNOLDS, y F. H. VERHOEK: *J. Am. Chem. Soc.*, **67**, 1334 (1945). (Cd, Cu, Zn)  
BJERRUM, J., y P. ANDERSEN: *Kgl. Danske Videnskab. Selskab, Mat.-Fys. Medd.* **22**, 7 (1945). (Co, Fe, Mn, Ni)  
BJERRUM, J.: *Chem. Rev.*, **46**, 391 (1950). (Hg)

*1,2-diaminopropano*

- CARLSON, G. A., y col.: l. c. (Cd, Ni, Zn)  
NYMAN, C. J., D. K. ROE, y D. B. MASON: *J. Am. Chem. Soc.*, **77**, 4191 (1955). (Hg)  
NÄSANEN, R.: *Suomen Kemistilehti*, **34B**, 47 (1961). (Cu, H)  
EDWARDS, L. J.: *Diss. Univ. of Michigan*, 1950. (Co)

*1,3-diaminopropano*

- SCHWARZENBACH, G. y col.: l. c. (Ag)  
COTTON, A F., y F. E. HARRIS: *J. Phys. Chem.*, **69**, 1203 (1955). (Cd)  
POULSEN, J., y J. BJERRUM: *Acta Chem. Scand.*, **9**, 1407 (1955). (Cu, Ni)

*1,2,3-triaminopropano*

- PRUE, J. E., y G. SCHWARZENBACH: *Helv. Chim. Acta*, **33**, 985 (1950). (Todos los valores)

*Dietilentriamina ("Den")*

- PRUE, J. E., y G. SCHWARZENBACH: *Helv. Chim. Acta*, **33**, 985 (1950). (Ag, Cd, Co, Cu, Hg, Ni, Zn, H)  
JONASSEN, H. B., y col.: *J. Phys. Chem.*, **56**, 16 (1952). (Fe, Mn)  
NYMAN, C. J., D. K. ROE, y D. B. MASSON: l. c. (Hg)

*Trietilentetramina ("Trien")*

- SCHWARZENBACH, G.: *Helv. Chim. Acta*, **33**, 974 (1950). (Ag, Cd, Co, Cu, Fe<sup>II</sup>, Hg, Mn, Ni, Zn)  
DOUGLAS, B. E., H. A. LAITINEN, y J. C. BAILAR: *J. Am. Chem. Soc.*, **72**, 2484 (1950). (Cd)  
BECK, M. T., y S. GOROG: *Proc. Symp. Chem. Coord. Compounds, Agra, India, 1959*, 195 (1960). *C. A.*, **55**, 15092 (1961). (Fe<sup>III</sup>)  
REILLEY, C. N., y R. W. SCHMID: *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.*, **73**, 279 (1957); *C. A.*, **52**, 7001 (1958). (Pb)

*Tetraetilenpentamina ("Tetrén")*

- JONASSEN, H. B., A. SCHAAFSMA, y L. WESTERMAN: *J. Phys. Chem.*, **62**, 1022 (1958). (Mn, Fe<sup>II</sup>)

- JONASSEN, H. B., F. W. FREY, y A. SCHAAFSMA: *J. Phys. Chem.*, **61**, 504 (1957). (Co)  
JONASSEN, H. B., y L. WESTERMAN: *J. Am. Chem. Soc.*, **79**, 4275 (1957). (Ni)  
REILLEY, C. N., y J. HOLLOWAY: *J. Am. Chem. Soc.*, **80**, 2917 (1958). (Cd, Hg, Pb, Zn)  
JONASSEN, H. B., J. A. BERTRAND, y F. R. GROVES: *J. Am. Chem. Soc.*, **79**, 4279 (1957). (Cu)  
RINGBOM, A., y F. GUSTAFSSON: Resultados no publicados. (CuHL)

*Pentaetilenhexamina* ("Pentén")

- SCHWARZENBACH, G., y P. MOSER: *Helv. Chim. Acta*, **36**, 581 (1953). (Todos los valores)

*Triaminotrietilamina* ("Tren")

- PRUE, J. E., y G. SCHWARZENBACH: *Hel. Chim. Acta*, **33**, 963 (1950). (Todos los valores)

*Trietanolamina* (TEA)

- BJERRUM, J., y S. REIFN: *Suomen Kemistilehti*, **29B**, 68 (1956). *Chem. Rev.*, **46**, 381 (1950). (Ag, Co, Zn)  
SKRIFVAR, B., y A. RINGBOM. Resultados no publicados. (Cu, Ni, Fe)

*Diaminodietilsulfuro* (DDS)

- GONIK, E.: *Diss. Pennsylvania State Coll.*, 1951. (Ag, Cu, Co, ZnCo)  
GONICK, E., W. C. FERNELIUS, y B. E. DOUGLAS: *J. Am. Chem. Soc.*, **76**, 4671 (1954). (Co, Ni)

*Tiourea*

- PILIPENKO, A. T., y T. S. LISETSKAYA: *Ukr. Khim. Zh.*, **19**, 81 (1953). (Ag)  
LANE, T. J., J. A. RYAN, y E. F. BRITTEN: *J. Am. Chem. Soc.*, **80**, 315 (1958). (Cd, Pb)  
NYMAN, C. J., y E. P. PARRY: *Anal. Chem.*, **30**, 1255 (1958). (Hg)  
ONSTOTT, E. I., y H. A. LAITINEN: *J. Am. Chem. Soc.*, **72**, 4724 (1950). (Cu)  
FEDOROVA, O. S.: *Zh. Obshch. Khim.*, **24**, 62 (1954). (Bi)

*Tiosemicarbazida*

- CHRISTENSEN, A. N., y S. E. RASMUSSEN: Proceedings of "11 Nordiska Kemistmötet", Åbo (Finlandia), 1962, 254. (Cd)  
RINGBOM, A., y BAGGE, T.: Resultados no publicados. (Cu)

*2,2-Dipiridilo*

- SCROCCO, E., y O. SALVETTI: *Boll. Sci. Fac. Chim. Ind. Bologna*, **12**, 98 (1954). (Ag)  
YAMASAKI, K., y M. YASUDA: *J. Am. Chem. Soc.*, **78**, 1324 (1956). (Cd, Zn, H)

- ONSTOTT, E. I., y H. A. LAITINEN: *J. Am. Chem. Soc.*, **72**, 4724 (1950).  
(Cu<sup>I</sup> y Cu<sup>II</sup>)  
KRUMHOLZ, P.: *Nature*, **163**, 724 (1949). (Fe)  
MILLER, R. R., y W. BRANDT: *J. Am. Chem. Soc.*, **77**, 1384 (1955).  
(Mn)  
SONE, K., P. KRUMHOLZ, y H. STAMMREICH: *J. Am. Chem. Soc.*, **77**,  
777 (1955). IRVING, H., y D. H. MELLOR: *J. Chem. Soc.*, 1962, 5222.  
(Co, Cu, Fe<sup>II</sup>, Mn, Ni) (Mg, Pb)

### *1,10-fenantrolina*

- DOUGLAS, B. E., H. A. LAITINEN, y J. C. BAILAR: *J. Am. Chem. Soc.*,  
**72**, 2484 (1950). (Cd)  
LEE, T. S., I. M. KOLTHOFF, y D. L. LEUSSING: *J. Am. Chem. Soc.*, **70**,  
2348 (1948); *ibid.*, p. 3596. (Fe<sup>II</sup> y Fe<sup>III</sup>)  
BANKS, C. V., y R. I. BYSTROFF: *J. Am. Chem. Soc.*, **81**, 6153 (1959).  
(Co)  
ANDEREGG, G.: *Helv. Chim. Acta*, **42**, 344 (1959). (Cu, Ni)  
TRUJILLO, R., y F. BRITO: *Anales Real Soc. Españ. Fis. Quím. (Madrid)*,  
**53B**, 249 (1957). *C. A.*, 1959, 21343. (VO)  
SONE, K., P. KRUMHOLZ, y H. STAMMREICH: *l. c.* (Ca, Mg)  
KOLTHOFF, I. M., D. L. LEUSSING, y T. S. LEE: *J. Am. Chem. Soc.*, **73**,  
390 (1951). (Zn)  
MILLER, R. R., y W. BRANDT: *l. c.* (Mn)  
SKRIFVAR, B., y A. RINGBOM: Resultados no publicados. (Pb)  
IRVING, H., y D. H. MELLOR: *J. Chem. Soc.*, 1962, 5222. (Fe<sup>II</sup>, Mn)

### *Acido 8-hidroxiquinolina-5-sulfónico (HQS)*

- NÄSANEN, R., y E. UUSITALO: *Acta Chem. Scand.*, **8**, 112 (1954). (Ba,  
Ca, Cd, Pb, Sr)  
RICHARD, C. F., R. L. GUSTAFSON, y A. E. MARTELL: *J. Am. Chem.*  
*Soc.*, **81**, 1033 (1959). (Cu, Ni, Co, Fe<sup>III</sup>, Mg, Mn, Th, UO<sub>2</sub>, Zn)  
ALBERT, A.: *Biochem. J.*, **54**, 646 (1953). (Fe<sup>II</sup>)

TABLA A2.d

Constantes de estabilidad de complejos metálicos con iones inorgánicos

Carbonato	Sulfuro
Cianuro	Sulfato
Tiocianato	Tiosulfato
Ortofosfato	Fluoruro
Pirofosfato	Cloruro
Trifosfato	Bromuro
Peróxido	Yoduro

Carbonato  $\text{CO}_3^{2-} = \text{L}$ 

<i>Ion</i>	<i>Complejo</i>	<i>Componentes</i>	<i>Fuerza iónica</i>	<i>Log K<sub>est.</sub></i>	<i>Ref. núm.</i>
$\text{UO}_2^{2+}$	$\text{UO}_2\text{L}_3$	$\text{UO}_2 + 3\text{L}$	1	2,8	1

Cianuro  $\text{CN}^-$ 

<i>Ion</i>	<i>Fuerza iónica</i>	<i>Log <math>\beta_1</math></i>	<i>Log <math>\beta_2</math></i>	<i>Log <math>\beta_3</math></i>	<i>Log <math>\beta_4</math></i>	<i>Ref. núm.</i>
$\text{H}^+$	0,1	9,2				41
$\text{Ag}^+$	0-0,3		21,1	21,8	20,7	2,3
$\text{Au}^+$	Var.		38,3			4
$\text{Cd}^{2+}$	3	5,5	10,6	15,3	18,9	5
$\text{Cu}^+$	0		24,0	28,6	30,3	6-8
$\text{Hg}^{2+}$	0,1	18,0	34,7	38,5	41,5	9
$\text{Ni}^{2+}$	0,1				31,3	10
$\text{Pb}^{2+}$	1				10	11a
$\text{Zn}^{2+}$	0,1				16,7	11

TABLA A.2d (Cont.)

Tiocianato  $\text{SCN}^-$ 

Ion	Fuerza iónica	Log $\beta_1$	Log $\beta_2$	Log $\beta_3$	Log $\beta_4$	Log $\beta_5$	Log $\beta_6$	Ref. núm.
Ag <sup>+</sup>	2,2	7,6	9,1	10,1				12
Au <sup>+</sup>	Var.		25					13
Au <sup>3+</sup>	Var.		42					13
Bi <sup>3+</sup>	0,4	0,8	1,9	2,7	3,4			14
	2,6					3,25	3,2	14
Cd <sup>2+</sup>	3	1,4	2,0	2,6				15
Co <sup>2+</sup>	1	1,0						16
Cr <sup>2+</sup>	?	1,1	1,9					17
Cu <sup>+</sup>	5		11,0					18
Cu <sup>2+</sup>	0,5	1,7	2,5	2,7	3,0			19
Fe <sup>2+</sup>	Var.	1,0						20
Fe <sup>3+</sup>	Var.	2,3	4,2	5,6	6,4	6,4		21
Hg <sup>2+</sup>	1		16,1	19,0	20,9			22
In <sup>3+</sup>	2	2,6	3,6	4,6				23
Mn <sup>2+</sup>	0	1,2						24
Ni <sup>2+</sup>	1,5	1,2	1,6	1,8				25
Pb <sup>2+</sup>	2	0,5	0,9	-1	0,9			26
Tl <sup>+</sup>	2	0,4						26
Zn <sup>2+</sup>	2	0,5	0,8	0	1,3			27

Ortofosfato  $\text{PO}_4^{3-}=\text{L}$ 

Ion	Complejo	Componentes	Fuerza iónica	Log $K_{\text{est.}}$	Ref. núm.
H <sup>+</sup>	HL	H + L	0,1	11,7	41
	H <sub>2</sub> L	2H + L	0,1	18,6	
	H <sub>3</sub> L	3H + L	0,1	20,6	
Ca <sup>2+</sup>	CAHL	Ca + HL	0,2	1,7	28
Mg <sup>2+</sup>	MgHL	Mg + HL	0,2	1,9	28
Mn <sup>2+</sup>	MnHL	Mn + HL	0,2	2,6	28
Fe <sup>3+</sup>	FeHL	Fe + HL	0,66	9,35	29
Sr <sup>2+</sup>	SrH <sub>2</sub> L	Sr + H <sub>2</sub> L	0,15	0,25	30
	SrHL	Sr + HL	0,15	1,2	
	SrL	Sr + L	0,15	4,2	

TABLA A.2d (Cont.)

Pirofosfato  $P_2O_7^{-4}=L$ 

Ion	Complejo	Componentes	Fuerza iónica	Log $K_{est.}$	Ref. núm.
$H^+$	HL	H+L	0,1	8,5	31
	$H_2L$	2H+L	0,1	14,6	
	$H_3L$	3H+L	0,1	17,1	
	$H_4L$	4H+L	0,1	18,1	
$Ca^{2+}$	CaHL	Ca+HL	1	2,3	32
	CaL	Ca+L	1	5,0	
$Cd^{2+}$	CdL	Cd+L	0	8,7	33
	CdOL	Cd+OH+L	0	11,8	
$Cu^{2+}$	CuL	Cu+L	1	6,7	34,7
	$CuL_2$	Cu+2L	1	9,0	
$Fe^{3+}$	$Fe(HL)_2$	Fe+2HL	Var.	22,2	35
$Hg^{2+}$	$Hg_2OHL$	$Hg_2+OH+L$	0,75	15,6	36
$Hg^{2+}$	HgOHL	Hg+OH+L	0,75	17,45	36
$K^+$	KL	K+L	0	2,3	33
$Li^+$	LiL	Li+L	0	3,1	33
$Mg^{2+}$	MgL	Mg+L	0,02	5,7	7
$Na^+$	NaL	Na+L	0	2,3	33
$Ni^{2+}$	NiL	Ni+L	0,1	5,8	34,7
	$NiL_2$	Ni+2L	0,1	7,2	
$Pb^{2+}$	$PbL_2$	Pb+2L	Var.	5,3	37
$Sr^{2+}$	SrL	Sr+L	0,15	3,3	30
$Tl^+$	TiL	Tl+L	Var.	1,7	38
	$TiL_2$	Tl+2L	Var.	1,9	
$Zn^{2+}$	ZnL	Zn+L	0	8,7	33
	$ZnL_2$	Zn+2L	0	11,0	
	ZnOHL	Zn+OH+L	0	13,1	

TABLA A.2d (Cont.)

Trifosfato  $P_3O_{10}^{5-} = L$ 

Ion	Complejo	Componentes	Fuerza iónica	Log $K_{est.}$	Ref. núm.
$H^+$	HL	H + L	0,1	7,9	39
	$H_2L$	2H + L	0,1	13,5	
	$H_3L$	3H + L	0,1	16,2	
	$H_4L$	4H + L	0,1	18,8	
$Ba^{2+}$	BaL	Ba + L	0,1	6,3	33
$Ca^{2+}$	CaHL	Ca + HL	1	3,0	32
	CaL	Ca + L	1	5,4	
$Cd^{2+}$	CdL	Cd + L	0	9,8	33
	CdOHL	Cd + OH + L	0	12,6	
$Co^{2+}$	CoHL	CoL + H	0,1	5,4	40
	CoL	Co + L	0,1	6,6	
$Cu^{2+}$	CuHL	CuL + H	0,1	5,2	40
	CuL	Cu + L	0,1	7,3	
$Hg_2^{2+}$	$Hg_2L_2$	$Hg_2 + 2L$	0,75	11,2	36
	$Hg_2LOH$	$Hg_2 + L + OH$	0,75	15,0	
$K^+$	KL	K + L	0	2,8	33
$Li^+$	LiL	Li + L	0	3,9	33
$Mg^{2+}$	MgHL	MgL + H	0,1	5,8	39, 40
	MgL	Mg + L	0,1	5,7	
$Na^+$	NaL	Na + L	0	2,8	33
$Sr^{2+}$	SrHL	Sr + HL	0,15	2,8	30
	SrL	Sr + L	0,15	3,8	
$Zn^{2+}$	ZnHL	ZnL + H	0,1	5,3	40
	ZnL	Zn + L	0,1	6,9	
Peróxido	$H_2O_2$				
$H^+$	$H_2O_2$	H + $HO_2$	0,1	11,6	41
$Co^{3+}$	Co $HO_2$	Co + $HO_2$	Var.	14	42
$Fe^{3+}$	Fe $HO_2$	Fe + $HO_2$	0,1	9,3	43
$TiO^{2+}$	Ti $OH_2O_2$	TiO + $H_2O_2$	Var.	4,0	44
$VO_2^+$	V(OH) $_2O_2^+$	$VO_2^+ + H_2O_2$	Var.	4,1	45
	V(OH) $_2(O_2)_2^-$	$VO_2^+ + 2H_2O_2 + 2OH^-$	Var.	31,6	
	V(OH) $_2(O_2)_2^-$	V(OH) $_2O_2^+ + H_2O_2 + 2OH^-$	Var.	27,5	



TABLA A.2d (Cont.)

Sulfuro  $S^{2-}=L$ 

Ion	Complejo	Componentes	Fuerza iónica	Log $K_{est.}$	Ref. núm.
$H^+$	HS	H+S	0,1	12,6	41
	$H_2S$	2H+S	0,1	19,5	
$Ag^+$	AgHS	Ag+HS	0,1	13,3	46
	Ag(HS) <sub>2</sub>	Ag+2HS	0,1	17,7	
	AgS	Ag+S	0,1	16,8	
$Hg^{2+}$	Hg(HS) <sub>2</sub>	Hg+2HS	Var.	41	47
	HgS <sub>2</sub>	Hg+2S	Var.	53	48

Sulfato  $SO_4^{2-}$ 

Ion	Fuerza iónica	Log $\beta_1$	Log $\beta_2$	Log $\beta_3$	Ref. núm.
$H^+$	0,1	1,8			41
$Ca^{2+}$	0	2,3			49
$Cd^{2+}$	3	0,85			50
$Ce^{4+}$	2	3,5	8,0	10,4	51
$Co^{2+}$	0	2,5			52
$Cu^{2+}$	1	1,0	1,1	2,3	53
$Fe^{3+}$	0	4,0	5,4		54
$Fe^{3+}+HL^-$	0,15	1,8			54a
$In^{3+}$	1	1,85	2,6	3,0	55
$La^{3+}$	1	1,4			56
$Mg^{2+}$	0	2,4			57
$Mn^{2+}$	0	2,3			58
$Ni^{2+}$	0	2,3			52
$Th^{4+}$	2	3,3	5,6		59
$U^{4+}$	2	3,6	6,0		60
$UO_2^{2+}$	0	3,0	4,0		61
$Y^{3+}$	?	2,2	3,3	4,4	62
$Zn^{2+}$	0	2,3			63
$Zr^{4+}$	2	3,7	6,5	7,6	64

TABLA A.2d (Cont.)

