

# P

## DATOS Y TABLAS UTILES PARA CONSULTA EN EL LABORATORIO

### CONTENIDO

- Tabla de pesos, miliequivalentes y valencia de los elementos más usados en el laboratorio.
- Concentraciones comerciales de algunos ácidos.
- Factor (F) de conversión del elemento a su óxido y factor inverso (F1).
- Conversión de unidades métricas, americanas e inglesas.
- Factores para unidades usadas en análisis de suelos.
- Condiciones de trabajo para el espectrofotómetro P.E. 2380 para los análisis de suelos.
- Tamaño de abertura de tamices.
- Nutrimientos en el suelo a 20 cm de profundidad, tomando 1,0 como densidad del suelo.
- Líneas de absorción y emisión en llama, para algunos elementos.
- Indicadores de ácidos, bases y redox.
- Equivalencia de papeles de filtro.
- Múltiplos y submúltiplos de las unidades S. I.
- Aporte de nutrimentos de un fertilizante al suelo.

TABLA DE PESOS, MILIEQUIVALENTES Y VALENCIA DE LOS ELEMENTOS MAS USADOS O ANALIZADOS EN EL LABORATORIO.

Elemento	Símbolo	Peso atómico	Milieuivalente (mg) (Valencia)
Aluminio	Al	26,98	8,99 (+3)
Antimonio	Sb	121,75	(3, +5)
Arsénico	As	74,92	(+3 +5)
Azufre	S	32,06	(+2, +4, +6)
Bario	Ba	137,34	68,67 (+2)
Boro	B	10,81	(+3)
Bromo	Br	79,90	79,90 (-1)
Calcio	Ca	40,08	20,04 (+ 2)
Carbono	C	12,01	(4)
Cloro	Cl	35,45	35,45 (-1)
Cobalto	Co	58,93	(+2, +3)
Cobre	Cu	63,55	31,77 (+2)
Cromo	Cr	52,00	(+3, +5)
Estaño	Sn	118,69	(+2, +4)
Fluor	F	19,00	19 (-1)
Fósforo	P	30,97	(+3, +5)
Helio	He	4,00	
Hidrógeno	H	1,008	1,008 (+ 1)
Hierro	Fe	55,85	18,62 (+2,3)
Lantano	La	138,91	69,46 (+2)
Litio	Li	6,94	6,94 (+1)
Magnesio	Mg	24,30	12,15 (+2)
Manganeso	Mn	54,94	(+2, 3, 4, 6, 7)
Mercurio	Hg	200,59	(+1, +2)
Molibdeno	Mo	95,94	(+3, 4, 6)
Níquel	Ni	58,70	(+2, 3)
Nitrógeno	N	14,007	(+3, 5)
Oxígeno	O	16,00	8 (-2)
Plata	Ag	107,87	107,87 (+1)
Platino	Pt	195,09	(+2, +4)
Plomo	Pb	207,21	(+2, +4)
Potasio	K	39,10	39,10 (+1)
Selenio	Se	78,96	(+2, 4, 6)
Silicio	Si	28,09	(4)
Sodio	Na	22,99	22,99 (+1)
Vanadio	V	50,94	(+3, +5)
Volframio (Tungsteno)	W (Tg)	183,85	(+6)
Yodo	I	126,90	126,90 (-1)
Zinc	Zn	65,38	32,69 (+2)

## CONCENTRACIONES COMERCIALES DE ALGUNOS ACIDOS

Nombre	% en peso	Densidad 20o/4oC	Normalidad
Acido acético anhídrico, Erg. B. 6 *	90	1,07	—
Acido acético diluído DAB. 6 *	30	1,04	5
Acido acético glacial DAB. 6*	96	1,06	17
Acido acético glacial 99-100% <sub>o</sub>	99-100	1,06	18
Acido clorhídrico DAB. 6 *	25	1,12	8
Acido clorhídrico concentrado (1,16)	32	1,16	10
Acido clorhídrico concentrado (1,18)	36	1,18	12
Acido clorhídrico fumante	38	1,19	12,5
Acido fórmico	98-100	1,22	26
Acido fosfórico DAB. 6 *	25	1,15	9
Acido fosfórico concentrado (1,71)	85	1,69	45
Acido fosfórico concentrado (1,75)	89	1,75	48
Acido nítrico DAB. 6*	25	1,15	5
Acido nítrico concentrado	65	1,40	14
Acido nítrico fumante	Aprox. 99% <sub>o</sub>	1,51	21
Acido sulfúrico concentrado	95-97	1,84	36
Acido sulfúrico diluído DAB. 6 *	16	1,11	4
Acido sulfúrico fumante, con un 65% <sub>o</sub> de SO <sub>3</sub>		1,99	—

(\*) Referente a la farmacopea alemana.