Tiosulfato  $S_2O_3^{2-}$ 

Ion	Fuerza iónica	Log $\beta_1$	Log $\beta_2$	Log $\beta_3$	Ref. núm.
H <sup>+</sup>	0,1	1,35			65
Ag <sup>+</sup>	0	8,82	13,5		66
Ba <sup>2+</sup>	0	2,33			65
Ca <sup>2+</sup>	0	1,91			67
Cd <sup>2+</sup>	0	3,94			67
Co <sup>2+</sup>	0	2,05			65
Cu <sup>+</sup>	2	10,3	12,2	13,8	68
Fe <sup>2+</sup>	0,5	0,9 (6°)			69
Fe <sup>3+</sup>	0,5	2,1 (6°)			69
Hg <sup>2+</sup>	0	29,86	32,26		70
Mg <sup>2+</sup>	0	1,79			67
Mn <sup>2+</sup>	0	1,95			65
Ni <sup>2+</sup>	0	2,06			65
Pb <sup>2+</sup>	Var.	5,1		6,4	71
Sr <sup>2+</sup>	0	2,04			65
Tl <sup>+</sup>	0,1-0,2	1,9			72
Zn <sup>2+</sup>	0	2,29			67

TABLA A.2d (Cont.)

Fluorado  $F^-$ 

<i>Ion</i>	<i>Fuerza iónica</i>	$\text{Log } \beta_1$	$\text{Log } \beta_2$	$\text{Log } \beta_3$	$\text{Log } \beta_4$	$\text{Log } \beta_5$	$\text{Log } \beta_6$	<i>Ref. núm.</i>
$H^+$	0,1	3,05						41
$Al^{3+}$	0,53	6,1	11,15	15,0	17,7	19,4	19,7	72
$Be^{2+}$	0,5	5,1	8,8	11,8				73
$Cr^{3+}$	0,5	4,4	7,7	10,2				74
$Cu^{2+}$	0,5	0,7						75, 41
$Fe^{2+}$	Var.	< 1,5						76
$Fe^{3+}$	0,5	5,2	9,2	11,9				76
$Ga^{3+}$	0,5	5,1						74
$Hg^{2+}$	0,5	1,0						75
$In^{3+}$	1	3,7	6,3	8,6	9,7			23
$La^{3+}$	0,5	2,7						77
$Mg^{2+}$	0,5	1,3						78
$Ni^{2+}$	1	0,7						79
$Pb^{2+}$	0,5	< 0,3						75
$SbO^+$		5,5						80
$Sc^{3+}$	0,5	6,2	11,5	15,5				77
$Sn^{4+}$	Var.						25	81
$Th^{4+}$	0,5	7,7	13,5	18,0				76
$TiO^{2+}$	3	5,4	9,8	13,7	17,4			82
$UO_2^{2+}$	1	4,5	7,9	10,5	11,8			83
$Zn^{2+}$	0,5	0,7						75
$Zr^{4+}$	2	8,8	16,1	21,9				64

TABLA A.2d (Cont.)

Cloruro  $\text{Cl}^-$ 

Ion	Fuerza iónica	Log $\beta_1$	Log $\beta_2$	Log $\beta_3$	Log $\beta_4$	Log $\beta_5$	Log $\beta_6$	Ref. núm.
Ag <sup>+</sup>	0,2	2,9	4,7	5,0	5,9			84, 85
Ag <sup>+</sup>	Var.	Log $[\text{Ag}_2\text{Cl}]/[\text{Ag}]^2[\text{Cl}] = 6,7$						7
Au <sup>3+</sup>	Var.				26			4
Bi <sup>3+</sup>	2	2,4	3,5	5,4	6,1	6,7	6,6	86
Cd <sup>2+</sup>	0,1	1,6	2,1	1,5	0,9			87, 88
Cu <sup>+</sup>	0,67			5,3				89
Cu <sup>2+</sup>	1	0,1	-0,5					90
Fe <sup>2+</sup>	2	0,4						91
Fe <sup>3+</sup>	1	0,6	0,7	-0,7				92
Hg <sup>2+</sup>	0,5	6,7	13,2	14,1	15,1			93, 94
In <sup>3+</sup>	1	1,4	2,2	3,2				95
Mn <sup>2+</sup>	0,7	0,6	0,8	0,4				96
Pb <sup>2+</sup>	0,1	1,2	0,6	1,2				97
Sn <sup>2+</sup>	3	1,15	1,7	1,7				98
Th <sup>4+</sup>	4	0,1	-0,9	-1,4	-1,85			59
Tl <sup>3+</sup>	0	8,1	13,6	15,8	18			99
UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	1,2	1,6						100
Zn <sup>2+</sup>	3	-0,2	-0,6	0,15				101

Bromuro  $\text{Br}^-$ 

Ion	Fuerza iónica	Log $\beta_1$	Log $\beta_2$	Log $\beta_3$	Log $\beta_4$	Log $\beta_5$	Log $\beta_6$	Ref. núm.
Ag <sup>+</sup>	0,1	4,15	7,1	7,95	8,9			102
Ag <sup>+</sup>	Var.	Log $[\text{Ag}_2\text{Br}]/[\text{Ag}]^2[\text{Br}] = 9,7$						7
Bi <sup>3+</sup>	2	2,3	4,45	6,3	7,7	9,3	9,4	86
Cd <sup>2+</sup>	0,75	1,56	2,10	2,16	2,53			103
Fe <sup>3+</sup>	1	-0,3						92
Hg <sup>2+</sup>	0,5	9,05	17,3	19,7	21,0			94, 104
In <sup>3+</sup>	1	1,2	1,8	2,5				95
Pb <sup>2+</sup>	1	1,1	1,4	2,2				105
Sn <sup>2+</sup>	3	0,7	1,1	1,3				106
Tl <sup>3+</sup>	1,2	8,9	16,4	22,1	26,1	29,2	31,6	107
Zn <sup>2+</sup>	3	-0,6						101

TABLA A.2d (Cont.)

Yoduro  $I^-$ 

Ion	Fuerza iónica	Log $\beta_1$	Log $\beta_2$	Log $\beta_3$	Log $\beta_4$	Log $\beta_5$	Log $\beta_6$	Ref. núm.
Ag <sup>+</sup>	1,6	13,85	13,7	13,6	14,2			108
Ag <sup>+</sup>	Var.	Log [Ag <sub>3</sub> I]/[Ag] <sup>3</sup> [I] = 14,15						7
Bi <sup>3+</sup>	2				15,0	16,8	18,8	86
Cd <sup>2+</sup>	Var.	2,4	3,4	5,0	6,15			109
Hg <sup>2+</sup>	0,5	12,9	23,8	27,6	29,8			110
In <sup>3+</sup>	0,7	1,6	2,6	2,5				111
Pb <sup>2+</sup>	1	1,3	2,8	3,4	3,9			112

Yodato  $IO_3^-$ 

Ion	Fuerza iónica	Log $\beta_1$	Log $\beta_2$	Log $\beta_3$	Log $\beta_4$	Log $\beta_5$	Log $\beta_6$	Ref. núm.
Th <sup>4+</sup>	0,5	2,9	4,8	7,15				113

## Bibliografía (Tabla A.2d)

1. KLYGIN, A. E., e I. D. SMIRNOVA: *Zh. Neorgan. Khim.*, 4, 42 (1959); *C.A.*, 53, 11952 (1959).
2. GAUGUIN, R.: *J. Chim. Phys.*, 42, 28 (1945).
3. JONES, L. H., y R. A. PENNEMAN: *J. Chem. Phys.*, 22, 965 (1954).
4. LATIMER, W. M.: *Oxidation Potentials*, 2.<sup>a</sup> ed., Prentice-Hall, Nueva York, 1952.
5. LEDEN, I.: *Svensk Kem. Tidskr.*, 56, 31 (1944).
6. VLADIMIROV, M. G., e I. A. KAKAKOVSKII: *Zh. Prikl. Khim.*, 23, 580 (1950). Cf. ref. 7.
7. YATSIMIRSKII, K. B., y V. P. VASILEV: *Instability Constants*, Pergamon Press, Londres, 1960.
8. PENNEMAN, R. A., y L. H. JONES: *J. Chem. Phys.*, 24, 293 (1956).
9. ANDEREGG, G.: *Helv. Chim. Acta*, 40, 1022 (1957).
10. FREUND, H., y C. R. SCHNEIDER: *J. Am. Chem. Soc.*, 81, 4780 (1959).
11. BLACKIE, M. S., y V. GOLD: *J. Chem. Soc.*, 1959, 3932.

- 11a. KOLTHOFF, I. M., y J. J. LINGANE: *Polarography*, Interscience, 1941.
12. CAVE, G. S., y D. N. HUME: *J. Am. Chem. Soc.*, **75**, 2893 (1953).
13. BJERRUM, N., y A. KIRSCHNER: *Kgl. Danske Videnskab. Selskab. Mat.-Fys.*, **V**, núm. 1 (1918).
14. GOLUB, A. M., I. A. BABKO, y N. A. LAVITSKAYA: *Ukr. Khim. Zh.*, **25**, 50 (1959).
15. LEDEN, I.: *Z. Phys. Chem.*, **A**, **188**, 160 (1941).
16. SENISE, P., y M. PERRIER: *J. Am. Chem. Soc.*, **80**, 4194 (1958).
17. YATSIMIRSKII, K. B., y T. I. FEDOROVA: *Izv. Vysshikh Uchebn. Zaredenii Khim.*, **1958**, núm. 3, 40. *C.A.*, **53**, 1977 (1959).
18. FRIDMAN, Y. D., y D. S. SARBAEV: *Zh. Neorgan. Khim.*, **4**, 1849 (1959).
19. TANAKA, N., y TAKAMURA, T.: *J. Inorg. Nucl. Chem.*, **9**, 15 (1959).
20. MÖLLER, M.: *Disertación*, Copenhagen, 1937. Cf. ref. 41.
21. BABKO, A. K., y K. E. KLEINER: *Zh. Anal. Khim.*, **1**, 106 (1946).
22. NYMAN, C. J., y G. S. ALBERTO: *Anal. Chem.*, **32**, 207 (1960).
23. SUNDÉN, N.: *Svensk Kem. Tidskr.*, **66**, 50 (1954).
24. YATSIMIRSKII, K. B., y V. D. KORABLEVA: *Zh. Neorgan. Khim.*, **3**, 339 (1955).
25. FRONAEUS, S.: *Acta Chem. Scand.*, **7**, 21 (1953).
26. LEONARD, G. W., M. E. SMITH, y D. N. HUME: *J. Phys. Chem.*, **60**, 1493 (1956).
27. FRANK, R. E., y D. N. HUME: *J. Am. Chem. Soc.*, **75**, 1736 (1953).
28. SMITH, R. M., y R. A. ALBERTY: *J. Am. Chem. Soc.*, **78**, 2376 (1956).
29. LANFORD, O. E., y S. J. KIEHL: *J. Am. Chem. Soc.*, **64**, 291 (1942).
30. SCHWARZENBACH, G., y col.: *Helv. Chim. Acta*, **45**, 1171 (1962).
31. SCHWARZENBACH, G., y J. ZURC: *Monatsh. Chem.*, **81**, 202 (1950).
32. WATTERS, J. I., y S. M. LAMBERT: *J. Am. Chem. Soc.*, **81**, 3201 (1959).
33. WOLHOFF, J. A., y J. T. G. OVERBEEK: *Rec. Trav. Chim.*, **78**, 759 (1959).
34. YATSIMIRSKII, K. B., y V. P. VASILEV: *Zh. Anal. Khim.*, **11**, 536 (1956). Cf. ref. 7.
35. YAKSHOVA, P. I.: *Trudy Voronesh Univ.*, **42**, (núm. 2), 63 (1956).
36. YAMANE, T., y N. DAVIDSON: *J. Am. Chem. Soc.*, **81**, 4438 (1959).
37. HALDAR, B. C.: *Current Sci.*, **19**, 244 (1950); *Zblatt.*, **1951**, 2856.
38. SENISE, P., y P. DELAHAY: *J. Am. Chem. Soc.*, **74**, 6128 (1952).
39. MARTELL, A. E., y G. SCHWARZENBACH: *Helv. Chim. Acta*, **39**, 653 (1956).
40. JOHANSSON, A., y E. WÄNNINEN: *Talanta* (1963) (en prensa).
41. BJERRUM, J., G. SCHWARZENBACH, y L. G. SILLÉN: *Stability Constants, Chem. Soc. (London) Spec. Publ.* núm. 7, 1958.
42. MENZEL, H.: *Z. Phys. Chem.*, **105**, 402 (1923).
43. EVANS, M. G., N. URI, y P. GEORGE: *Trans. Faraday Soc.*, **45**, 230 (1949).

44. KLEINER, K. E.: *Zh. Obshch. Khim.*, **22**, 17 (1952). Cf. ref. 41.
45. RINGBOM, A.: *Proceedings of XV IUPAC Congress*, Lisboa, 1958.
46. ZÜST, H.: *Conferencia*, ETH, Zürich, 1958.
47. TREADWELL, W. D., y F. SCHAUFELBERGER: *Helv. Chim. Acta*, **29**, 1936 (1946).
48. KNOX, J.: *Z. Elektrochem.*, **12**, 477 (1906).
49. BELL, R. P., y J. H. B. GEORGE: *Trans. Faraday Soc.*, **49**, 619 (1953).
50. LEDEN, I.: *Acta Chem. Scand.*, **6**, 971 (1952).
51. HARDWICK, T. J., y E. ROBERTSON: *Canad. J. Chem.*, **29**, 828 (1951).
52. MONEY, R. W., y C. W. DAVIES: *Trans. Faraday Soc.*, **28**, 609 (1932).
53. FRONAEUS, S.: *Conferencia*, Lund, 1948.
54. MATTOO, B. N.: *Z. Phys. Chem. (Frankfurt)*, **19**, 156 (1959).
- 54a. SYKES, K. W.: *Chem. Soc. Spec. Publ.*, 1954 (núm. 1), 64.
55. SUNDÉN, N.: *Svensk Kem. Tidskr.*, **66**, 345 (1954).
56. MATTERN, K. L.: *Tesis*, Univ. Calif. Berkeley, 1951. Cf. ref. 41.
57. JONES, H. W., y C. B. MONK: *Trans. Faraday Soc.*, **48**, 929 (1952).
58. JAMES, J. C.: *Tesis*, Londres, 1947. Cf. ref. 41.
59. ZEBROSKI, E. L., H. W. ALTER, y F. K. HEUMANN: *J. Am. Chem. Soc.*, **73**, 5646 (1951).
60. DAY, R. A., R. N. WILHITE, y F. D. HAMILTON: *J. Am. Chem. Soc.*, **77**, 3180 (1955).
61. DAVIES, E. W., y C. B. MONK: *Trans. Faraday Soc.*, **53**, 442 (1957).
62. PANOVA, M. G., N. E. BEREZHNEVA, y V. I. LEVIN: *Radiokhimiya*, **2**, 208 (1960); *C.A.*, **54**, 20611 (1960).
63. OWEN, B. B., y R. W. GURRY: *J. Am. Chem. Soc.*, **60**, 3074 (1938).
64. CONNICK, R. E., y W. H. McVEY: *J. Am. Chem. Soc.*, **71**, 3182 (1949).
65. DENNEY, T. O., y C. B. MONK: *Trans. Faraday Soc.*, **47**, 992 (1951).
66. CHATEAU, H., B. HERVIER, y J. POURADIER: *J. Phys. Chem.*, **61**, 250 (1957).
67. GIMBLETT, F. G. R., y C. B. MONK: *Trans. Faraday Soc.*, **51**, 793 (1955).
68. TOROPOVA, V. F., I. A. SIROTINA, y T. I. LISOVA: *Uch. Zap. Kazakh. Gos. Univ. Ulyanova-Lenina*, **115** (núm. 3), 43 (1955). Cf. ref. 7.
69. PAGE, F. M.: *Trans. Faraday Soc.*, **50**, 120 (1954).
70. TOROPOVA, V. F.: *Zh. Obshchei Khim.*, **24**, 423 (1954). Cf. referencia 41.
71. YATSIMIRSKII, K. B.: *Zh. Fiz. Khim.*, **25**, 475 (1951). Cf. ref. 7.
72. BROSSET, C.: *Conferencia*, Estocolmo, 1942.
73. YATES, L. M.: *Tesis*, State Coll. Washington, 1955. Cf. ref. 41.
74. WILSON, A. S., y H. TAUBE: *J. Am. Chem. Soc.*, **74**, 3509 (1952).
75. PAUL, A. D.: *Tesis*, Univ. Calif., Berkeley, 1955. Cf. ref. 41.

76. DODGEN, H. V., y G. K. ROLLEFSON: *J. Am. Chem. Soc.*, **71**, 2600 (1949).
77. KURY, J. W., A. D. PAUL, L. G. HEPLER, y R. E. CONNICK: *J. Am. Chem. Soc.*, **81**, 4185 (1959).
78. CONNICK, R. E., y M. S. TSAO: *J. Am. Chem. Soc.*, **76**, 5311 (1954).
79. AHRLAND, S., y K. ROSENGREN: *Acta Chem. Scand.*, **10**, 727 (1956).
80. KLEINER, K. E., y G. I. GRIDCHINA: *Zh. Neorgan. Khim.*, **4**, 2020 (1959); *C.A.*, **54**, 11791 (1960).
81. SCHAAP, W. B., J. A. DAVIES, y W. H. NEBERGALL: *J. Am. Chem. Soc.*, **76**, 5226 (1954).
82. CAGLIOTI, V., L. CIAVATTA, y A. LIBERTI: *J. Inorg. Nucl. Chem.*, **15**, 115 (1956).
83. AHRLAND, S., R. LARSSON, y K. ROSENGREN: *Acta Chem. Scand.*, **10**, 705 (1956).
84. LEDEN, I.: *Svensk Kem. Tidskr.*, **64**, 249 (1952).
85. BERNE, E., y LEDEN, I.: *Svensk Kem. Tidskr.*, **65**, 88 (1953).
86. AHRLAND, S., y GRENTHE, I.: *Acta Chem. Scand.*, **11**, 1111 (1957).
87. VANDERZEE, C. E., y H. J. DAWSON: *J. Am. Chem. Soc.*, **75**, 5659 (1953).
88. MARCUS, Y.: *Tesis*, Jerusalén, 1955. Cf. ref. 41.
89. STABROVSKII, D. I.: *Zh. Fiz. Khim.*, **26**, 949 (1952). Cf. ref. 7.
90. MCCONELL, H., y N. DAVIDSON: *J. Am. Chem. Soc.*, **72**, 3164 (1950).
91. OLERUP, H.: *Conferencia*, Lund, 1944.
92. RABINOWITCH, E., y W. H. STOCKMAYER: *J. Am. Chem. Soc.*, **64**, 335 (1942).
93. LINDGREN, B., A. JONSSON, y L. G. SILLÉN: *Acta Chem. Scand.*, **1**, 479 (1947).
94. SILLÉN, L. G.: *Acta Chem. Scand.*, **3**, 539 (1949).
95. SCHUFLE, J. A., y H. M. EILAND: *J. Am. Chem. Soc.*, **76**, 960 (1954).
96. MORRIS, D. F. C., y E. L. SHORT: *J. Chem. Soc.*, **1961**, 5148.
97. VASILEV, A. M., y V. I. PROUKHINA: *Zh. Anal. Khim.*, **6**, 218 (1951). Cf. ref. 41.
98. VANDERZEE, C. E., y D. E. RHODES: *J. Am. Chem. Soc.*, **74**, 3552 (1952).
99. BENOIT, R.: *Bull. Soc. Chim., France*, **1949**, 518.
100. HEFLEY, J. D., y E. S. AMIS: *J. Phys. Chem.*, **64**, 870 (1960).
101. SILLÉN, L. G., y B. LILJEQVIST: *Svensk Kem. Tidskr.*, **56**, 85 (1944).
102. BERNE, E., e I. LEDEN: *Z. Naturforsch.*, **8a**, 719 (1953).
103. KIVALO, P., y P. EKARI: *Suomen Kemistilehti*, **30B**, 116 (1957).
104. BETHGE, P. O., I. JONEVALL-WESTÖÖ, y L. G. SILLÉN: *Acta Chem. Scand.*, **2**, 828 (1948).
105. KIVALO, P.: *Suomen Kemistilehti*, **29B**, 8 (1956).
106. VANDERZEE, C. E.: *J. Am. Chem. Soc.*, **74**, 4806 (1952).
107. PESCHANSKI, D., y S. VALLADAS-DUBOIS: *Compt. Rend.*, **241**, 1046 (1955); *Bull. Soc. Chim. France*, **1956**, 1170.