### FACTOR (F) DE CONVERSION DEL ELEMENTO A SU OXIDO Y FACTOR INVERSO (F<sup>1</sup>)

Elemento	Oxido	(F)	(F <sup>1</sup> )
Al	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,8895	0,5292
Ba	BaO	1,1165	0,8956
C	CO <sub>2</sub>	3,6644	0,2729
Ca	CaO	1,3991	0,7147
Cr	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,9231	0,3421
Cu	CuO	1,2518	0,7988
Fe	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,4297	0,6994
K	K <sub>2</sub> O	1,2046	0,8302
La	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,1728	0,8527
Mg	MgO	1,6578	0,6032
Mn	MnO	1,2912	0,7745
Mn	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,8737	0,3480
N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	4,4269	0,2259
Na	Na <sub>2</sub> O	1,3480	0,7418
P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,2915	0,4364
Pb	PbO	1,0772	0,9283
S	SO <sub>3</sub>	2,4972	0,4004
Si	SiO <sub>2</sub>	2,1392	0,4675
Zn	ZnO	1,2447	0,8034

CONVERSION EN UNIDADES METRICAS  
(Medidas americanas e inglesas)

CONVERSION DE ESCALAS DE TERMOMETROS									
Temperatura dada		Buscada							
		° Celsius		° Réaumur		° Fahrenheit			
a °Celsius						$\frac{a \times 8}{10}$		$\frac{a \times 18}{10} + 32$	
b °Réaumur		$\frac{b \times 10}{8}$						$\frac{b \times 18}{8} + 32$	
c °Fahrenheit		$\frac{(c - 32) \times 10}{18}$		$\frac{(c - 32) \times 8}{18}$					
°C	°F	°C	°F	°C	°F	°C	°F	°C	°F
- 40	- 40	10	50	60	140	110	230	160	320
- 35	- 31	15	59	65	149	115	239	165	329
- 30	- 22	20	68	70	158	120	248	170	338
- 25	- 13	25	77	75	167	125	257	175	347
- 20	- 4	30	86	80	176	130	266	180	356
- 15	+ 5	35	95	85	185	135	275	185	365
- 10	14	40	104	90	194	140	284	190	374
- 5	23	45	113	95	203	145	293	195	383
0	32	50	122	100	212	150	302	200	392
+ 5	41	55	131	105	221	155	311	210	410
LONGITUD									
Metros		multiplicado por		3,281		= Pies			
Pies		" " "		0,3048		= Metros			
Metros		" " "		39,37		= Pulgadas			
Pulgadas		" " "		0,0254		= Metros			
Centímetros		" " "		0,3937		= Pulgadas			
Pulgadas		" " "		2,540		= Centímetros			
Milímetros		" " "		0,0394		= Pulgadas			
Pulgadas		" " "		25,4		= Milímetros			

Continúa . . .

(Continuación)

VOLUMEN	Litros	Multiplicado por	0,2642	= Galones USA
	Galones USA	" " "	3,785	= Litros
	Galones imperiales	" " "	1,201	= Galones USA
	Galones USA	" " "	0,8327	= Galones imperiales
	Metros cúbicos	" " "	35,31	= Pies cúbicos
	Pies cúbicos	" " "	0,0283	= Metros cúbicos
	Metros cubicos	" " "	264,2	= Galones USA
	Galones USA	" " "	0,00379	= Metros cúbicos
PESO	Kilogramos	" " "	2,2046	= Libras
	Libras	" " "	0,4536	= Kilogramos
	Toneladas largas	" " "	1016,05	= Kilogramos
	Toneladas largas	" " "	2240	= Libras
	Toneladas métricas	" " "	1000	= Kilogramos
	Toneladas métricas	" " "	2204,6	= Libras
	Toneladas cortas	" " "	907,185	= Kilogramos
	Toneladas cortas	" " "	2000	= Libras
	Gramos	" " "	15,432653	= Granos
	Granos	" " "	0,0647989	= Gramos
	Gramos	" " "	0,0352740	= Onzas USA
	Onzas USA	" " "	28,349527	= Gramos
AREA	Hectáreas	" " "	10,000	= Metros cuadrados
	Fanegadas	" " "	6,400	= Metros cuadrados
	Hectáreas	" " "	2,4710	= Acres
	Hectáreas	" " "	1,5625	= Fanegadas
	Fanegada equivale a cuadra		1	

#### FACTORES PARA UNIDADES USADAS EN ANALISIS DE SUELOS

Para pasar de:	a:	Multiplicar por:
mg $\text{o}/\text{o}$	g $\text{o}/\text{o}$	1/1.000
mg $\text{o}/\text{o}$	p.p.m.	10
p.p.m.	mg/l	D
mg/l	p.p.m.	1/D
$\text{o}/\text{o}$	p.p.m.	10.000
m.e./100 g	mg/100 g	Peso del miliequivalente (p.m.e.)
m.e./100 g	p.p.m.	10 x p.m.e.
m.e./100 g	$\text{o}/\text{o}$	p.m.e./1.000
m.e./l	mg/l	p.m.e.
m.e./l	mg/ml	p.m.e./1.000
m.e./l	$\text{o}/\text{o}$	p.m.e./10 (D = 1)

CONDICIONES DE TRABAJO PARA EL ESPECTROFOTOMETRO PE-2380  
PARA LOS ANALISIS DE SUELOS

Elemento	Símbolo	$\lambda$ n. m.	Slit. n.m.	Gases y flujos usados (1)	máximo C.V. permitido (2)	As aprox. (2)
Aluminio	Al	310,8	0,7	Acetileno 50(3) N <sub>2</sub> O 40	0,8	0,180
Calcio	Ca	424,2	0,7	Acetileno 27 aire 40	1,1	0,180
Cobre	Cu	326,2	0,7	Acetileno 27 aire 40	0,9	0,280
Hierro	Fe	373,5(4)	0,2	Acetileno 27 aire 40	1,1	0,300
Magnesio	Mg	286,7	0,7	Acetileno 27 aire 40	0,6	0,850
Manganeso	Mn	404,5(4)	0,2	Acetileno 27 aire 40	1,1	0,150
K con Na	K	767,6(5)	2,0	Acetileno 30 aire 40	0,7	0,700
K sin Na	K	767,6(5)	2,0	Acetileno 30 aire 40	0,6	0,600
K sin Na, 30°	K	767,6(5)	2,0	Acetileno 30 aire 40	1,4	0,080
K con Na 30°	K	767,6(5)	2,0	Acetileno 30 aire 40	1,1	0,100
Sodio	Na	591,0	0,7	Acetileno 30 aire 40	1,0	0,500
Zinc	Zn	215,3	0,7	Acetileno 27 aire 40	1,3	0,380

(1) Los flujos de acetileno deben cambiarse al variar la pureza del acetileno.

(2) C. V y As sobre los patrones de trabajo que equivalen a las siguientes concentraciones:

Al	10 m.e./100 g de suelo.
Ca	10 m.e./100 g de suelo.
Cu	50 p p.m.
Fe	500 p.p.m.
Mg	20 m.e./100 g de suelo.
Mn	200 p.p.m.
K + Na	0,3 m.e./100 g de suelo con adición de sodio.
K	0,3 m.e./100 g de suelo sin adición de sodio.
K 30°	0,3 m.e./100 g de suelo con giro de mechero sin Na.
K + Na 30°	0,3 m.e./100 g de suelo con giro de mechero con Na
Na	0,2 m.e /100 g de suelo.
Zn	20 p.p.m.

(3) Flujo después de actuar el booster.

(4) Son líneas secundarias de menor sensibilidad que permiten trabajar en concentraciones mayores.

(5) Debe colocarse el filtro óptico en el soporte correspondiente.

NOTA: Cuando "flame" se apaga puede aumentarse ligeramente el flujo de acetileno o trabajar con "override".