108. GOLUB, A. M.: *Ukrain. Khim. Zhur.*, 19, 467 (1953). Cf. ref. 41.
109. RILEY, H. L., y V. GALLAFENT: *J. Chem. Soc.*, 1932, 514.
110. QVARFORT, I., y L. G. SILLÉN: *Acta Chem. Scand.*, 3, 505 (1949).
111. CARLESON, B. G. F., y H. IRVING: *J. Chem. Soc.*, 1954, 4390.
112. KIVALO, P., y A. EKMAN: *Suomen Kemistilehti*, 29B, 139 (1956).
113. DAY, R. A., y R. W. STOUGHTON: *J. Am. Chem. Soc.*, 72, 5662 (1950).

TABLA A.2e

## Constantes de estabilidad de complejos metálicos con algunos iones orgánicos

Los reactivos que se recogen en esta tabla se utilizan frecuentemente como agentes tamponantes, precipitantes o enmascarantes, y, por tanto, las constantes se dan, cuando ello es posible, a fuerzas iónicas entre 0,1 y 1, que predominan en el trabajo analítico. Muchos de los valores (a menudo termodinámicos) de las referencias originales se han convertido en valores aproximados, válidos con fines prácticos. De esta forma se consigue que las diversas constantes sean más comparables entre sí, y si es suficiente una aproximación moderada, la mayoría de los valores pueden utilizarse sin aplicar correcciones de actividad.

Este tratamiento puede motivar críticas, pero es el que resulta más práctico teniendo en cuenta los objetivos que se persiguen.

Por desgracia, los valores de varias constantes de esta sección adolecen de cierta incertidumbre. Las constantes de los complejos de ácidos aminocarboxílicos se dan por separado en la tabla A.2f.

Acido acético	Acido salicílico
Acetilacetona	Acido tartárico
Acido cítrico	Acido sulfosalicílico
Acido oxálico	Tirón (ácido catecol-3,5-disulfónico)
Acido ftálico	2,3-dimercapto-1-propanol (BAL)

<i>Ion metálico</i>	<i>Complejo</i>	<i>Componentes</i>	<i>Fuerza iónica</i>	<i>Log <math>K_{est.}</math></i>	<i>Ref. núm.</i>
<i>Acido acético</i> $CH_3COOH=HL$					
H <sup>+</sup>	HL	H+L	0,1	4,65	1
Ba <sup>2+</sup>	BaL	Ba+L	0,2	0,4	2
Ca <sup>2+</sup>	CaL	Ca+L	0,2	0,5	2
Cd <sup>2+</sup>	CdL	Cd+L	1	1,0	3
	CdL <sub>2</sub>	Cd+2L	1	1,9	
	CdL <sub>3</sub>	Cd+3L	1	1,8	
	CdL <sub>4</sub>	Cd+4L	1	1,3	
Ce <sup>3+</sup>	CeL	Ce+L	0,1	2,1	4
	CeL <sub>2</sub>	Ce+2L	0,1	3,5	
Co <sup>2+</sup>	CoL	Co+L	0,1	1,1	5
	CoL <sub>2</sub>	Co+2L	0,1	1,5	
Cu <sup>2+</sup>	CuL	Cu+L	1	1,7	6
	CuL <sub>2</sub>	Cu+2L	1	2,7	
	CuL <sub>3</sub>	Cu+3L	1	3,1	
	CuL <sub>4</sub>	Cu+4L	1	2,9	

TABLA A.2e (Cont.)

Ion metálico	Complejo	Componentes	Fuerza iónica	Log $K_{est.}$	Ref. núm.
$Fe^{3+}$	FeL	Fe + L	0,1	3,4	7
	$FeL_2$	Fe + 2L	0,1	6,1	
	$FeL_3$	Fe + 3L	0,1	8,7	
$La^{3+}$	LaL	La + L	0,1	2,0	8
	$LaL_2$	La + 2L	0,1	3,3	
	$LaL_3$	La + 3L	2	3,0	
	$LaL_4$	La + 4L	2	2,9	
$Mg^{2+}$	MgL	Mg + L	0,2	0,5	2
$Mn^{2+}$	MnL	Mn + L	0,1	0,5	9
	$MnL_2$	Mn + 2L	0,1	1,4	
$Ni^{2+}$	NiL	Ni + L	1	0,7	10
	$NiL_2$	Ni + 2L	1	1,25	
$Pb^{2+}$	PbL	Pb + L	0,5	1,9	11
	$PbL_2$	Pb + 2L	0,5	3,3	
Metales tierras raras	ML	M + L	0,1	2,0-2,3	4, 8
	$ML_2$	M + 2L	0,1	3,6-3,9	
	$ML_3$	M + 3L	2	3,3-3,9	
	$ML_4$	M + 4L	2	3,3-3,9	
$Sr^{2+}$	SrL	Sr + L	0,2	0,4	2
$Tl^{3+}$	$TlL_4$	Tl + 4L	0,2	15,4	12
$UO_2^{2+}$	$UO_2L$	$UO_2 + L$	1	2,4	13
	$UO_2L_2$	$UO_2 + 2L$	1	4,4	
	$UO_2L_3$	$UO_2 + 3L$	1	6,3	
$Zn^{2+}$	ZnL	Zn + L	0,1	1,3	4
	$ZnL_2$	Zn + 2L	0,1	2,1	

Acetilacetona  $CH_3COCH_2COCH_3 = HL$

(La mayoría de las constantes están determinadas a 30°)

$H^+$	HL	H + L	0,1	8,8	1
$Al^{3+}$	AlL	Al + L	0,1	8,1	14
	$AlL_2$	Al + 2L	0,1	15,7	
	$AlL_3$	Al + 3L	0,1	21,2	
$Be^{2+}$	BeL	Be + L	0,1	7,4	14
	$BeL_2$	Be + 2L		13,9	
$Cd^{2+}$	CdL	Cd + L	0,1	3,4	15
	$CdL_2$	Cd + 2L	0,1	6,0	

TABLA A.2e (Cont.)

<i>Ion metálico</i>	<i>Complejo</i>	<i>Componentes</i>	<i>Fuerza iónica</i>	<i>Log K<sub>est.</sub></i>	<i>Ref. núm.</i>
Ce <sup>3+</sup>	CeL	Ce+L	0,1	4,8	15
	CeL <sub>2</sub>	Ce+2L	0,1	8,4	
	CeL <sub>3</sub>	Ce+3L	0,1	11,5	
Co <sup>2+</sup>	CoL	Co+L	0,1	5,0	15
	CoL <sub>2</sub>	Co+2L	0,1	8,9	
Cu <sup>2+</sup>	CuL	Cu+L	0,1	7,8	15
	CuL <sub>2</sub>	Cu+2L	0,1	14,3	
Fe <sup>2+</sup>	FeL	Fe+L	0,1	4,7	15
	FeL <sub>2</sub>	Fe+2L	0,1	8,0	
Fe <sup>3+</sup>	FeL	Fe+L	0,1	9,3	14
	FeL <sub>2</sub>	Fe+2L	0,1	17,9	
	FeL <sub>3</sub>	Fe+3L	0,1	25,1	
Ga <sup>3+</sup>	GaL	Ga+L	0,1	9,0	14
	GaL <sub>2</sub>	Ga+2L	0,1	17,0	
	GaL <sub>3</sub>	Ga+3L	0,1	22,5	
Hf <sup>4+</sup>	HfL	Hf+L	Dil.	8,7	16
	HfL <sub>2</sub>	Hf+2L		15,4	
	HfL <sub>3</sub>	Hf+3L		21,8	
	HfL <sub>4</sub>	Hf+4L		28,1	
In <sup>3+</sup>	InL	In+L	0,1	7,5	14
	InL <sub>2</sub>	In+2L	0,1	14,2	
La <sup>3+</sup>	LaL	La+L	0,1	4,6	14
	LaL <sub>2</sub>	La+2L	0,1	8,0	
	LaL <sub>3</sub>	La+3L	0,1	10,8	
Mg <sup>2+</sup>	MgL	Mg+L	0,1	3,2	15
	MgL <sub>2</sub>	Mg+2L	0,1	5,5	
Mn <sup>2+</sup>	MnL	Mn+L	0,1	3,8	15
	MnL <sub>2</sub>	Mn+2L	0,1	6,6	
Ni <sup>2+</sup>	NiL	Ni+L	0,1	5,5	14
	NiL <sub>2</sub>	Ni+2L	0,1	9,8	
	NiL <sub>3</sub>	Ni+3L	0,1	11,9	
Pb <sup>2+</sup>	PbL	Pb+L	0,1	4,2	16
	PbL <sub>2</sub>	Pb+2L	0,1	6,6	
Pu <sup>4+</sup>	PuL	Pu+L	0,1	10,5	17
	PuL <sub>2</sub>	Pu+2L	0,1	19,7	
	PuL <sub>3</sub>	Pu+3L	0,1	28,1	
	PuL <sub>4</sub>	Pu+4L	0,1	34,1	

TABLA A.2e (Cont.)

Ion metálico	Complejo	Componentes	Fuerza iónica	Log $K_{est.}$	Ref. núm.
Th <sup>4+</sup>	ThL	Th + L	0,1	8,3	14
	ThL <sub>2</sub>	Th + 2L	0,1	15,3	
	ThL <sub>3</sub>	Th + 3L	0,1	21,2	
	ThL <sub>4</sub>	Th + 4L	0,1	25,1	
U <sup>4+</sup>	UL	U + L	0,1	8,6	17
	UL <sub>2</sub>	U + 2L	0,1	17,0	
	UL <sub>3</sub>	U + 3L	0,1	23,4	
	UL <sub>4</sub>	U + 4L	0,1	29,5	
UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	UO <sub>2</sub> L	UO <sub>2</sub> + L	0,1	7,4	15
	UO <sub>2</sub> L <sub>2</sub>	UO <sub>2</sub> + 2L	0,1	13,6	
Y <sup>3+</sup>	YL	Y + L	0,1	5,9	14
	YL <sub>2</sub>	Y + 2L	0,1	10,2	
	YL <sub>3</sub>	Y + 3L	0,1	12,8	
Zn <sup>2+</sup>	ZnL	Zn + L	0,1	4,6	15
	ZnL <sub>2</sub>	Zn + 2L	0,1	8,2	
Zr <sup>4+</sup>	ZrL	Zr + L	Dil.	8,4	16
	ZrL <sub>2</sub>	Zr + 2L		16,0	
	ZrL <sub>3</sub>	Zr + 3L		23,2	
	ZrL <sub>4</sub>	Zr + 4L		30,1	
<i>Acido cítrico</i> C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> (OH)(COOH) <sub>3</sub> =H <sub>4</sub> L					
H <sup>+</sup>	HL	H + L		16	1
	H <sub>2</sub> L	H + HL	0,5	5,9	
	H <sub>3</sub> L	2H + HL	0,5	10,3	
	H <sub>4</sub> L	3H + HL	0,5	13,3	
Al <sup>3+</sup>	AlHL	Al + HL	0,5	7,0	18
	AlL	Al + L	0,5	20,0	
	AlOHL	Al + OH + L	0,5	30,6	
Ba <sup>2+</sup>	BaHL	Ba + HL	0,5	2,4	19
Be <sup>2+</sup>	BeH <sub>3</sub> L	Be + 2H + HL	0,5	11,7	20
	BeH <sub>2</sub> L	Be + H + HL	0,5	8,0	
Ca <sup>2+</sup>	BeHL	Be + HL	0,5	4,3	21, 22
	CaH <sub>3</sub> L	Ca + 2H + HL	0,5	10,9	
	CaH <sub>2</sub> L	Ca + H + HL	0,5	8,4	
	CaHL	Ca + HL	0,5	3,5	

TABLA A.2e (Cont.)

<i>Ion metálico</i>	<i>Complejo</i>	<i>Componentes</i>	<i>Fuerza iónica</i>	<i>Log <math>K_{est.}</math></i>	<i>Ref. núm.</i>
Cd <sup>2+</sup>	CdH <sub>2</sub> L	Cd + H + HL	0,5	7,9	23, 24
	CdHL	Cd + HL	0,5	4,0	
	CdL	Cd + L	0,5	11,3	
Co <sup>2+</sup>	CoH <sub>2</sub> L	Co + H + HL	0,5	8,9	25
	CoHL	Co + HL	0,5	4,4	
	CoL	Co + L	0,5	12,5	
Cu <sup>2+</sup>	CuH <sub>3</sub> L	Cu + 2H + HL	0,5	12,0	26, 27
	CuHL	Cu + HL	0,5	6,1	
	CuL	Cu + L	0,5	18	
Fe <sup>2+</sup>	FeH <sub>2</sub> L	Fe + H + HL	0,5	7,3	27
	FeHL	Fe + HL	0,5	3,1	
	FeL	Fe + L	0,5	15,5	
Fe <sup>3+</sup>	FeH <sub>2</sub> L	Fe + H + HL	0,5	12,2	26, 27
	FeHL	Fe + HL	0,5	10,9	
	FeL	Fe + L	0,5	25,0	
Mg <sup>2+</sup>	MgH <sub>2</sub> L	Mg + H + HL	0,5	7,1	23
	MgHL	Mg + HL	0,5	2,8	
Mn <sup>2+</sup>	MnH <sub>2</sub> L	Mn + H + HL	0,5	8,0	23
	MnHL	Mn + HL	0,5	3,4	
Ni <sup>2+</sup>	NiH <sub>2</sub> L	Ni + H + HL	0,5	9,0	23
	NiHL	Ni + HL	0,5	4,8	
	NiL	Ni + L	0,5	14,3	
Pb <sup>2+</sup>	PbH <sub>2</sub> L	Pb + H + HL	0,5	11,2	28, 29
	PbHL	Pb + HL	0,5	5,2	
	PbL	Pb + L	0,5	12,3	
Ra <sup>2+</sup>	RaHL	Ra + HL	0,5	2,1	19
Sr <sup>2+</sup>	SrHL	Sr + HL	0,5	2,8	30
UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	UO <sub>2</sub> HL	UO <sub>2</sub> + HL	0,5	8,2	23, 31
	UO <sub>2</sub> (HL) <sub>2</sub>	UO <sub>2</sub> + 2HL	0,5	10,8	
Zn <sup>2+</sup>	ZnH <sub>2</sub> L	Zn + H + HL	0,5	8,7	32
	ZnHL	Zn + HL	0,5	4,5	
	ZnL	Zn + L	0,5	11,4	

TABLA A.2e (Cont.)

Ion metálico	Complejo	Componentes	Fuerza iónica	Log $K_{est.}$	Ref. núm.
<i>Acido oxálico</i> $H_2C_2O_4 = H_2L$					
H <sup>+</sup>	HL	H + L	0,1	4,0	1
	H <sub>2</sub> L	2H + L	0,1	5,1	
Al <sup>3+</sup>	AlL <sub>2</sub>	Al + 2L	0,5	11,0	33
	AlL <sub>3</sub>	Al + 3L	0,5	14,6	
Cd <sup>2+</sup>	CdL	Cd + L	0,5	2,9	34
	CdL <sub>2</sub>	Cd + 2L	0,5	4,7	
Ce <sup>3+</sup>	CeL	Ce + L	0,5	5,1	35
	CeL <sub>2</sub>	Ce + 2L	0,5	8,6	
	CeL <sub>3</sub>	Ce + 3L	0,5	9,6	
Co <sup>2+</sup>	CoH <sub>2</sub> L <sub>2</sub>	Co + 2H + 2L	0,5	10,6	36
	CoHL	Co + H + L	0,5	5,5	
	CoL	Co + L	0,5	3,5	
	CoL <sub>2</sub>	Co + 2L	0,5	5,8	
Cu <sup>2+</sup>	CuHL	Cu + H + L	0,5	6,25	37
	CuL	Cu + L	0,5	4,5	
	CuL <sub>2</sub>	Cu + 2L	0,5	8,9	
Fe <sup>3+</sup>	FeL	Fe + L	0,5	8,0	38
	FeL <sub>2</sub>	Fe + 2L	0,5	14,3	
	FeL <sub>3</sub>	Fe + 3L	0,5	18,5	
Mg <sup>2+</sup>	MgL	Mg + L	0,5	2,4	39
Mn <sup>2+</sup>	MnL	Mn + L	0,5	2,7	40
	MnL <sub>2</sub>	Mn + 2L	0,5	4,1	
Mn <sup>3+</sup>	MnL	Mn + L	2	10,0	41
	MnL <sub>2</sub>	Mn + 2L	2	16,6	
	MnL <sub>3</sub>	Mn + 3L	2	19,4	
Ni <sup>2+</sup>	NiL	Ni + L	1	4,1	42
	NiL <sub>2</sub>	Ni + 2L	1	7,2	
	NiL <sub>3</sub>	Ni + 3L	1	8,5	
Th <sup>4+</sup>	ThL <sub>4</sub>	Th + 4L	0,1	24,5	43
TiO <sup>2+</sup>	TiOL	TiO + L	2	6,6	44
	TiOL <sub>2</sub>	TiO + 2L	2	9,9	
UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	UO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> L <sub>2</sub>	UO <sub>2</sub> + 2H + 2L	0,5	9,5	45
	UO <sub>2</sub> HL	UO <sub>2</sub> + H + L	0,5	6,65	
VO <sup>2+</sup>	VOL <sub>2</sub>	VO + 2L		12,5	46

TABLA A.2e (Cont.)

Ion metálico	Complejo	Componentes	Fuerza iónica	Log $K_{est.}$	Ref. núm.
Y <sup>3+</sup>	YL	Y+L	0,5	5,1	47
	YL <sub>2</sub>	Y+2L	0,5	8,2	
	YL <sub>3</sub>	Y+3L	0,5	9,8	
Zn <sup>2+</sup>	ZnH <sub>2</sub> L <sub>2</sub>	Zn+2H+2L	0,5	10,8	36
	ZnHL	Zn+H+L	0,5	5,6	
	ZnL	Zn+L	0,5	3,7	
	ZnL <sub>2</sub>	Zn+2L	0,5	6,0	

Acido ftálico  $C_6H_4(COOH)_2=H_2L$ 

H <sup>+</sup>	HL	H+L	0,1	5,1	1
	H <sub>2</sub> L	2H+L	0,1	7,9	
Ba <sup>2+</sup>	BaL	Ba+L	0,1	1,5	48
Ca <sup>2+</sup>	CaL	Ca+L	0,1	1,6	48
Co <sup>2+</sup>	CoL <sub>2</sub>	Co+2L	0,1	4,0	49
Cu <sup>2+</sup>	CuL	Cu+L	0,1	3,1	50
	CuL <sub>2</sub>	Cu+2L	0,1	4,4	
La <sup>3+</sup>	LaL <sub>2</sub>	La+2L	0,1	3,9	51
Pb <sup>2+</sup>	PbL	Pb+L	1	3,4	52
	PbL <sub>2</sub>	Pb+2L	1	3,4	

Acido salicílico  $C_6H_4(OH)COOH=H_2L$ 

H <sup>+</sup>	HL	H+L	0,1	13,1	1
	H <sub>2</sub> L	2H+L	0,1	16,0	
Al <sup>3+</sup>	AlL	Al+L	Var.	14	53, 54
Be <sup>2+</sup>	BeHL	Be+H+L	0,16	17,4	55
Cd <sup>2+</sup>	CdL	Cd+L	0,1	5,6	56
	CoL	Co+L	0,1	6,8	
Co <sup>2+</sup>	CoL <sub>2</sub>	Co+2L	0,1	11,5	56
	CuL	Cu+L	0,1	10,6	
	CuL <sub>2</sub>	Cu+2L	0,1	18,5	
Fe <sup>2+</sup>	FeL	Fe+L	0,1	6,6	56
	FeL <sub>2</sub>	Fe+2L	0,1	11,3	
Fe <sup>3+</sup>	FeL	Fe+L	3	15,8	57
	FeL <sub>2</sub>	Fe+2L	3	27,5	
	FeL <sub>3</sub>	Fe+3L	3	35,3	



TABLA A.2e (Cont.)

Ion metálico	Complejo	Componentes	Fuerza iónica	Log $K_{est.}$	Ref. núm.
Mn <sup>2+</sup>	MnL	Mn + L	0,1	5,9	56
	MnL <sub>2</sub>	Mn + 2L	0,1	9,8	
Ni <sup>2+</sup>	NiL	Ni + L	0,1	7,0	56
	NiL <sub>2</sub>	Ni + 2L	0,1	11,8	
UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	UO <sub>2</sub> L	UO <sub>2</sub> + L	Var.	13,4	58
Zn <sup>2+</sup>	ZnL	Zn + L	0,1	6,9	56
<i>Acido sulfosalicílico</i> C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (OH)(SO <sub>3</sub> H)COOH = H <sub>3</sub> L					
H <sup>+</sup>	HL	H + L	0,1	11,6	1
	H <sub>2</sub> L	2H + L	0,1	14,2	
Al <sup>3+</sup>	AlL	Al + L	0,1	12,9	59
	AlL <sub>2</sub>	Al + 2L	0,1	22,9	
	AlL <sub>3</sub>	Al + 3L	0,1	29,0	
Be <sup>2+</sup>	BeL	Be + L	0,1	11,7	59
	BeL <sub>2</sub>	Be + 2L	0,1	20,8	
Cd <sup>2+</sup>	CdL	Cd + L	0,1	4,7	56
Co <sup>2+</sup>	CoL	Co + L	0,1	6,0	59
	CoL <sub>2</sub>	Co + 2L	0,1	9,8	
Cr <sup>2+</sup>	CrL	Cr + L	3	7,1	60
	CrL <sub>2</sub>	Cr + 2L	3	12,9	
Cr <sup>3+</sup>	CrL	Cr + L	0,1	9,6	59
Cu <sup>2+</sup>	CuL	Cu + L	0,1	9,5	59
	CuL <sub>2</sub>	Cu + 2L	0,1	16,5	
Fe <sup>2+</sup>	FeL	Fe + L	0,1	5,9	56
	FeL <sub>2</sub>	Fe + 2L	0,1	10	
Fe <sup>3+</sup>	FeL	Fe + L	3	14,4	61
	FeL <sub>2</sub>	Fe + 2L	3	25,2	
	FeL <sub>3</sub>	Fe + 3L	3	32,2	
Mn <sup>2+</sup>	MnL	Mn + L	0,1	5,2	59
	MnL <sub>2</sub>	Mn + 2L	0,1	8,2	
Ni <sup>2+</sup>	NiL	Ni + L	0,1	6,4	59
	NiL <sub>2</sub>	Ni + 2L	0,1	10,2	
NbO <sup>3+</sup>	NbOL	NbO + L	0,1	4,0	62
	NbOL <sub>2</sub>	NbO + 2L	0,1	7,7	
UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	UO <sub>2</sub> L	UO <sub>2</sub> + L	0,1	11,1	59
	UO <sub>2</sub> L <sub>2</sub>	UO <sub>2</sub> + 2L	0,1	19,2	
Zn <sup>2+</sup>	ZnL	Zn + L	0,1	6,1	56
	ZnL <sub>2</sub>	Zn + 2L	0,1	10,6	

TABLA A.2e (Cont.)

Ion metálico	Complejo	Componentes	Fuerza iónica	Log $K_{est.}$	Ref. núm.
<i>Acido tartárico</i> $H_2C_4H_4O_6 = H_2L$					
H <sup>+</sup>	HL	H + L	0,1	4,1	1
	H <sub>2</sub> L	2H + L	0,1	7,0	
Ba <sup>2+</sup>	BaHL	Ba + H + L	0,5	4,65	2
	BaL	Ba + L	0,5	1,5	
Ca <sup>2+</sup>	CaHL	Ca + H + L	0,5	4,85	2
	CaL	Ca + L	0,5	1,7	
Cd <sup>2+</sup>	CdL	Cd + L	0,5	2,8	63
Co <sup>2+</sup>	CoL	Co + L	0,5	2,1	64
Cu <sup>2+</sup>	CuL	Cu + L	1	3,2	6
	CuL <sub>2</sub>	Cu + 2L	1	5,1	
	CuL <sub>3</sub>	Cu + 3L	1	4,8	
	CuL <sub>4</sub>	Cu + 4L	1	6,5	
Mg <sup>2+</sup>	MgHL	Mg + H + L	0,5	4,65	2
	MgL	Mg + L	0,5	1,2	
Pb <sup>2+</sup>	PbL	Pb + L	0,5	3,8	63
Ra <sup>2+</sup>	RaL	Ra + L	0,5	1,0	19
Sr <sup>2+</sup>	SrL	Sr + L	0,5	1,4	2
Zn <sup>2+</sup>	ZnHL	Zn + H + L	0,5	4,5	2
	ZnL	Zn + L	0,5	2,4	
<i>Tirón (ácido catecol-3,5-disulfónico)</i> $C_6H_2(OH)_2(SO_3)_2^{2-} : H_2L^{2-}$					
H <sup>+</sup>	HL	H + L	0,1	12,7	65
		2H + L	0,1	20,4	
Al <sup>3+</sup>	AlL	Al + L	0,1	16,4	66
	AlL <sub>2</sub>	Al + 2L	0,1	29,6	
Ba <sup>2+</sup>	BaHL	Ba + H + L	0,1	14,6	68
	BaL	Ba + L	0,1	4,1	
Ca <sup>2+</sup>	CaHL	Ca + H + L	0,1	14,8	68
	CaL	Ca + L	0,1	5,8	
Co <sup>2+</sup>	CoHL	Co + H + L	0,1	15,7	68
	CoL	Co + L	0,1	9,5	
Cu <sup>2+</sup>	CuHL	Cu + H + L	0,1	18,1	68
	CuL	Cu + L	0,1	14,5	

TABLA A.2e (Cont.)

<i>Ion metálico</i>	<i>Complejo</i>	<i>Componentes</i>	<i>Fuerza iónica</i>	<i>Log K<sub>est.</sub></i>	<i>Ref. núm.</i>
Fe <sup>3+</sup>	FeHL	Fe + H + L	0,1	22,6	65
	FeL	Fe + L	0,1	20,7	
	FeL <sub>2</sub>	Fe + 2L	0,1	35,9	
	FeL <sub>3</sub>	Fe + 3L	0,1	46,9	
La <sup>3+</sup>	LaL	La + L	0,1	12,9	67
	LaOHL	La + OH + L	0,1	18,6	
Mg <sup>2+</sup>	MgHL	Mg + H + L	0,1	14,6	68
	MgL	Mg + L	0,1	6,9	
Mn <sup>2+</sup>	MnL	Mn + L	0,1	8,6	67
Ni <sup>2+</sup>	NiHL	Ni + H + L	0,1	15,6	68
	NiL	Ni + L	0,1	10,0	
Zn <sup>2+</sup>	ZnHL	Zn + H + L	0,1	15,9	68
	ZnL	Zn + L	0,1	10,4	

*2,3-dimercapto-1-propanol (BAL), CH<sub>2</sub>(SH)CH(SH)CH<sub>2</sub>OH = H<sub>2</sub>L*

H <sup>+</sup>	HL	H + L	0	8,6	69
	H <sub>2</sub> L	2H + L	0	19,2	
Fe <sup>2+</sup>	FeL	Fe + L	0,1	15,8	70
Fe <sup>3+</sup>	Fe <sub>2</sub> L <sub>3</sub>	2Fe + 3L	0,1	28	
Fe <sup>3+</sup>	FeLOH	Fe + L + OH	0,1	30,7	71
Mn <sup>2+</sup>	MnL	Mn + L	0,1	5,2	72
	MnL <sub>2</sub>	Mn + 2L	0,1	10,4	
Ni <sup>2+</sup>	NiL <sub>2</sub>	Ni + 2L	0,1	22,8	69
	Ni <sub>2</sub> L <sub>3</sub> OH	2Ni + 3L + OH	0,1	45,6	
Zn <sup>2+</sup>	ZnL	Zn + L	0,1	13,5	72, 70
	ZnL <sub>2</sub>	Zn + 2L	0,1	23,3	
	Zn <sub>2</sub> L <sub>3</sub>	2Zn + 3L	0,1	40,6	

## Bibliografía

1. KORTÜM, G., W. VOGEL, y K. ANDRUSSOW: "Dissociation Constants of Organic Acids in Aqueous Solution", *J. of IUPAC*, 1, núms. 2-3, Butterworths, Londres, 1961.
2. CANNAN, R. K., y A. KILBRICK: *J. A. Chem. Soc.*, 60, 2314 (1938).
3. SZILARD, I.: *Conferencia*, E.T.H., Zürich, 1961.
4. KOLAT, R. S., y J. E. POWELL: *Inorg. Chem.*, 1, 295 (1962).

5. SIDDHANTA, S. K., y S. N. BANERJEE: *J. Ind. Chem. Soc.*, **35**, 343 (1958); *C.A.*, **53**, 2919 (1959).
6. FRONAEUS, S.: *Conferencia*, Lund, 1948.
7. SOMMER, L., y K. PLISKA: *Collection Czechoslov. Communs.*, **26**, 2754 (1961).
8. SONESSON, A.: *Acta Chem. Scand.*, **12**, 165 (1958).
9. SIDDHANTA, S. K., y S. N. BANERJEE: *J. Ind. Chem. Soc.*, **35**, 419 (1958); *C.A.*, **53**, 7852 (1959).
10. FRONAEUS, S.: *Acta Chem. Scand.*, **6**, 1200 (1952).
11. SIDDHANTA, S. K., y S. N. BANERJEE: *J. Ind. Chem. Soc.*, **35**, 323 (1958).
12. SPENCER, J. F., y R. ABEGG: *Z. Anorgan. Chem.*, **44**, 379 (1905).
13. AHRLAND, S.: *Acta Chem. Scand.*, **5**, 199 (1951).
14. IZATT, R. M., y col.: *J. Phys. Chem.*, **59**, 170 (1955).
15. IZATT, R. M., y col.: *J. Phys. Chem.*, **58**, 1133 (1954); **59**, 80, 235 (1955).
16. KRISHEN, A., y H. FREISER: *Anal. Chem.*, **31**, 923 (1959).
17. RYDBERG, J.: *Acta Chem. Scand.*, **4**, 1503 (1950); *Svensk Kem. Tidsskr.*, **67**, 499 (1955).
18. BERTIN-BATSCH, C.: *Ann. Chim. (France)*, **7**, 481 (1952).
19. SCHUBERT, J.: *J. Am. Chem. Soc.*, **76**, 3442 (1954).
20. FELDMAN, I., y col.: *J. Am. Chem. Soc.*, **77**, 878 (1955).
21. DAVIES, C. W., y B. E. HOYLE: *J. Chem. Soc.*, 1953, 4134.
22. BATES, R. G., y G. D. PINCHING: *J. Am. Chem. Soc.*, **71**, 1274 (1949).
23. LI, N. C., A. LINDENBAUM, y J. M. WHITE: *J. Inorg. Nucl. Chem.*, **12**, 122 (1959).
24. MEITES, L.: *J. Am. Chem. Soc.*, **73**, 3727 (1957).
25. HEITNER-WIRGIN, C., e I. ELIEZER: *Bull. Soc. Chim. France*, 1957, 149.
26. WARNER, R. C., e I. WEBER: *J. Am. Chem. Soc.*, **75**, 5086 (1953).
27. HAMM, R. E., C. M. SHULL, y D. M. GRANT: *J. Am. Chem. Soc.*, **76**, 2111 (1954).
28. IZATT, R. M., W. C. FERNELIUS y col.: *J. Phys. Chem.*, **58**, 1133 (1954).
29. PANOWA, W. E.: *Zh. Neorgan. Khim.*, **2**, 330 (1957); *Ch. Zblatt*, 1958, 8859.
30. SCHUBERT, J.: *J. Phys. Chem.*, **56**, 113 (1952).
31. OOSTING, M.: *Rec. Trav. Chim.*, **79**, 634 (1960).
32. OKAC, A., y Z. KOLARIK: *Collection Czechslov. Communs.*, **24**, 1 (1959).
33. LACROIX, S.: *Ann. Chim. (France)*, **4**, 5 (1949).
34. VOSBURGH, W. C., y J. F. BECKMAN: *J. Am. Chem. Soc.*, **62**, 1028 (1940).
35. CROUTHAMEL, C. E., y D. S. MARTIN: *J. Am. Chem. Soc.*, **73**, 569 (1951).
36. SCHUBERT, J., E. L. LIND y col.: *J. Am. Chem. Soc.*, **80**, 4799 (1958).
37. MCAULEY, A., y G. H. NANCOLLAS: *Trans. Faraday Soc.*, **56**, 1165 (1960).

38. LAMBLING, J.: *Bull. Soc. Chim. France*, 1949, 495.
39. RAAFLAUB, J.: *Helv. Chim. Acta*, 43, 629 (1960).
40. MONEY, R. W., y C. W. DAVIES: *J. Chem. Soc.*, 1934, 400.
41. TAUBE, H.: *J. Am. Chem. Soc.*, 70, 3928 (1948).
42. WATTERS, J. I., y R. de WITT: *J. Am. Chem. Soc.*, 82, 1333 (1960).
43. BOSE, M., y D. M. CHOWDHURY: *J. Ind. Chem. Soc.*, 31, 111 (1954); *Ch. Zblatt*, 127, 4945 (1956).
44. BABKO, A. K., y L. I. DUBOVENKO: *Zh. Neorgan. Khim.*, 4, 372 (1959); *C.A.*, 53, 17745 (1959).
45. LI, N. C., W. M. WESTFALL y col.: *J. Am. Chem. Soc.*, 79, 5864 (1957).
46. ZOLOTOVIN, V. L.: *Zh. Neorgan. Khim.*, 12, 2713 (1959); *C.A.*, 54, 18151 (1960).
47. FEIBUSH, A. M., K. ROWLEY, y L. GORDON: *Anal. Chem.*, 30, 1605 (1958).
48. TOPP, N. E., y C. W. DAVIES: *J. Chem. Soc.*, 1940, 87.
49. RILEY, H. L.: *J. Chem. Soc.*, 1929, 1307.
50. GRADDON, D. P.: *J. Inorg. Nucl. Chem.*, 5, 219 (1958).
51. PEACOCK, J. M., y J. C. JAMES: *J. Chem. Soc.*, 1951, 2233.
52. KOSTROMIN, A. I., y G. K. BUDNIKOV: *Uch. Zap. Kazan. Gosudarst. Univ.*, 117, 207 (1957); *C.A.*, 54, 15058 (1960).
53. BABKO, A. K., y T. N. RYCHKOVA: *Zh. Obsch. Khim.*, 18, 1617 (1948). Cf. ref. 54.
54. YATSIMIRSKII, K. B., y V. P. VASILEV: *Instability Constants*, Pergamon Press, Londres, 1960.
55. SCHUBERT, J., y A. LINDENBAUM: *J. Biol. Chem.*, 208, 359 (1954).
56. PERRIN, D. D.: *Nature*, 182, 741 (1958).
57. ÅGREN, A.: *Acta Chem. Scand.*, 9, 49 (1955).
58. BABKO, A. K., y L. S. KOTELYANSKAYA: *Khimsbornik Kievskogo Gosuniversiteta*, núm. 5, 75 (1949). Cf. ref. 54.
59. BANKS, C. V., y R. S. SINGH: *J. Inorg. Nucl. Chem.*, 15, 125 (1960).
60. PECSOK, R. L., y W. P. SCHAEFER: *J. Am. Chem. Soc.*, 83, 52 (1961).
61. ÅGREN, A.: *Acta Chem. Scand.*, 8, 266 (1954).
62. AYERS, O. E., y J. E. LAND: *J. Phys. Chem.*, 65, 145 (1961).
63. SUZUKI, S.: *Sci. Reports Res. Inst. Tohoku Univ.*, 4, 176 (1952).
64. MANNING, P. G., y C. B. MONK: *Trans. Faraday Soc.*, 57, 1996 (1961).
65. WILLI, A., y G. SCHWARZENBACH: *Helv. Chim. Acta*, 34, 528 (1951).
66. NÄSÄNEN, R.: *Acta Chem. Scand.*, 11, 1308 (1957).
67. COURTNEY, R. C., R. L. GUSTAFSON, S. CHABEREK, Jr., y A. E. MARTELL: *J. Am. Chem. Soc.*, 80, 2121 (1958).
68. BJERRUM, J., G. SCHWARZENBACH, y L. G. SILLÉN: *Stability Constants, Chem. Soc. (London) Spec. Publ. núm. 6* (1957).
69. LEUSSING, D. L.: *J. Am. Chem. Soc.*, 81, 4208 (1959).
70. LEUSSING, D. L., y J. JAYNE.: *J. Phys. Chem.*, 66, 426 (1962).
71. LEUSSING, D. L., y J. P. MISLAN: *J. Phys. Chem.*, 64, 1908 (1960).
72. LEUSSING, D. L., y T. N. TISCHER: *J. Am. Chem. Soc.*, 83, 65 (1961).

TABLA A.2f

Constantes de estabilidad de complejos metálicos con ácidos aminocarboxílicos

Los valores de esta tabla se refieren a una fuerza iónica de 0,1 y a una temperatura de 20 o 25 °C, a menos que se indique otra cosa.