TAMAÑO DE ABERTURA DE TAMICES

Diámetro interior de la malla en mm	USA-Standard ASTM E 11-61	Nº de mallas (mesh) Tyler mallas/pulgada	British-Standard BS 410:1962 mallas/pulgada
0,037	400	400	—
0,044	325	325	—
0,045	—	—	350
0,053	270	270	300
0,063	230	250	240
0,074	200	200	—
0,075	—	—	200
0,088	170	170	—
0,090	—	—	170
0,105	140	150	150
0,125	120	115	120
0,149	100	100	—
0,150	—	—	100
0,177	80	80	—
0,180	—	—	85
0,210	70	65	72
0,250	60	60	60
0,297	50	48	—
0,300	—	—	52
0,354	45	42	—
0,355	—	—	44
0,420	40	35	36
0,500	35	32	30
0,595	30	28	—
0,600	—	—	25
0,707	25	24	—
0,710	—	—	22
0,841	20	20	—
1,00	18	16	16
1,19	16	14	—
1,20	—	—	14
1,41	14	12	—
1,68	12	10	10
2,00	10	9	8

NUTRIMENTOS EN EL SUELO A 20 CENTIMETROS DE PROFUNDIDAD  
TOMANDO 1,0 COMO DENSIDAD DEL SUELO

En 100 g de suelo		En 100 g de suelo	p.p.m.	Kg/ha *
1 m.e. de N	son	14 mg de N	140	280
1 mol de P	"	71 mg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	710 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.420 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1 m.e. de K	"	47 mg de K <sub>2</sub> O	470 K <sub>2</sub> O	940 K <sub>2</sub> O
1 m.e. de Ca	"	28 mg de CaO	280 CaO	560 CaO
1 m.e. de Mg	"	20 mg de MgO	200 MgO	400 MgO
1 m.e. de Zn	"	41 mg de ZnO	410 ZnO	820 ZnO

(\*) Multiplicar por la densidad del suelo, para obtener un dato más exacto.

LINEAS DE ABSORCION Y EMISION EN LLAMA. PARA ALGUNOS ELEMENTOS (\*)

Elemento	Símbolo	Absorción	Emisión
Aluminio	Al	309,3	396,2
Bario	Ba	553,6	553,6
Calcio	Ca	422,7	422,7
Cobalto	Co	240,7	345,4
Cobre	Cu	324,8	327,4
Cromo	Cr	357,9	425,4
Hierro	Fe	248,3	372,0
Lantano	La	550,1	579,1
Litio	Li	670,8	670,8
Magnesio	Mg	285,2	285,2
Manganeso	Mn	279,5	403,1
Mercurio	Hg	253,7	253,7
Molibdeno	Mo	313,3	390,3
Níquel	Ni	232,0	341,5
Plata	Ag	328,1	328,1
Plomo	Pb	283,3	405,8
Potasio	K	766,5	766,5
Silicio	Si	251,6	251,6
Sodio	Na	589,0	589,0
Zinc	Zn	213,9	213,9

(\*) Se expresan en n.m. En todos los casos puede existir una desviación en relación a lo indicado por el instrumento; por ejemplo, para zinc indica 215,5 n.m.