$\alpha$ -Alanina,  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$   
 Acido glutámico,  $\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$   
 Glicina,  $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$   
 Acido iminodiacético,  $\text{NH}(\text{CH}_2\text{COOH})_2$   
 Acido picolínico (ácido piridin-2-carboxílico),  $\text{C}_5\text{NH}_4\text{COOH}$   
 Cisteína,  $\text{HSCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$   
 DCTA, ácido 1,2-diaminociclohexano-tetraacético,  $\text{C}_6\text{H}_{10}[\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_2]_2$   
 DTPA, ácido dietilendiaminapentaacético,  
 $(\text{HOOCCH}_2)_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_2$   
 EDTA, ácido etilendiaminotetraacético,  
 $(\text{HOOCCH}_2)_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_2$   
 EGTA, ácido etilenglicol bis(2-aminoetiléter)tetraacético,  
 $(\text{HOOCCH}_2)_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_2$   
 HEDTA, ácido 2-hidroxi-etilendiaminotriacético,  
 $(\text{HOOCCH}_2)_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$   
 NTA, ácido nitrilotriacético,  $\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_3$

Ion	$\alpha$ -Alanina		Acido glutámico		Glicina		
	Log $\beta_1$	Log $\beta_2$	Log $\beta_1$	Log $\beta_2$	Log $\beta_1$	Log $\beta_2$	Log $\beta_3$
Ag <sup>+</sup>	3,4	6,9			3,3	6,8	
Ba <sup>2+</sup>	0,4		1,3		0,4		
Ca <sup>2+</sup>	0,8		1,4		1,0		
Cd <sup>2+</sup>	2,5		4,4	7,1	4,4	8,2	
Co <sup>2+</sup>	4,4	8,1	4,6	8,0	4,7	8,5	11,0
Cu <sup>2+</sup>	8,1	14,7	7,4	13,9	8,1	15,1	
Fe <sup>2+</sup>		7,0	4,1		3,9	7,2	
Hg <sup>2+</sup>					10,5	19,5	
Mg <sup>2+</sup>			1,9		3,1	6,1	
Mn <sup>2+</sup>	3,0	5,7	2,8		3,0	5,1	
Ni <sup>2+</sup>	5,6	10,0	5,5	10,0	5,8	10,6	14,4
Pb <sup>2+</sup>	4,6	7,6			5,1	8,2	
Pd <sup>2+</sup>					8,9	17,2	
Sr <sup>2+</sup>	0,3		1,4		0,5		
Zn <sup>2+</sup>	4,8	8,9	5,0	9,0	5,0	9,1	
<i>Constantes de ácido:</i>							
Log $K_{\text{HL}}^{\text{H}}$	9,8		9,67		9,66		
Log $K_{\text{H}_2\text{L}}$			4,28		2,47		
Log $K_{\text{H}_3\text{L}}^{\text{H}}$			2,30				







TABLA A.2f (Cont.)

<i>Constantes logarítmicas</i>										
<i>Ion</i>	DCTA			DTPA				EDTA		
	$K_{MHL}^H$	$K_{ML}$	$K_{MOHL}^{OH}$	$K_{MHL}^H$	$K_{ML}$	$K_{MOHL}^{OH}$	$K_{MsL}^M$	$K_{MHL}^H$	$K_{ML}$	$K_{MOHL}^{OH}$
VO <sup>2+</sup>		19,4							18,8	
VO <sub>2</sub> <sup>+</sup>								3,6	18,1	
Y <sup>3+</sup>		19,2							18,1	
Zn <sup>2+</sup>	3,0	18,7		5,6	18,0		4,4	3,0	16,5	

*Constantes de ácido* (véase tabla A.4c)

<i>Constantes logarítmicas</i>							
<i>Ion</i>	EGTA		HEDTA		NTA		
	$K_{MHL}^H$	$K_{ML}$	$K_{ML}$	$K_{MOHL}^{OH}$	$K_{ML}$	$K_{MOHL}^{OH}$	$K_{ML_2}^L$
Al <sup>3+</sup>						8,5	6,0
Ba <sup>2+</sup>	5,4	8,4	6,2		4,8		
Ca <sup>2+</sup>	3,8	11,0	8,0		6,4		
Ce <sup>3+</sup>					10,7		
Cd <sup>2+</sup>	3,5	15,6	13,0		10,1		4,4
Co <sup>2+</sup>		12,3	14,4		10,6		
Cu <sup>2+</sup>	4,4	17	17,4		12,7	4,7	3,6
Fe <sup>2+</sup>			12,2	5,0	8,8	3,4	
Fe <sup>3+</sup>			19,8	10,1	15,9	9,9	8,4
Hg <sup>2+</sup>	3,0	23,2	20,1		12,7	8,6	
In <sup>3+</sup>					15		9,6
La <sup>3+</sup>		15,6	13,2		10,4		7,7
Mg <sup>2+</sup>	7,7	5,2	5,2		5,4		
Mn <sup>2+</sup>	5,0	11,5	10,7		7,4		
Ni <sup>2+</sup>	6,0	12,0	17,0		11,3		4,5
Pb <sup>2+</sup>	5,3	13,0	15,5		11,8		
Sr <sup>2+</sup>	5,4	8,5	6,8		5,0		
Th <sup>4+</sup>				8,6			
Y <sup>3+</sup>					11,4		9,0
Zn <sup>2+</sup>	5,2	12,8	14,5		10,5		

*Constantes de ácido* (véase la tabla A.4c)

\* Para el Fe se conoce también una constante  $\log K_{Fe(OH)_2L}^{2HO} = 11$ .

APENDICE DE LA TABLA A.2f

Constantes de estabilidad de complejos de tierras raras con ácidos aminocarboxílicos

Metal	Acido iminodiacético		NTA		EDTA		EGTA	HEDTA		DTPA	
	$K_{ML}$	$K_{ML_2}^M$	$K_{ML}$	$K_{ML_2}^M$	$K_{MHL}^H$	$K_{ML}$	$K_{ML}$	$K_{ML}$	$K_{MOHL}^{OH}$	$K_{MHL}^H$	$K_{ML}$
La	5,88	4,09	10,37	7,25	2	15,50	15,55	13,82	3,46	2,60	19,43
Ce	6,18	4,53	10,83	7,88		15,98	15,70	14,45			20,5
Pr	6,44	4,78	11,07	8,22		16,40	16,05	14,96	3,69	2,38	21,07
Nd	6,50	4,89	11,25	8,51	2,5	16,61	16,28	15,16	3,69	2,39	21,60
Sm	6,64	5,24	11,51	9,05	2,6	17,14	16,88	15,64	3,70	2,20	22,34
Eu	6,73	5,38	11,49	9,37	2,6	17,35	17,10	15,62	4,03	2,15	22,39
Gd	6,68	5,39	11,54	9,34	2,7	17,37	16,94	15,44	3,98	2,39	22,46
Tb	6,78	5,46	11,58	9,45	2,6	17,9	17,27	15,55	4,52	2,14	22,71
Dy	6,88	5,43	11,71	9,48	2,8	18,30	17,42	15,51	4,88	2,19	22,82
Ho	6,97	5,50	11,85	9,37	2,7	18,74	17,38	15,55	5,12	2,25	22,78
Er	7,09	5,59	12,00	9,29	2,8	18,85	17,40	15,61	5,14	2,00	22,74
Tm	7,22	5,68	12,20	9,25	2,6	19,32	17,48	16,00	5,11	1,90	22,72
Yb	7,42	5,85	12,37	9,33	2,7	19,51	17,78	16,17	5,21	2,30	22,62
Lu	7,61	6,12	12,47	9,44	2,5	19,83	17,81	16,25	5,13	2,18	22,44

TABLAS

## Bibliografía (Tabla A.2f)

*α-Alanina*

- MONK, C. B.: *Trans. Faraday Soc.*, **47**, 292, 297 (1951). (Ag, Co, Cu, Ni, Pb, Zn). *Ibid.*, p. 1233. (Ba)  
 DAVIES, C. W., y G. M. WAIND: *J. Chem. Soc.*, **1950**, 301. (Ca)  
 PERKINS, D. J.: *Biochem. J.*, **57**, 702 (1954). (Cd)  
 ALBERT, A.: *Biochem. J.*, **47**, 531 (1950). (Fe)  
 MALEY, L. E., y D. P. MELLOR: *Nature*, **165**, 453 (1950). (Mn)  
 MONK, C. B., y C. A. COLMAN-PORTER: *J. Chem. Soc.*, **1952**, 4363. (Sr)

*Acido glutámico*

- LAMB, R. F., y A. E. MARTELL: *J. Phys. Chem.*, **57**, 690 (1953). (Ba, Ca, Mg, Sr)  
 REBERTUS, R. L.: *Conferencia Urbana*, 1952. (Cd, Cu, Co, Ni, Zn)  
 ALBERT, A.: *Biochem. J.*, **50**, 690 (1952). (Fe, Mn)

*Glicina*

- MONK, C. B.: l. c. (Ag, Mg, Pb)  
 MONK, C. B.: *Trans. Faraday Soc.*, **47**, 1233 (1951). (Ba)  
 DAVIES, C. W., y G. M. WAIND: l. c. (Ca)  
 EVANS, J. I., y C. B. MONK: *Trans. Faraday Soc.*, **51**, 1244 (1955). (Cd)  
 ANDEREGG, G.: *Helv. Chim. Acta*, **44**, 1673 (1961). (Co, Cu, Ni, Zn)  
 ALBERT, A.: *Biochem. J.*, **54**, 646 (1953). (Fe, Mn)  
 COLMAN-PORTER, C. A., y C. B. MONK: *J. Chem. Soc.*, **1952**, 4363. (Sr)  
 MALEY, L. E., y D. P. MELLOR: *Australian J. Sci. Res.*, **1949A**, 2, 579. (Pd)  
 FLOOD, H. V., y V. LORAS: *Tidskr. Kjemi Berg*, **5**, 83 (1945). (Hg)

*Acido iminodiacético*

- SCHWARZENBACH, G.: Resultados no publicados. Cf. BJERRUM-SILLÉN, Schwarzenbach-Stability Constants. (Ba, Ca, Mg)  
 CHABEREK, S., y A. E. MARTELL: *J. Am. Chem. Soc.*, **74**, 5052 (1952). (Cd, Co, Cu, Ni, Zn)  
 THOMPSON, L. C.: *Inorg. Chem.*, **1**, 490 (1962). (Tierras raras)

*Acido picolínico*

- ANDEREGG, G.: *Helv. Chim. Acta*, **43**, 414 (1960). (Todos los valores)

*Cisteína*

- ALBERT, A.: *Biochem. J.*, **50**, 690 (1952). (Co, Mg, Mn, Ni)  
 STRICKS, W., e I. M. KOLTHOFF: *J. Am. Chem. Soc.*, **73**, 1723 (1951). (Cu)  
 TANAKA, N., I. M. KOLTHOFF, y W. STRICKS: *J. Am. Chem. Soc.*, **77**, 1996 (1955). (Fe)  
 STRICKS, W., e I. M. KOLTHOFF: *J. Am. Chem. Soc.*, **75**, 5673 (1953). (Hg)

LI, N. C., y R. A. MANNING: *J. Am. Chem. Soc.*, **77**, 5225 (1955).  
(Pb, Zn)

#### DCTA

BOND, J., y T. J. JONES: *Trans. Faraday Soc.*, **55**, 1310 (1959). (Fe)  
GUSTAFSON, R., y A. E. MARTELL: *J. Chem. Education*, **37**, 603 (1960).

(Fe, Th)

HOLLOWAY, J. H., y C. N. REILLEY: *Anal. Chem.*, **32**, 249 (1960). (Ni,  
Sr)

SCHWARZENBACH, G., R. GUT, y G. ANDEREGG: *Helv. Chim. Acta*, **37**,  
937 (1954). (Todos los demás valores)

#### DTPA

WÄNNINEN, E.: *Acta Academiae Aboensis, Math. Phys.*, **21**, 17 (1960).  
(Ba, Ca, Cd, Cu, Hg, Li, Mg, Mn, Ni, Zn)

ANDEREGG, G., P. NÄGELI, F. MÜLLER, y G. SCHWARZENBACH: *Helv.  
Chim. Acta*, **42**, 827 (1959). (Co, Fe, Pb)

CHABEREK, S., A. E. FROST, M. A. DORAN, y N. J. BICKNELL: *J. Inorg.  
Nucl. Chem.*, **11**, 184 (1959). (Co)

HOLLOWAY, J. H., y C. N. REILLEY: l. c. (La)

URECH, P.: *Conferencia*, Zürich, 1962. (Th)

MOELLER, T., y L. C. THOMSON: *J. Inorg. Nucl. Chem.*, **24**, 499 (1962).  
(Tierras raras)

#### EDTA

RINGBOM, A., y E. LINKO: *Anal. Chem. Acta*, **9**, 80 (1953). (Ag)

SCHWARZENBACH, G., R. GUT, y G. ANDEREGG: *Helv. Chim. Acta*, **37**,  
937 (1954). (Al, Ce, Cd, Co<sup>II</sup>, Cu, Fe<sup>II</sup>, Ga, Hg, La, Mn, Ni, Pb, Sc,  
VII, VIII, XIV, Y, Zn)

KOTRLY, S., y J. VRESTEL: *Collection Czechoslov. Chem. Comm.*, **25**,  
1148 (1960). (Bi)

SCHWARZENBACH, G., y H. ACKERMANN: *Helv. Chim. Acta*, **31**, 1029  
(1948). (Ba, Ca, Mg, Sr)

DYKE, R., y W. C. E. HIGGINSON: *J. Chem. Soc.*, **1960**, 1998. (Co<sup>III</sup>)

SCHWARZENBACH, G., y J. SANDERA: *Helv. Chim. Acta*, **36**, 1089 (1953).  
(Cr)

FURLANI, C., G. MORPURGO, y G. SARTORI: *Z. Anorg. Chem.*, **303**, 1  
(1960). (Cr)

RINGBOM, A., y G. LUNDQUIST: Resultados no publicados. (CuOHL)

SCHWARZENBACH, G., y J. HELLER: *Helv. Chim. Acta*, **34**, 576 (1951).  
(Fe<sup>III</sup>)

SAITO, K., y H. TERREY: *J. Chem. Soc.*, **1956**, 4701. (Ga)

SCHWARZENBACH, G., y H. ACKERMANN: *Helv. Chim. Acta*, **30**, 1798  
(1947). (Li, Na)

NELSON, F., R. A. DAY, y K. A. KRAUS: *J. Inorg. Nucl. Chem.*, **15**, 140  
(1960). (Ra)

SMITH, T. D.: *J. Chem. Soc.*, **1961**, 2555. (Sn)

PECSOK, R. L., y E. F. MAVERICK: *J. Am. Chem. Soc.*, **76**, 358 (1954).  
(Ti)

RINGBOM, A., S. SIITONEN, y B. SKRIFVAR: *Acta Chem. Scand.*, **11**, 551  
(1957). (V<sup>V</sup>)

- URECH, P.: *Conferencia*, Zürich, 1962. (Th)  
KOLAT, R. S., y J. E. POWELL: *Inorg. Chem.*, **1**, 485 (1962). (Tierras raras)  
SCHWARZENBACH, G., R. GUT, y G. ANDEREGG: *Helv. Chim. Acta*, **37**, 937 (1954). (Tierras raras)

#### EGTA

- SCHWARZENBACH, G., H. SENN, y G. ANDEREGG: *Helv. Chim. Acta*, **40**, 1886 (1957). (Ba, Ca, Hg, Mg, Sr)  
NAKAGAWA, G., y M. TANAKA: *Talanta*, **9**, 847 (1962). (Cd)  
RINGBOM, A., y E. SAARIAHO: Resultados no publicados. (Cd, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn)  
HOLLOWAY, J. H., y C. N. REILLEY: *Anal. Chem.*, **32**, 249 (1960). (Co, Cu)  
RINGBOM, A., G. PENSAR, y E. WÄNNINEN: *Anal. Chim. Acta*, **19**, 525 (1958). (Zn)  
MACKEY, J. L., M. A. HILLER, y J. E. POWELL: *J. Phys. Chem.*, **66**, 311 (1962). (La y tierras raras)

#### HEDTA

- HOLLOWAY, J. H., y C. N. REILLEY: l. c. (Ba, Hg, Pb, Sr)  
CHABEREK, S., y A. E. MARTELL: *J. Am. Chem. Soc.*, **77**, 1477 (1955). (Ca, Cd, Co, Cu, Mn, Ni, Zn)  
SKOCHDOPOLE, R., y S. CHABEREK: *J. Nuclear and Inorg. Chem.*, **11**, 222 (1959). (FIII y FII)  
SPEDDING, F. H., J. E. WHEELWRIGHT, y E. J. POWELL: *J. Am. Chem. Soc.*, **78**, 34 (1956). (La)  
KROLL, H., J. POWERS, G. PINCHING, y F. BUTLER: *Paper No. 129*, 124th Nat. Meeting of Am. Chem. Soc., Chicago, 1953. (Mg)  
GUSTAFSON, R., y A. E. MARTELL: *J. Chem. Educ.*, **37**, 603 (1960). (Th)  
POWELL, J. E., y J. L. MACKEY: *Inorg. Chem.*, **1**, 418 (1962). (Tierras raras)  
GUPTA, A. K., y J. E. POWELL: *Inorg. Chem.*, **1**, 955 (1962). (Tierras raras)

#### NTA

- URECH, P.: *Conferencia*, Zürich, 1962. (Al, Cu, In)  
SCHWARZENBACH, G., y E. FREITAG: *Helv. Chim. Acta*, **34**, 1492 (1951). (Ba, Ca, Cd, Co, Cu, La, Mg, Mn, Ni, Pb, Sr, Zn)  
SCHWARZENBACH, G., y R. GUT: *Helv. Chim. Acta*, **39**, 1589 (1956). (Ce)  
RINGBOM, A., G. LUNDQUIST, y E. SAARIAHO: Resultados no publicados. (Cu, Ni, Hg)  
SCHWARZENBACH, G., y J. HELLER: *Helv. Chim. Acta*, **34**, 1889 (1951). (Fe)  
HITZ, A.: *Conferencia*, Zürich, 1958. (La)  
KORYTA, J.: *Collections Czech. Comm.*, **24**, 2903 (1959). (Cd)  
ANDEREGG, G.: *Helv. Chim. Acta*, **43**, 825 (1960). (Y)  
MOELLER, T., y R. FERRIS: *Inorg. Chem.*, **1**, 49 (1962). (Tierras raras)

TABLA A.3

## Productos de solubilidad de sales metálicas ligeramente solubles

Los valores se han seleccionado predominantemente de la colección de la IUPAC *Stability Constants*, en la que pueden encontrarse más detalles y referencias originales. La mayoría de los valores se refieren a una temperatura de 20 ó 25 °C. En el caso de hidróxidos, los productos de solubilidad a  $\mu=0,1$  son constantes "combinadas". La notación "dil." indica una solución diluida (inferior a 0,01 M); "var." indica que la fuerza iónica no se especifica.

Sal	-log S	
	$\mu=0$	$\mu=0,1$ (a menos que se indique otra cosa)
<b>Plata, Ag</b>		
AgOH	7,71	7,6
Ag <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	11,95	11,3
Ag <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	6,7, dil.	
Ag <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub>	11,55	10,9
Ag <sub>2</sub> WO <sub>4</sub>	11,26	10,6
Ag <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	40,8, dil.	
Ag[Ag(CN) <sub>2</sub> ]		11,3, var.
AgCNO	6,64	6,4
AgSCN	11,97	11,7
Ag <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	11,09	10,4
AgN <sub>3</sub>	8,54	8,3
Ag <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	15,84	14,7
Ag <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>	19,95	18,9
Ag <sub>2</sub> S	49,2	48,2
Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4,80	4,1
AgCl	9,752	9,50
AgBr	12,305	12,06
AgBrO <sub>2</sub>	4,28	4,0
AgI	16,08	15,83
AgIO <sub>3</sub>	7,51	7,3
Ag <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	11,0	10,4
AgCH <sub>3</sub> COO	2,7	2,1

TABLA A.3 (Cont.)

Sal	-log S	
	$\mu=0$	$\mu=0,1$ (a menos que se indique otra cosa)
<i>Aluminio, Al</i>		
Al(OH) <sub>3</sub> : amorfo	32,34	31,6
$\alpha$	33,45	
Böhmita	34,02	
Bayerita	35,56	
Hidrargilita	36,30	
AlPO <sub>4</sub>		18,2, var.
AlAsO <sub>4</sub>		15,8, var.
<i>Arsénico, As</i>		
$1/2\text{As}_2\text{O}_3(\text{s}) + 1^{1/2}\text{H}_2\text{O} = \text{As}(\text{OH})_3$		Log K = -0,68, var.
$1/2\text{As}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{OH}^- + 1^{1/2}\text{H}_2\text{O} = \text{As}(\text{OH})_4^-$		Log K = 3,71, var.
$1/2\text{As}_2\text{S}_3(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O} = \text{As}(\text{OH})_3 + 1^{1/2}\text{H}_2\text{S}(\text{g})$		Log K = -11,3
<i>Oro, Au<sup>III</sup></i>		
Au(OH) <sub>3</sub>		45,6, var.
<i>Bario, Ba</i>		
BaCrO <sub>4</sub>	9,93	9,1
BaCO <sub>3</sub>	8,31	7,5
Ba <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>		50,1, var.
BaSO <sub>4</sub>	9,97	9,2
BaF <sub>2</sub>	5,98	5,3
Ba(IO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	8,82	8,2
BaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	6,79	6,0
Ba (oxinato) <sub>2</sub>	8,3	7,7
<i>Berilio, Be</i>		
Be(OH) <sub>2</sub>	17,7	17,3

TABLA A.3 (Cont.)

Sal	-log S	
	$\mu=0$	$\mu=0,1$ (a menos que se indique otra cosa)
<b>Bismuto, Bi</b>		
$1/2\text{Bi}_2\text{O}_3(\text{s}, \alpha) + 1^{1/2}\text{H}_2\text{O} + \text{OH}^- = \text{Bi}(\text{OH})_4^-$		Log K = -5,3
$\text{Bi}(\text{OH})_2\text{Cl}$	30,75	
$\text{BiPO}_4$		22,4, var.
$\text{BiI}_3$		18,1 ( $\mu=2$ )
$\text{Bi}_2\text{S}_3$		9,7, var.
<b>Calcio, Ca</b>		
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	5,26	4,9
$\text{CaCO}_3$	8,42	7,6
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	26	23
$\text{CaHPO}_4$	7	6,2
$\text{Ca}_3(\text{AsO}_4)_2$		18,2, var.
$\text{CaSO}_3$	6,51	5,7
$\text{CaSO}_4$	4,62	3,8
$\text{CaF}_2$	10,47	9,8
$\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$	6,15	5,5
$\text{CaC}_2\text{O}_4$	8,64	7,8
$\text{CaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$	6,11	5,3
$\text{CaMoO}_4$	7,38	6,6
$\text{Ca}(\text{oxinato})_2$	11,0	10,4
<b>Cadmio, Cd</b>		
$\text{Cd}(\text{OH})_2$ : reciente	13,6	13,2
envejecido	14,23	13,8
$\text{Cd}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$		16,5, var.
$\text{Cd}_3(\text{ASO}_4)_2$		32,7, var.
$\text{CdS}$	26,1	25,3
$\text{CdCO}_3$	13,6	12,8
$\text{CdC}_2\text{O}_4$	7,82	7,0



TABLA A.3 (Cont.)

Sal	-log S	
	$\mu=0$	$\mu=0,1$ (a menos que se indique otra cosa)
<i>Cerio, Ce<sup>III</sup></i>		
Ce(OH) <sub>3</sub>	20,2	19,5
Ce <sub>2</sub> (C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	25,4	
Ce <sub>2</sub> (C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> ) <sub>3</sub>	19,0	
<i>Cerio, Ce<sup>IV</sup></i>		
Ce(OH) <sub>4</sub>		50,4, var.
Ce(IO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub>	9,50	7,9
<i>Cobalto, Co<sup>II</sup></i>		
Co(OH) <sub>2</sub> : Azul	14,2	13,8
Rosa, reciente	14,8	14,4
Rosa, envejecido	15,7	15,3
Co <sub>2</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]		14,7, var.
Co <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>		28,1, var.
CoCO <sub>3</sub>	12,84	12,0
CoS $\alpha$	20,4	19,6
CoS $\beta$	24,7	23,9
Co(oxinato) <sub>2</sub>	24,8	24,2
<i>Cobalto, Co<sup>III</sup></i>		
Co(OH) <sub>3</sub>	44,5	43,8
<i>Cromo, Cr<sup>II</sup></i>		
Cr(OH) <sub>2</sub>	17,0	16,6
<i>Cromo, Cr<sup>III</sup></i>		
Cr(OH) <sub>3</sub>	31,0	30,3
CrAsO <sub>4</sub>		20,1, var.

TABLA A.3 (Cont.)

Sal	-log S	
	$\mu=0$	$\mu=0,1$ (a menos que se indique otra cosa)
<b>Cobre, Cu<sup>I</sup></b>		
CuOH		14, var.
CuSCN		12,7, var.
CuCl	6,73	6,5
CuBr	8,28	8,0
CuI	11,96	11,7
<b>Cobre, Cu<sup>II</sup></b>		
Cu(OH) <sub>2</sub>	18,59	18,2
Cu(OH) <sub>2</sub> (CuO)	19,66	19,3
CuCrO <sub>4</sub>	5,44	4,6
Cu <sub>2</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]		15,9, var.
CuCO <sub>3</sub>	9,63	8,8
Cu <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>		15,1, var.
Cu <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>		35,1
CuS	35,2	34,4
Cu(IO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	7,13	6,5
Cu <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	7,54	6,7
Cu (oxinato) <sub>2</sub>	29,7	29,1
<b>Hierro, Fe<sup>II</sup></b>		
Fe(OH) <sub>2</sub>	15,1	14,7
FeCO <sub>3</sub>	10,50	9,7
FeS	17,2	16,4
<b>Hierro, Fe<sup>III</sup></b>		
Fe(OH) <sub>3</sub>	38,6	37,9
Fe <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sub>3</sub>		40,5, var.
FePO <sub>4</sub>		21,9, var.
FeAsO <sub>4</sub>		20, var.
Fe <sub>4</sub> (P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ) <sub>3</sub>		22,6

TABLA A.3 (Cont.)

Sal	-log S	
	$\mu=0$	$\mu=0,1$ (a menos que se indique otra cosa)
<i>Galio, Ga</i>		
Ga(OH) <sub>3</sub>	36,5	35,7
Ga <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sub>3</sub>		33,8, var.
<i>Mercurio, Hg<sup>I</sup></i> (Hg como Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> iones)		
Hg <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub>	23,7	23,3
Hg <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	8,70	7,8
Hg <sub>2</sub> WO <sub>4</sub>		17,0, var.
Hg <sub>2</sub> (CN) <sub>2</sub>	39,3	38,7
Hg <sub>2</sub> (SCN) <sub>2</sub>	19,52	18,9
Hg <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	16,05	15,4
Hg <sub>2</sub> (N <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	9,15	8,5
Hg <sub>2</sub> (HPO) <sub>4</sub>	12,4	12
Hg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	6,13	5,3
Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	17,88	17,2
Hg <sub>2</sub> Br <sub>2</sub>	22,24	21,5
Hg <sub>2</sub> I <sub>2</sub>	28,35	27,7
Hg <sub>2</sub> (CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>	14,7	14
Hg <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	13	12
Hg <sub>2</sub> C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	10	9
<i>Mercurio, Hg<sup>II</sup></i>		
Hg(OH) <sub>2</sub>	25,4	25,0
HgO(s) + H <sub>2</sub> O = Hg(OH) <sub>2</sub> ; log K = 3,6		
HgS: Negro	51,8	51
Rojo	52,4	
<i>Indio, In</i>		
In(OH) <sub>3</sub> : Reciente	33,3, dil.	32,9
Envejecido	35	
In <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sub>3</sub>		43,7, var.

TABLA A.3 (Cont.)

Sal	-log S	
	$\mu=0$	$\mu=0,1$ (a menos que se indique otra cosa)
<i>Lantano, La</i>		
La(OH) <sub>3</sub> : Reciente	18,8	18,1
Envejecido	20,0	
La(IO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	11,21	10,1
La <sub>2</sub> (C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	27,7	
<i>Magnesio, Mg</i>		
Mg(OH) <sub>2</sub>	10,74	10,4
MgCO <sub>3</sub>	5,0	4,2
Mg(NH <sub>4</sub> )PO <sub>4</sub>	12,6, dil.	
Mg <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>		19,7, var.
MgF <sub>2</sub>	8,15	7,6
MgC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	4,07, dil.	3,3
Mg (oxinato) <sub>2</sub>	15,4	14,8
<i>Manganeso, Mn<sup>II</sup></i>		
Mn(OH) <sub>2</sub>	12,72	12,3
Mn <sub>2</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]		12,1, var.
MnCO <sub>3</sub>	9,30	8,6
Mn <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>		28,7, var.
MnS: Rosa	9,6	8,8
Verde	12,6	
Mn (oxinato) <sub>2</sub>	21,7	
<i>Níquel, Ni</i>		
Ni(OH) <sub>2</sub> : Reciente	14,7	14,3
Envejecido	17,2	16,8
Ni <sub>2</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]		14,9, var.
NiCO <sub>3</sub>		8,2, var.
Ni <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>		25,5, var.
NiS $\alpha$	18,5	
NiS $\beta$	24,0	
NiS $\gamma$	25,7	
Ni (oxinato) <sub>2</sub>	26,1	25,5

TABLA A.3 (Cont.)

<i>Sal</i>	<i>-log S</i>	
	$\mu=0$	$\mu=0,1$ (a menos que se indique otra cosa)
<i>Plomo, Pb<sup>II</sup></i>		
Pb(OH) <sub>2</sub>	16,09	15,7
PbCrO <sub>4</sub>	13,75	12,9
PbMoO <sub>4</sub>	13,0	12,1
Pb <sub>2</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	16,9	14,3
PbCO <sub>3</sub>	13,1	12,3
Pb(N <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	8,59	7,9
Pb <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	43,5	40,5
Pb(HPO <sub>4</sub> )	11,36	10,6
Pb <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>		35,4, var.
PbS	26,6	25,8
PbSO <sub>4</sub>	7,78	7,0
PbF <sub>2</sub>	7,57	6,9
PbCl <sub>2</sub>	4,79	4,1
PbBr <sub>2</sub>	4,41	3,7
PbI <sub>2</sub>	8,19	7,5
Pb(IO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	12,58	11,9
PbC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	10,5	9,7
<i>Plomo, Pb<sup>IV</sup></i>		
Pb(OH) <sub>4</sub>	65,5	
<i>Radio, Ra</i>		
RaSO <sub>4</sub>	10,37	9,6
<i>Escandio, Sc</i>		
Sc(OH) <sub>3</sub>	30,1	29,4

TABLA A.3 (Cont.)

Sal	-log S	
	$\mu=0$	$\mu=0,1$ (a menos que se indique otra cosa)
<i>Estroncio, Sr</i>		
SrCrO <sub>4</sub>	4,65, dil.	
SrCO <sub>3</sub>	9,03	8,2
Sr <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	17,8, dil.	
SrSO <sub>4</sub>	6,6	5,8
SrF <sub>2</sub>	8,61	8,0
Sr(IO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	6,48	5,9
SrC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	7,25	6,5
Sr (oxinato) <sub>2</sub>	9,3	8,7
<i>Estaño, Sn<sup>II</sup></i>		
Sn(OH) <sub>2</sub>	28,1	27,7
SnS	25,0	
<i>Estaño, Sn<sup>IV</sup></i>		
Sn(OH) <sub>4</sub>	56	
<i>Torio, Th</i>		
Th(OH) <sub>4</sub>	44,9	44
Th(C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	22	
<i>Titanio, Ti<sup>IV</sup></i>		
TiO(OH) <sub>2</sub>	29	28,6
<i>Talio, Tl<sup>I</sup></i>		
Tl <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	12,01	11,3
TlSCN	3,77	3,5
Tl <sub>2</sub> S	20,3	19,7
TlCl	3,73	3,5
TlBr	5,47	5,2
TlBrO <sub>3</sub>	4,1, dil.	—
TlI	7,19	6,9
TlIO <sub>3</sub>	5,51	5,3

TABLA A.3 (Cont.)

Sal	-log S	
	$\mu=0$	$\mu=0,1$ (a menos que se indique otra cosa)
<i>Talio, Tl<sup>III</sup></i>		
Tl(OH) <sub>3</sub>	45,2	
<i>Uranio, U<sup>VI</sup></i>		
UO <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> (UO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	22	21,6 13,2, var.
<i>Itrio, Y</i>		
Y(OH) <sub>3</sub> Y <sub>2</sub> (C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>		22,8, var. 28,3, var.
<i>Cinc, Zn</i>		
Zn(OH) <sub>2</sub> : Amorfo	15,68	15,3
Amorfo, envejecido	15,95	15,6
Crist., envejecido	16,92	
Zn <sub>2</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]		15,4, var.
ZnCO <sub>3</sub>	10,78	10,0
Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>		32, var.
Zn <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>		27,8
ZnS: Esfalerita	23,8	
Wurzita	24,3	
Zn(BO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	10,2	9,6
ZnC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	8,89	8,1
Zn (oxinato) <sub>2</sub>	24,3	23,7
<i>Circonio, Zr</i>		
ZrO(OH) <sub>2</sub>	48,2	47

TABLA A.4a

Valores logarítmicos de  $\alpha_{L(H)}$  para amoniaco y aminas \*

pH	Amoniaco	En	1,2-DAP	TAP	TEA	Den	Tren	Trien	Tetrén	Pentén
0	9,4	17,4	16,9	21,5	7,8	23,7	28,7	29,4	34,1	37,9
1	8,4	15,4	14,9	18,5	6,8	20,7	25,7	25,4	29,1	33,9
2	7,4	13,4	12,9	15,5	5,8	17,7	22,7	21,5	24,1	29,9
3	6,4	9,4	10,9	12,6	4,8	14,7	19,7	17,8	19,6	25,9
4	5,4	6,2	8,9	9,9	3,8	11,8	16,7	14,1	15,5	21,9
5	4,4	5,1	6,9	7,7	2,8	9,3	13,7	11,0	11,9	17,9
6	3,4	4,1	4,9	5,7	1,8	7,2	10,7	8,1	8,7	13,9
7	2,4	3,1	3,2	3,7	0,9	5,2	7,7	5,5	5,7	9,9
8	1,4	2,1	2,0	2,0	0,2	3,3	4,8	3,3	3,0	6,0
9	0,5	1,1	1,0	0,8		1,5	2,3	1,5	1,0	2,6
10	0,1	0,4	0,3	0,2		0,4	0,7	0,3	0,1	0,6
11		0,1					0,1			
<i>Constantes utilizadas:</i>										
log $K_1$	9,37	10,11	9,95	9,67	7,8	10,02	10,37	10,00	9,54	10,28
log $K_2$		7,30	6,93	8,03		9,21	9,67	9,28	9,05	9,78
log $K_3$				3,80		4,42	8,64	6,75	8,10	9,22
log $K_4$								3,40	4,70	8,64
log $K_5$									2,66	

\* Para las abreviaturas, véase la tabla A.2c.



TABLA A.4b

Valores logarítmicos de  $\alpha_{L(H)}$  para algunos aniones complejantes utilizados con frecuencia como agentes tamponantes, enmascarantes o precipitantes

pH	Acetato CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	Acetil- acetionato C <sub>5</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Carbonato CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Citrato HC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	Cianuro CN <sup>-</sup>	Fluoruro F <sup>-</sup>	Oxalato C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
0	4,65	8,8	16,3	13,5	9,2	3,05	5,1
1	3,65	7,8	14,3	10,5	8,2	2,05	3,35
2	2,65	6,8	12,3	7,5	7,2	1,1	2,05
3	1,66	5,8	10,3	4,8	6,2	0,3	1,05
4	0,74	4,8	8,3	2,7	5,2	0,05	0,3
5	0,16	3,8	6,3	1,2	4,2		0,05
6	0,02	2,8	4,5	0,25	3,2		
7		1,8	3,1	0,05	2,2		
8		0,9	2,0		1,2		
9		0,2	1,0		0,4		
10			0,3		0,1		
<i>Constantes utilizadas:</i>							
log K <sub>1</sub>	4,65	8,8	10,0		9,2	3,05	4,00
log K <sub>2</sub>			6,3	6,1			1,13
log K <sub>3</sub>				4,4			
log K <sub>4</sub>				3,0			

TABLA A.4b (Cont.)

pH	Fosfato $\text{PO}_4^{3-}$	Pirofosfato $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$	Ftalato $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COO})_2^{2-}$	Salicilato $\text{C}_6\text{H}_4\text{OCO}_2^{2-}$	Sulfosalicilato $\text{C}_7\text{H}_3\text{O}_6\text{S}^{3-}$	Sulfuro $\text{S}^{2-}$	Tartrato $\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_6^{2-}$
0	20,7	18,1	7,9	16,0	14,2	19,5	7,0
1	17,7	14,4	5,9	14,0	12,2	17,5	5,0
2	15,0	11,3	4,0	12,1	10,3	15,5	3,05
3	12,65	8,7	2,3	10,3	8,7	13,5	1,4
4	10,6	6,6	1,2	9,1	7,6	11,5	0,4
5	8,6	4,6	0,4	8,1	6,6	9,5	0,05
6	6,65	2,9	0,05	7,1	5,6	7,55	
7	5,0	1,6		6,1	4,6	5,85	
8	3,7	0,6		5,1	3,6	4,6	
9	2,7	0,1		4,1	2,6	3,6	
10	1,7			3,1	1,6	2,6	
11	0,8			2,1	0,7	1,6	
12	0,2			1,1	0,1	0,7	
13				0,3		0,1	
<i>Constantes utilizadas:</i>							
$\log K_1$	11,7	8,5	5,1	13,1	11,6	12,6	4,09
$\log K_2$	6,9	6,1	2,8	2,9	2,6	6,9	2,92
$\log K_3$	2,1	2,5					
$\log K_4$		1,0					

TABLAS

405

TABLA A.4c

Valores logarítmicos de  $\alpha_{L(H)}$  para aniones aminocarboxílicos \*

pH	Glicina	Acido iminodi- acético	DCTA	DTPA	EDTA	EGTA	HEDTA	NTA
0	12,1	12,2	24,1	28,4	21,4	23,3	17,9	14,4
1	10,1	10,2	20,1	23,5	17,4	19,3	15,0	11,4
2	8,3	8,3	16,2	18,8	13,7	15,6	12,0	8,7
3	6,8	6,7	12,8	14,9	10,8	12,7	9,4	7,0
4	5,7	5,5	10,1	11,8	8,6	10,5	7,2	5,8
5	4,7	4,5	8,0	9,3	6,6	8,5	5,3	4,8
6	3,7	3,5	6,2	7,3	4,8	6,5	3,9	3,8
7	2,7	2,5	4,9	5,3	3,4	4,5	2,8	2,8
8	1,7	1,5	3,8	3,3	2,3	2,5	1,8	1,8
9	0,7	0,6	2,8	1,7	1,4	0,9	0,9	0,9
10	0,2	0,1	1,8	0,7	0,5	0,1	0,2	0,2
11			0,9	0,1	0,1			
12			0,2					
<i>Constantes utilizadas:</i>								
log $K_1$	9,66	9,46	11,78	10,56	10,34	9,54	9,81	9,81
log $K_2$	2,47	2,73	6,20	8,69	6,24	8,93	5,41	2,57
log $K_3$			3,60	4,37	2,75	2,73	2,72	1,97
log $K_4$			2,51	2,87	2,07	2,08		
log $K_5$				1,94	2			

\* Para las abreviaturas, véase la tabla A.2f.

TABLA A.5

Valores logarítmicos de  $\alpha_{M(L)}$  para varios metales y ligandos

Los valores de esta tabla se basan en las constantes que se dan en la tabla A.2. Si las constantes requeridas se han determinado a fuerzas iónicas variables dentro de un amplio margen o a temperaturas diferentes, surgen dificultades en los cálculos porque los valores de  $\alpha$  pueden basarse en varias constantes (constantes de acidez del ion metálico hidratado y el agente complejante, constantes de estabilidad de complejos metálicos, y también, posiblemente, constantes de compuestos ácidos o básicos). En la actualidad, la mayoría de las constantes de estabilidad de los agentes quelantes se determinan a una fuerza iónica de 0,1, lo cual simplifica los cálculos, pero, sin embargo, pueden surgir dificultades sobre todo cuando hay iones de carga elevada que intervienen en el equilibrio. La influencia de la fuerza iónica se tiene en cuenta en cierta medida en la tabla siguiente, pero además de que resulta difícil introducir correcciones muy exactas, éstas presentan escaso valor práctico. Como se ha resaltado con frecuencia a lo largo de esta obra, el conocimiento de concentraciones de equilibrio, aunque sólo sea aproximado, puede bastar para llegar a conclusiones importantes. No se pretende que los valores de esta tabla sean muy exactos, pero en la mayoría de los casos son probablemente del orden de magnitud correcto.

Puede añadirse que los coeficientes  $\alpha$ , al ser iguales a  $[M']/[M]$ , pueden determinarse experimentalmente (por ejemplo, potenciométricamente, polarográficamente o fotométricamente) evitándose así el rodeo que supone la determinación de constantes de equilibrio. En el caso de sistemas en equilibrio complicados se recomienda especialmente esta vía directa.

Algunos valores de  $\alpha_M$  correspondientes a soluciones fuertemente básicas se han impreso en un tono más intenso para indicar que en ese intervalo de pH  $\alpha_{M(OH)}$  predomina sobre  $\alpha_{M(L)}$ .

La formación de complejos polinucleares puede, en ciertas circunstancias, afectar a los valores de  $\alpha$  que se dan en la tabla. Esta interferencia se discutió en el capítulo II, A.3 (véase el ejemplo II.2).

TABLA A.5

Metal y ligando	Concentración μ	pH																
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
<b>Ag</b>																		
Hidróxido		0,1												0,1	0,5	2,3	5,1	
Cianuro	0,1	0,1	0,8	2,7	4,7	6,7	8,7	10,7	12,7	14,7	16,7	18,4	19,0	19,2	19,2	19,2	19,2	
Sulfuro	0,01	0,1	4,4	5,4	6,4	7,4	8,5	9,9	11,8	13,2	13,7	13,7	13,7	13,8	14,2	14,7	14,8	
Tiourea	0,1	0,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	
Amoniac	1	0,1						0,1	0,8	2,6	4,6	6,4	7,2	7,4	7,4	7,4	7,4	
	0,1	0,1							0,1	0,8	2,6	4,4	5,2	5,4	5,4	5,4	5,6	
	0,01	0,1								0,1	0,8	2,4	3,2	3,4	3,4	3,4	5,1	
Trién	0,1	0,1								1,2	3,4	5,2	6,4	6,7	6,7	6,7	6,7	
EDTA	0,1	0,5				0,1	0,5	1,5	2,6	3,7	4,7	5,5	5,9	6,0	6,0	6,0	6,0	
	0,01	0,1					0,1	0,9	1,9	3,0	4,0	4,8	5,2	5,3	5,3	5,5	5,5	
En	0,1	0,1							0,4	1,7	3,5	4,9	5,5	5,7	5,7	5,7	5,8	
Den	0,1	0,1							0,3	1,8	3,6	4,7	5,1	5,1	5,1	5,1	5,4	
Glicina	0,1	0,1							0,2	1,5	3,4	4,4	4,8	4,8	4,8	4,8	5,3	
Cloruro	0,1	0,2	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,9	5,1
<b>Al</b>																		
Hidróxido		2						0,4	1,3	5,3	9,3	13,3	17,3	21,3	25,3	29,3	33,3	
Citrato	0,1	0,5			1,8	5,2	8,6	11,3	13,6	15,6	17,6	19,6	21,8	25,3	29,3	33,3	33,3	
Acetilacetato	0,01	0,1			0,1	0,6	2,2	4,3	6,8	9,8	12,5	14,6	17,3	21,3	25,3	29,3	33,3	
EDTA	0,1	0,5			1,8	4,1	6,2	8,2	10,3	12,5	14,5	16,5	18,3	21,3	25,3	29,3	33,3	
	0,01	0,1			1,5	3,4	5,5	7,6	9,7	11,8	13,9	15,8	17,8	21,3	25,3	29,3	33,3	
Fluoruro	0,1	0,5	3,3	6,1	10,0	12,9	14,3	14,5	14,5	14,5	14,5	17,7	21,3	25,3	29,3	33,3	33,3	
DCTA	0,01	0,1			0,2	2,8	5,5	7,6	9,4	10,8	12,3	14,3	17,3	21,3	25,3	29,3	33,3	
Oxalato	0,1	0,5		2,4	5,6	8,5	10,7	11,5	11,6	11,6	11,6	13,3	17,3	21,3	25,3	29,3	33,3	
<b>Ba</b>																		
Hidróxido		0,1														0,1	0,5	
DTPA	0,01	0,1							0,3	1,6	3,5	5,1	6,1	6,7	6,8	6,8	6,8	
DCTA	0,01	0,1						0,2	0,7	1,3	2,2	3,2	4,2	5,1	5,8	6,0	6,0	
EDTA	0,1	0,5							1,8	3,2	4,2	5,2	6,0	6,2	6,3	6,3	6,3	
	0,01	0,1						0,1	1,1	2,4	3,5	4,4	5,3	5,7	5,8	5,8	5,8	
NTA	0,1	0,5							0,2	0,8	1,7	2,6	3,3	3,4	3,4	3,4	3,4	
	0,01	0,1								0,3	1,0	1,9	2,6	2,8	2,8	2,8	2,8	
Citrato	0,1	0,5					0,5	1,1	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	
Tartrato	0,1	0,5			0,1	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	

Be															
Hidróxido		3										0,1	1,1	3,1	
Sulfosalicilato	0,1	0,1		0,5	2,1	3,7	5,6	7,6	9,6	11,6	13,6	15,6	17,4	18,6	18,8
Acetilacetato	0,1	0,1		0,1	0,8	2,4	4,3	6,3	8,3	10,1	11,5	11,9	11,9	11,9	11,9
EDTA	0,1	0,5				0,1	1,6	3,3	4,7	5,7	6,7	7,5	7,7	7,8	7,8
	0,01	0,1						0,8	2,5	3,9	5,0	5,9	6,8	7,2	7,3
Citrato	0,1	0,5		0,2	1,1	2,3	3,0	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
Bi															
Hidróxido		3		0,1	0,5	1,4	2,4	3,4	4,4	5,4					
Yoduro	0,1	2	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8					
Bromuro	0,1	2	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,8	5,5					
Cloruro	0,1	2	2,7	2,7	2,7	2,7	2,9	3,5	4,4	5,4					
Ca															
Hidróxido		0,1												0,3	1,0
DCTA	0,01	0,1				0,5	2,5	4,3	5,6	6,7	7,7	8,7	9,6	10,3	10,5
EDTA	0,1	0,5			0,1	1,1	3,2	4,7	6,1	7,1	8,1	8,9	9,1	9,2	9,2
	0,01	0,1				0,4	2,1	3,9	5,3	6,4	7,3	8,2	8,6	8,7	8,7
DTPA	0,01	0,1				0,1	0,8	1,9	3,4	5,3	6,9	7,9	8,5	8,6	8,6
NTA	0,1	0,5				0,1	0,5	1,3	2,3	3,3	4,2	4,9	5,0	5,0	5,0
	0,01	0,1					0,2	0,7	1,6	2,6	3,5	4,2	4,4	4,4	4,4
Citrato	0,1	0,5		0,3	1,0	1,8	2,2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Tartrato	0,1	0,5		0,2	0,5	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9
Acetato	0,1	0,1				0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3
Cd															
Hidróxido		3									0,1	0,5	2,0	4,5	8,1
DCTA	0,01	0,1	0,1	2,2	4,8	7,1	9,2	11,0	12,3	13,4	14,4	15,4	16,3	17,0	17,2
DTPA	0,01	0,1		0,4	3,1	5,5	7,6	9,7	11,7	13,6	15,2	16,3	16,9	17,0	17,0
Cianuro	0,1	3				0,1	0,7	2,9	6,2	10,1	13,3	14,5	14,9	14,9	14,9
EDTA	0,1	0,5	0,3	2,7	4,8	6,8	8,8	10,5	11,9	12,9	13,9	14,7	14,9	15,0	15,0
	0,01	0,1		1,8	4,0	5,9	7,9	9,7	11,1	12,2	13,2	14,0	14,4	14,5	14,5
EGTA	0,01	0,1		0,1	1,5	3,3	5,1	7,7	9,1	11,1	12,7	13,5	13,6	13,6	13,6
NTA	0,1	0,5		0,4	1,9	3,0	4,0	5,3	6,9	8,9	11,7	12,1	12,3	12,3	12,5
	0,01	0,1				1,2	2,3	3,3	4,3	5,4	7,0	8,7	10,1	10,5	10,5
Fenantrolina	0,01	0,1	0,3	1,4	3,5	6,3	8,4	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3
Den	0,1	0,1					0,1	1,3	3,7	5,5	9,1	11,3	11,9	11,9	12,3
Trién	0,1	0,1					0,4	2,2	4,4	6,5	8,3	9,5	9,8	9,8	12,0
Picolinato	0,1	0,1		0,5	1,8	4,1	6,3	7,5	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	8,3
Amoniaco	1	0,1						0,1	0,5	2,3	5,1	6,7	7,1	7,1	8,1
	0,1	0,1							0,1	0,5	2,0	3,0	3,6	4,5	
	0,01	0,1								0,1	0,6	1,4	2,0	4,5	



Cu		FeII	
Hidróxido	0,1	0,1	0,1
Tetén	0,1	0,5	1
EDTA	0,01	1,9	0,01
DCTA	0,01	1,5	0,01
Trién	0,1	4,2	0,1
Den	0,1	4,4	0,5
DTPA	0,01	0,1	0,01
Fenantrolina	0,01	0,1	0,1
Tren	0,1	2,1	0,1
TEA	0,1	3,5	0,1
EGTA	0,01	0,1	0,1
Sulfosalicilato	0,1	0,1	0,1
Citrato	0,1	0,1	0,1
NTA	0,01	0,5	0,5
Picolinato	0,1	0,1	0,1
Amoníaco	1	2,4	0,1
Acetilacetato	0,01	0,1	0,1
Protosfato	0,01	0,1	0,1
Oxalato	0,1	0,5	0,1
Tartrato	0,1	1,1	0,5
Acetato	0,1	3,1	0,1
		4,9	0,1
		1,0	0,3
		0,3	0,9
		1,1	1,1
		0,2	0,2
		1,2	1,2
		3,6	7,1
		1,2	3,6
		0,2	1,2
		0,2	1,2
		6,7	8,5
		9,9	6,8
		7,0	6,9
		6,9	6,9
		3,2	3,2
		1,1	1,1
		1,1	1,3
		1,8	1,8
		2,7	2,7
		3,7	3,7
		4,7	4,7
		5,7	5,7
		6,7	6,7
		7,7	7,7
		8,7	8,7
		9,7	9,7
		10,7	10,7
		11,7	11,7
		12,7	12,7
		13,7	13,7
		14,7	14,7
		15,7	15,7
		16,7	16,7
		17,7	17,7
		18,7	18,7
		19,7	19,7
		20,7	20,7
		21,7	21,7
		22,7	22,7
		23,7	23,7
		24,7	24,7
		25,7	25,7
		26,7	26,7
		27,7	27,7
		28,7	28,7
		29,7	29,7
		30,7	30,7
		31,7	31,7
		32,7	32,7
		33,7	33,7
		34,7	34,7
		35,7	35,7
		36,7	36,7
		37,7	37,7
		38,7	38,7
		39,7	39,7
		40,7	40,7
		41,7	41,7
		42,7	42,7
		43,7	43,7
		44,7	44,7
		45,7	45,7
		46,7	46,7
		47,7	47,7
		48,7	48,7
		49,7	49,7
		50,7	50,7
		51,7	51,7
		52,7	52,7
		53,7	53,7
		54,7	54,7
		55,7	55,7
		56,7	56,7
		57,7	57,7
		58,7	58,7
		59,7	59,7
		60,7	60,7
		61,7	61,7
		62,7	62,7
		63,7	63,7
		64,7	64,7
		65,7	65,7
		66,7	66,7
		67,7	67,7
		68,7	68,7
		69,7	69,7
		70,7	70,7
		71,7	71,7
		72,7	72,7
		73,7	73,7
		74,7	74,7
		75,7	75,7
		76,7	76,7
		77,7	77,7
		78,7	78,7
		79,7	79,7
		80,7	80,7
		81,7	81,7
		82,7	82,7
		83,7	83,7
		84,7	84,7
		85,7	85,7
		86,7	86,7
		87,7	87,7
		88,7	88,7
		89,7	89,7
		90,7	90,7
		91,7	91,7
		92,7	92,7
		93,7	93,7
		94,7	94,7
		95,7	95,7
		96,7	96,7
		97,7	97,7
		98,7	98,7
		99,7	99,7
		100,7	100,7
		101,7	101,7
		102,7	102,7
		103,7	103,7
		104,7	104,7
		105,7	105,7
		106,7	106,7
		107,7	107,7
		108,7	108,7
		109,7	109,7
		110,7	110,7
		111,7	111,7
		112,7	112,7
		113,7	113,7
		114,7	114,7
		115,7	115,7
		116,7	116,7
		117,7	117,7
		118,7	118,7
		119,7	119,7
		120,7	120,7
		121,7	121,7
		122,7	122,7
		123,7	123,7
		124,7	124,7
		125,7	125,7
		126,7	126,7
		127,7	127,7
		128,7	128,7
		129,7	129,7
		130,7	130,7
		131,7	131,7
		132,7	132,7
		133,7	133,7
		134,7	134,7
		135,7	135,7
		136,7	136,7
		137,7	137,7
		138,7	138,7
		139,7	139,7
		140,7	140,7
		141,7	141,7
		142,7	142,7
		143,7	143,7
		144,7	144,7
		145,7	145,7
		146,7	146,7
		147,7	147,7
		148,7	148,7
		149,7	149,7
		150,7	150,7
		151,7	151,7
		152,7	152,7
		153,7	153,7
		154,7	154,7
		155,7	155,7
		156,7	156,7
		157,7	157,7
		158,7	158,7
		159,7	159,7
		160,7	160,7
		161,7	161,7
		162,7	162,7
		163,7	163,7
		164,7	164,7
		165,7	165,7
		166,7	166,7
		167,7	167,7
		168,7	168,7
		169,7	169,7
		170,7	170,7
		171,7	171,7
		172,7	172,7
		173,7	173,7
		174,7	174,7
		175,7	175,7
		176,7	176,7
		177,7	177,7
		178,7	178,7
		179,7	179,7
		180,7	180,7
		181,7	181,7
		182,7	182,7
		183,7	183,7
		184,7	184,7
		185,7	185,7
		186,7	186,7
		187,7	187,7
		188,7	188,7
		189,7	189,7
		190,7	190,7
		191,7	191,7
		192,7	192,7
		193,7	193,7
		194,7	194,7
		195,7	195,7
		196,7	196,7
		197,7	197,7
		198,7	198,7
		199,7	199,7
		200,7	200,7



TABLA A.5 (Cont.)

Metal y ligando	Concentración	p	pH														
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Fe<sup>III</sup></b>																	
Hidróxido		3				0,4	1,8	3,7	5,7	7,7	9,7	11,7	13,7	15,7	17,7	19,7	21,7
TEA	0,1	0,1	3,8	7,0	10,3	13,0	15,2	17,2	18,9	20,4	22,0	24,0	26,4	28,2	32,2	36,2	40,2
EDTA	0,1	0,1	3,1	6,2	9,5	12,3	14,5	16,5	18,3	19,8	21,4	23,3	25,7	28,0	30,6	32,6	34,6
Salicilato	0,01	0,1	3	0,9	2,7	5,1	7,3	9,3	11,5	14,1	17,0	20,0	23,0	26,0	29,0	31,4	34,1
DCTA	0,01	0,1	3,2	7,2	11,1	14,5	17,2	19,3	21,1	22,4	23,5	24,7	26,3	28,1	29,8	31,0	32,0
DTPA	0,01	0,1	0,6	2,5	5,8	10,5	13,8	16,2	18,2	20,2	22,2	23,9	25,2	26,5	27,6	28,6	29,6
Sulfosalicilato	0,1	0,1	3	0,4	3,2	5,8	8,2	10,3	12,3	14,3	16,3	18,3	20,1	21,5	21,8	22,4	23,3
NTA	0,1	0,1	0,4	3,2	5,2	7,1	8,9	10,8	12,8	14,8	16,8	18,6	20,1	20,9	21,8	22,8	23,8
	0,01	0,1	0,4	6,0	10,6	13,8	16,0	18,0	19,4	20,0							
	0,1	0,1	Var.														
Pirofosfato	0,1	0,1	0,4	6,0	10,6	13,8	16,0	18,0	19,4	20,0							
Citrato	0,1	0,1	0,5	0,3	3,0	6,4	9,5	12,0	13,7	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0
Oxalato	0,1	0,1	2,5	6,0	9,8	12,5	14,6	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	17,7	19,7
Fluoruro	0,1	0,1	1,4	3,3	5,7	7,9	8,7	8,9	8,9	8,9	9,8	11,7	13,7	15,7	17,7	19,7	21,7
Acetato	0,1	0,1	0,5	1,4	3,3	5,7	7,9	8,7	8,9	8,9	9,8	11,7	13,7	15,7	17,7	19,7	21,7
Tiocianato	0,1	0,1	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	3,8	5,7	7,7	9,7	11,7	13,7	15,7	17,7	19,7	21,7
<b>Hg<sup>II</sup></b>																	
Hidróxido		0,1															
Cianuro	0,1	0,1	14,3	16,3	18,3	20,3	22,3	24,3	26,4	29,2	32,8	35,9	37,1	37,5	37,5	37,5	37,5
DCTA	0,01	0,1	1,5	4,5	7,4	9,9	12,3	14,3	16,1	17,4	18,5	19,5	20,7	21,9	23,6	24,8	25,8
Yoduro	0,1	0,5	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8
EDTA	0,1	0,5	2,4	5,4	8,1	10,2	12,1	14,1	15,8	17,2	18,2	19,5	21,0	22,2	23,3	24,3	25,3
DTPA	0,01	0,1	1,5	4,5	7,2	9,4	11,2	13,2	15,0	16,4	17,5	18,8	20,3	21,6	22,7	23,7	24,7
Trién	0,01	0,1	0,4	4,2	7,9	10,9	13,4	15,6	17,7	19,7	21,6	23,2	24,3	24,9	25,0	25,0	25,0
Thiourea	0,1	0,1	0,6	3,5	6,5	9,4	11,8	14,8	16,3	17,7	18,8	21,0	22,8	24,0	24,3	24,3	24,3
EGTA	0,01	0,1	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4
Den	0,1	0,1	1,0	3,9	6,6	8,8	10,8	12,8	14,8	16,8	18,8	20,4	21,1	21,2	21,2	21,2	22,0
Den	0,1	0,1	0,4	3,1	6,1	9,0	11,7	13,6	15,6	17,6	19,4	20,5	21,2	21,8	21,8	21,8	22,2
Amoniaco	1	0,1	0,9	2,7	4,7	6,7	8,7	10,7	12,7	14,9	17,6	19,1	19,4	19,4	20,8	20,8	21,9
	0,01	0,1	0,9	2,7	4,7	6,7	8,7	10,7	12,7	14,6	15,7	16,2	16,2	17,9	17,9	19,9	21,9



TABLA A.5 (Cont.)

Metal y ligando	Concentración μ	pH														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Ni</b>																
Hidróxido		0,1									0,1	0,7	1,6			
Cianuro	0,1	0,1			2,5	6,5	10,5	14,5	18,5	22,5	25,7	26,9	27,3	27,3	27,3	27,3
Fenantrolina	0,01	0,1	3,4	6,3	9,3	12,3	15,3	17,4	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3
DTPA	0,01	0,1		0,1	2,9	5,8	7,9	9,4	10,7	12,7	14,6	16,2	17,3	17,9	18,0	18,0
Trién	0,1	0,1				0,3	2,3	4,9	7,5	10,8	14,2	16,6	17,4	17,4	17,4	17,4
EDTA	0,1	0,5	0,1	2,4	5,1	7,1	9,0	10,9	12,6	14,0	15,0	16,0	16,8	17,0	17,1	17,1
	0,01	0,1		1,5	4,2	6,3	8,1	10,0	11,8	13,2	14,3	15,3	16,1	16,5	16,6	16,6
Den	0,1	0,1					0,5	2,8	6,5	10,5	14,1	16,3	16,9	16,9	16,9	16,9
Tetrén	0,1	0,1				0,3	3,8	7,1	10,1	12,9	15,2	16,2	16,6	16,6	16,6	16,6
Picolinato	0,1	0,1	0,6	2,2	4,5	7,3	10,3	12,7	13,9	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2
Tren	0,1	0,1					0,4	3,1	6,0	9,0	11,6	13,1	13,7	13,8	13,8	13,8
NTA	0,1	0,5		1,4	3,1	4,2	5,2	6,5	8,2	10,2	12,0	13,4	13,6	13,6	13,6	13,6
	0,01	0,1		0,7	2,4	3,5	4,5	5,5	6,7	8,3	10,0	11,4	11,8	11,8	11,8	11,8
Citrato	0,1	0,5		0,2	0,5	1,7	2,9	3,6	4,4	5,3	6,3	7,3	8,3	9,3	10,3	11,3
EGTA	0,01	0,1			0,5	1,5	2,5	3,8	5,5	7,5	9,1	9,9	10,0	10,0	10,0	10,0
TEA	0,1	0,1						0,3	0,9	1,6	2,2	3,0	4,0	5,1	6,7	9,0
Acetilacetato	0,1	0,1				0,2	0,9	2,3	4,3	6,4	8,4	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9
Amoniac	1	0,1						0,1	0,6	2,8	6,3	8,3	8,8	8,8	8,8	8,8
	0,1	0,1							0,1	0,6	2,5	3,8	4,5	4,5	4,5	4,5
	0,01	0,1								0,1	0,5	1,3	1,8			
Sulfosalicilato	0,1	0,1						0,2	0,8	1,8	3,2	5,0	6,8	8,0	8,0	8,0
Oxalato	0,1	1	0,2	1,6	3,3	4,9	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
Acetato	0,1	1					0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,7	1,6			
<b>Pb</b>																
Hidróxido		0,1								0,1	0,5	1,4	2,7	4,7	7,4	10,4
DCTA	0,01	0,1	0,1	2,6	5,2	7,6	9,7	11,5	12,8	13,9	14,9	15,9	16,8	17,5	17,7	17,7
TEA <sup>b</sup>	0,1	0,1								3,0	4,5	7,0	10,0	13,9	17,5	
DTPA	0,01	0,1		0,8	3,6	5,8	7,6	9,6	11,6	13,5	15,1	16,2	16,8	16,9	16,9	16,9
EDTA	0,1	0,5	1,4	4,2	6,3	8,2	10,2	12,0	12,4	14,4	15,4	16,2	16,4	16,5	16,5	16,5
	0,01	0,1	0,6	3,3	5,5	7,4	9,4	11,2	12,6	13,7	14,7	15,5	15,9	16,0	16,0	16,0
EGTA	0,01	0,1			0,5	1,8	3,0	4,6	6,5	8,5	10,1	10,9	11,0	11,0	11,1	13,4
NTA	0,1	0,5	0,1	1,9	3,6	4,7	5,7	6,7	7,7	8,7	9,6	10,3	10,4	10,4	10,7	13,4
	0,01	0,1		1,1	3,9	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	8,9	9,6	9,8	9,8	10,5	13,4
Citrato	0,1	0,5		1,0	2,6	3,7	4,2	4,2	4,2	4,2	4,5	5,3	6,3	7,7	10,4	13,4
Picolinato	0,1	0,1		0,5	1,6	3,3	4,9	5,7	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	7,4	10,4	13,4
Tartrato	0,1	0,5		0,2	1,4	2,4	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	3,0	4,7	7,4	10,4	13,4
Acetato	0,1	0,5			0,1	0,6	1,2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,8	2,7	4,7	7,4	10,4



TABLA A.6  
Constantes condicionales logarítmicas de complejos metal-EDTA

Los valores se basan en las constantes de las tablas A.2f y A.2g; son válidos aproximadamente a  $\mu=0,1$  y 20 °C. Se utilizaron constantes combinadas y la formación de complejos ácidos y básicos se tuvo en cuenta en aquellos casos en que las constantes habían sido determinadas.

Metal	pH														
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ag					0,7	1,7	2,8	3,9	5,0	5,9	6,8	7,1	6,8	5,0	2,2
Al			3,0	5,4	7,5	9,6	10,4	8,5	6,6	4,5	2,4			5,0	
Ba						1,3	3,0	4,4	5,5	6,4	7,3	7,7	7,8	7,7	7,3
Bi	1,4	5,3	8,6	10,6	11,8	12,8	13,6	14,0	14,1	14,0	13,9	13,3	12,4	11,4	10,4
Ca					2,2	4,1	5,9	7,3	8,4	9,3	10,2	10,6	10,7	10,4	9,7
Cd		1,0	3,8	6,0	7,9	9,9	11,7	13,1	14,2	15,0	15,5	14,4	12,0	8,4	4,5
Co		1,0	3,7	5,9	7,8	9,7	11,5	12,9	13,9	14,5	14,7	14,0	12,1		
Cu		3,4	6,1	8,3	10,2	12,2	14,0	15,4	16,3	16,6	16,6	16,1	15,7	15,6	15,6
FeII			1,5	3,7	5,7	7,7	9,5	10,9	12,0	12,8	13,2	12,7	11,8	10,8	9,8
FeIII	5,1	8,2	11,5	13,9	14,7	14,8	14,6	14,1	13,7	13,6	14,0	14,3	14,4	14,4	14,4
HgII	3,5	6,5	9,2	11,1	11,3	11,3	11,1	10,5	9,6	8,8	8,4	7,7	6,8	5,8	4,8
La			1,7	4,6	6,8	8,8	10,6	12,0	13,1	14,0	14,6	14,3	13,5	12,5	11,5
Mg						2,1	3,9	5,3	6,4	7,3	8,2	8,5	8,2	7,4	
Mn			1,4	3,6	5,5	7,4	9,2	10,6	11,7	12,6	13,4	13,4	12,6	11,6	10,6
Ni		3,4	6,1	8,2	10,1	12,0	13,8	15,2	16,3	17,1	17,4	16,9	10,6	7,6	4,6
Pb		2,4	5,2	7,4	9,4	11,4	13,2	14,5	15,2	15,2	14,8	13,9	10,6	7,6	4,6
Sr					2,0	3,8	5,2	6,3	7,2	8,1	8,1	8,5	8,6	8,5	8,0
Th	1,8	5,8	9,5	12,4	14,5	15,8	16,7	17,4	18,2	19,1	20,0	20,4	20,5	20,5	20,5
Zn		1,1	3,8	6,0	7,9	9,9	11,7	13,1	14,2	14,9	13,6	11,0	8,0	4,7	1,0
Log $\alpha_{Y(H)}$	21,4	17,4	13,7	10,8	8,6	6,6	4,8	3,4	2,3	1,4	0,5	0,1	0	0	0

TABLA A.7

## Puntos de transición de indicadores de metales

No es posible definir satisfactoriamente las propiedades de todos los indicadores de metales sugeridos en la bibliografía porque las constantes necesarias no han sido evaluadas. Para muchos indicadores ni siquiera se conocen los valores de las constantes de estabilidad de los complejos protónicos. En otros casos, el número de protones en el complejo metálico no se conoce, y puede variar con el  $pH$ , como se ha demostrado en el caso de los complejos de calcio con murexido (Fig. 4.5). Por otro lado, un indicador puede reaccionar con un ion metálico en distintas proporciones. La ftaleína-complexona, por ejemplo, forma al menos los complejos  $CaI$ ,  $CaHI$  y  $Ca_2I$  con calcio. De acuerdo con la figura 4.6, sólo puede esperarse una transición marcada a un valor de  $pH$  aproximadamente igual a 11, mientras que en el intervalo de  $pH$  comprendido entre 8 y 10,5 el color va pasando por una tonalidad intermedia ( $CaHI$  de color rosa). Los valores de  $pCa_{trans}$  que se dan más abajo para la ftaleína-complexona se han estimado a partir de la figura 4.6. Pueden representarse curvas similares para el bario y el magnesio.

El naranja de xilenol y el azul de metiltimol tienen una estructura similar a la de la ftaleína-complexona, por lo que cabe esperar de ellos un comportamiento similar. En el intervalo de  $pH$  comprendido entre 7 y 11 una variación de una unidad de  $pH$  originará un cambio de  $pM_{trans}$  de dos unidades si se forma  $MHI$  o  $M_2I$ . Un aumento de  $pM_{trans}$  de una a dos unidades por una unidad de  $pH$  sugiere la formación de ambos tipos de complejos. En tanto no se conozcan valores fidedignos de las constantes de equilibrio, parece que el procedimiento más práctico es el de determinar valores de  $pM_{trans}$  experimentalmente a varios valores de  $pH$  como se ha hecho para el azul de metileno y el naranja de xilenol. Tales valores son, sin embargo, sólo aproximados, y el intervalo de transición puede ser anormalmente ancho.

Si se forman complejos con dos o varios ligandos, por ejemplo,  $MI_2$ , el punto de transición dependerá de la concentración del indicador. Los datos de las tablas correspondientes a este caso se refieren a una concentración de indicador igual a  $10^{-5}$  molar.

La conversión de valores de  $pM_{trans}$  en valores, más esenciales, de  $pM'_{trans}$  se trató en el capítulo 4, C.1.

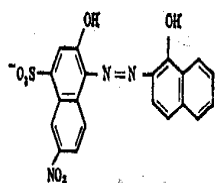
En esta tabla no se han incluido indicadores propuestos en la bibliografía sin ninguna descripción de sus propiedades esenciales (en particular, de sus puntos de transición) ni indicadores de aplicaciones limitadas.

Negro de eriocromo T  
 Negro de eriocromo A  
 Negro-azul de eriocromo R  
 (Calcón)  
 Negro-azul de eriocromo B  
 Calmagita  
 Violeta de solocromo R  
 PAN

Murexido  
 Violeta de pirocatecol  
 Ftaleína-complexona (metalftaleína)  
 Azul de metiltimol  
 Naranja de xilenol  
 Zincón  
 Ditizona

TABLA A.7

Negro de eriocromo T



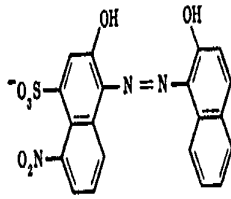
Solo se correge

$\alpha_{I(H)}$

$pH_{trans}$	Rojo			Azul			Naranja	
	6,3	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0
$\log \alpha_{I(H)}$	6,0	4,6	3,6	2,6	1,6	0,7	0,1	
$pBa_{trans}$ a rojo					1,4	2,3	2,9	3,0
$pCa_{trans}$ a rojo			1,8	2,8	3,8	4,7	5,3	5,4
$pMg_{trans}$ a rojo	1,0	2,4	3,4	4,4	5,4	6,3	6,9	
$pMn_{trans}$ a rojo	3,6	5,0	6,2	7,8	9,7	11,5		
$pZn_{trans}$ a rojo	6,9	8,3	9,3	10,5	12,2	13,9		

Constantes logarítmicas:  $K_{HI}$  11,6;  $K_{H2I}^H$  16,3;  $K_{CaI}$  5,4;  $K_{MgI}$  7,0;  $K_{ZnI}$  12,9;  $K_{ZnI2}^{2I}$  20,0 (1)  $K_{BaI}$  3,0 (2).  
 $K_{MaI}$  9,6;  $K_{MaI2}^{2I}$  17,6 (3)  $C_I = 10^{-5} M$

Negro de eriocromo A



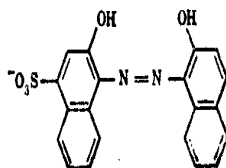
$pH_{trans}$	Rojo	6,2		Azul				13,0	Naranja
$pH$	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	
$\log \alpha_{I(H)}$	7,4	6,1	5,0	4,0	3,0	2,0	1,0	0,3	
$pCa_{trans}$ a rojo			0,3	1,3	2,3	3,3	4,3	5,0	
$pMg_{trans}$ a rojo		1,1	2,2	3,2	4,2	5,2	6,2		

Constantes logarítmicas:  $K_{HI}^H$  13,0;  $\log K_{H_2I}^H$  6,2.  $K_{CaI}$  5,3.  $K_{MgI}$  7,2 (1).



TABLA A.7 (Cont.)

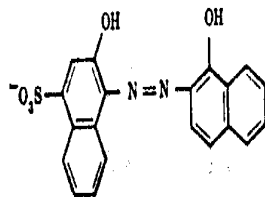
Negro-azul de eriocromo R (Calcón)



$pH_{trans}$	Rojo 7,0			Azul 13,5				Naranja
$pH$	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	
$\log \alpha_{I(H)}$	6,8	5,5	4,5	3,5	2,5	1,5	0,6	
$pCa_{trans}$ a rojo			0,8	1,8	2,8	3,8	4,7	
$pMg_{trans}$ a rojo	0,8	2,1	3,1	4,1	5,1	6,1	7,0	

Constantes logarítmicas:  $K_{HI}^H$  13,5;  $K_{H_2I}^H$  7,0.  $K_{CaI}$  5,3.  $K_{MgI}$  7,6 (1).

Negro-azul de eriocromo B

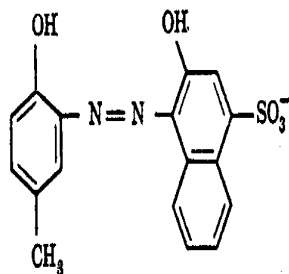


$pH_{trans}$	Rojo			Azul			12,5 Naranja	
	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0
$\log \alpha_{I(H)}$	6,9	5,5	4,5	3,5	2,5	1,5	0,6	0,1
$pCa_{trans}$ a rojo			1,2	2,2	3,2	4,2	5,1	5,6
$pMg_{trans}$ a rojo	0,5	1,9	2,9	3,9	4,9	5,9	6,8	7,3
$pZn_{trans}$ a rojo		5,7	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	11,9

Constantes logaritmicas:  $K_{HI}$  12,5;  $K_{H_2I}$  6,2.  $K_{CaI}$  5,7.  $K_{MgI}$  7,4 (1)  $K_{ZnI}$  = 12,5 (24);  $K_{ZnNH_3I}$  = 16,4 (25).

TABLA A.7 (Cont.)

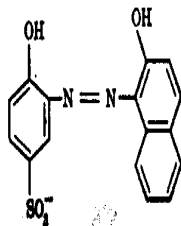
Calmagita



$pH_{trans}$	Rojo		Azul		12,4 Naranja		
$pH$	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0
$\log \alpha_{I(H)}$	6,5	4,7	3,4	2,4	1,4	0,5	0,1
$pCa_{trans}$ a rojo		1,4	2,7	3,7	4,7	5,6	6,0
$pMg_{trans}$ a rojo	1,6	3,4	4,7	5,7	6,7	7,7	8,0

Constantes logarítmicas:  $K_{HI}^H$  12,4;  $K_{H_2I}^H$  8,1.  $K_{CaI}$  6,1.  $K_{MgI}$  8,1 (4).

Violeta de solocromo R

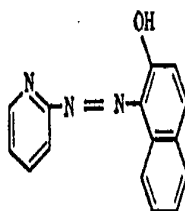


$pH_{trans}$	Rojo					7,0	Azul				
pH	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	
$\log \alpha_{I(H)}$	14,0	12,0	10,0	8,0	6,3	5,0	4,0	3,0	2,0	1,0	
$pCa_{trans}$ a rojo						0,6	1,6	2,6	3,6	4,6	
$pCu_{trans}$ a rojo	6,8	8,8	10,8	12,8	14,5	15,8	16,8	17,8			
$pMg_{trans}$ a rojo					1,3	2,6	3,6	4,6	5,6	6,6	
$pNi_{trans}$ a rojo	0,9	2,9	4,9	6,9	8,7	10,6	12,5	14,5			
$pZn_{trans}$ a rojo		0,5	2,5	4,5	6,2	7,5	8,5	9,5	11,1		

Constantes logarítmicas (corregidas aproximadamente a  $\mu=0,1$ ):  $K_{HI}$  13,0;  $K_{H_2I}^H$  7,0 (5).  $K_{CaI}$  5,6;  $K_{CaI_2}^{2I}$  8,7.  $K_{CuI}$  20,8.  $K_{MgI}$  7,6;  $K_{MgI_2}^{2I}$  12,7.  $K_{Ni}$  14,9;  $K_{NiI_2}^{2I}$  25,5.  $K_{ZnI}$  12,5;  $K_{ZnI_2}^{2I}$  20,0 (6);  $C_I=10^{-5} M$

TABLA A.7 (Cont.)

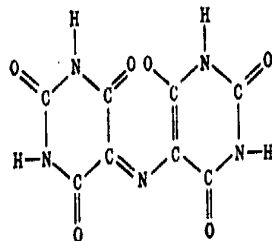
PAN 1-(2-piridilazol)-2-naftol (7)



$pH_{trans}$	Amarillo									
pH	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	
$\log \alpha_{1(H)}$	9,2	8,2	7,2	6,2	5,2	4,2	3,2	2,2	1,2	
$pCu_{trans}$ a rojo	6,8	7,8	8,8	9,8	10,8	11,8	12,8	13,8	14,8	

Constantes logarítmicas (en 20% dioxano):  $K_{HI}$  12,2;  $K_{H_2I}^H$  1,9  $K_{CuI}$  16,0 (8)

Murexido



$pH_{trans}$	Rojo-violeta			9,2 Violeta 10,5		Azul	
$pH$	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0
$\log \alpha_{I(H)}$	7,7	5,7	3,7	1,9	0,7	0,1	
$\log \alpha_{HI(H)}$	3,2	2,2	1,2	0,4	0,2	0,6	1,5
$pCa_{trans}$ a rojo		2,6	2,8	3,4	4,0	4,6	5,0
$pCu_{trans}$ a naranja	6,4	8,2	10,2	12,2	13,6	15,8	17,9
$pNi_{trans}$ a amarillo	4,6	5,2	6,2	7,8	9,3	10,3	11,3

Constantes logarítmicas:  $K_{HI}$  10,5;  $K_{H_2I}^H$  9,2.  $K_{CaI}$  5,0 (9,10). (Cf. Fig. 4.5 y comentarios)

TABLA A.7 (Cont.)

Violeta de pirocatecol (11)

$pH_{trans}$	Amarillo								
$pH$	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
$\log \alpha_{I(H)}$	26,3	24,8	23,3	21,8	20,3	18,8	17,3	15,8	14,3
$\log \alpha_{HI(H)}$	15,6	14,6	13,6	12,6	11,6	10,6	9,6	8,6	7,6
$pBi_{trans}$ a azul	3,0	3,8	4,5	5,5	6,8	8,3	9,8		
$pTh_{trans}$ a azul		1,5	1,9	3,0	2,8	4,7	6,1	7,6	9,1

Constantes logarítmicas:  $K_{HI}^H$  11,7;  $K_{HI_2I}^H$  9,8;  $K_{HI_3I}^H$  7,8 (12);  $K_{BI}$  27,1;  $K_{BI_2I}^{Bi}$  5,2.  $K_{ThI}$  23,4;  $K_{Th_2I}^{Th}$  4,4 (13)