INDICADORES DE ACIDOS, BASES Y REDOX

	Zona de viraje pH	Cambio de color
Azul de timol	1,2 - 2,8	Rojo a amarillo
Púrpura de m-cresol	1,2 - 2,8	Rojo a amarillo
4-Dimetilaminoazobenzol	2,9 - 4,0	Rojo a anaranjado amarillento
Azul de bromofenol	3,0 - 4,6	Amarillo a violado rojizo
Rojo Congo	3,0 - 5,2	Violeta azulado a anaranjado rojizo
Naranja de metilo	3,1 - 4,4	Rojo a anaranjado amarillento
Verde de bromocresol	3,8 - 5,4	Amarillo a azul
Indicador mixto 5 Merck	4,4 - 5,8	Violado rojizo a verde
Rojo de metilo	4,4 - 6,2	Rojo anaranjado amarillento
Tornasol	5,0 - 8,0	Rojo a azul
Púrpura de bromocresol	5,2 - 6,8	Amarillo a púrpura
Rojo de bromofenol	5,2 - 6,8	Amarillo anaranjado a púrpura
Azul de bromotimol	6,0 - 7,6	Amarillo a azul
Rojo de fenol	6,4 - 8,2	Amarillo a rojo
Rojo neutro	6,8 - 8,0	Rojo azulado a amarillo anaranjado
Rojo de cresol	7,0 - 8,8	Amarillo a púrpura
Púrpura de m-cresol	7,4 - 9,0	Amarillo a púrpura
Azul de timol	8,0 - 9,6	Amarillo a azul
Fenolftaleína	8,2 - 9,8	Incoloro a violado rojizo
Timolftaleína	9,3 - 10,5	Incoloro a azul
Amarillo de alizarina GG	10,0 - 12,1	Amarillo claro a amarillo pardusco
Azul de épsilon	11,6 - 13,0	Anaranjado a violeta
	$E_u^*$ (voltios) pH 7; 20°C	Cambio de color
Rojo neutro	- 0,32	Rojo a incoloro
Azul de metileno	+ 0,01	Azul a incoloro
Tionina	+ 0,06	Violeta a incoloro
2,6-Diclorofenol-indofenol	+ 0,23	Azul a incoloro
Difenilamina	+ 0,76	Azul a incoloro
Acido difenilaminosulfónico, sal bárica	+ 0,83**)	Violeta a incoloro
Ferroína	+ 1,06**)	Rojo a azul pálido

\*) Potencial normal 50<sup>o</sup>/o, indicador reduce

\*\*\*) En ácido sulfúrico molar

### EQUIVALENCIA DE PAPELES DE FILTRO

Ref. Whatman	Ref. S & S	Velocidad
1	595	Rápido
2	597	Medio
3	598	Medio
4	604	Rápido
5	602	Lento
31	404	Rápido
40	589 (raya blanca)	Medio
41	589 (raya negra)	Rápido
541	589 - 1H	Rápido
42	589 (raya azul)	Lento
43	—	Medio
44	589 (raya roja)	Lento
50	576	Lento
2V	588	Rápido

### MULTIPLoS Y SUBMULTIPLoS DE LAS UNIDADES ·S.I.

Factor de multiplicación	P r e f i j o	
	Nombre	Símbolo
$10^{18}$	exa	E
$10^{15}$	peta	P
$10^{12}$	tera	T
$10^9$	giga	G
$10^6$	mega	M
$10^3$	kilo	k
$10^2$	hecto	h
10	deca	da
$10^{-1}$	deci	d
$10^{-2}$	centi	c
$10^{-3}$	mili	m
$10^{-6}$	micro	$\mu$
$10^{-9}$	nano	n
$10^{-12}$	pico	p
$10^{-15}$	femto	f
$10^{-18}$	atto	a

Ejemplos: Centilitro = cl =  $10^{-2}$  litros.

Megámetro = Mm =  $10^6$  metros.

## APORTE DE NUTRIMENTOS DE UN FERTILIZANTE AL SUELO.

Para tener idea del suministro de nutrimentos al suelo por parte de los fertilizantes aplicados en las diferentes etapas de desarrollo del café se presenta la siguiente tabla que se basa en una aplicación de 2 ton/ha/año y se considera la densidad del suelo igual a 1,0 y la incorporación homogénea hasta una profundidad de 20 cm.

Estas cantidades son teóricas ya que se considera que el fertilizante ha sido distribuido homogéneamente en todo el volumen del suelo.

Como en el caso del café se fertiliza árbol por árbol; los nutrimentos se concentraron bajo la gotera del árbol; por lo tanto, en ese sitio se aumentan los valores calculados en la tabla.

## APORTE DE NUTRIMENTOS DE UN FERTILIZANTE AL SUELO

Fertilizante o fuente y sus nutrimentos	kg/ha	o/o	me/100 g de suelo	ppm
17-6-18-2*	2.000			
N*	340	0,017	1,2	170
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	120	0,006	0,1	60
P	55	0,003	0,1	27
K <sub>2</sub> O	360	0,018	0,4	180
MgO	40	0,002	0,1	20
B	4	0,0002	0,018	2
Zn	2	0,0001	0,002	1
Urea 46-0-0	2.000			
N	920	0,046	3,2	460
Superfosfato triple 0-48-0	2.000			
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	960	0,048	0,67	480
P	419	0,021	0,67	209
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0-0-50	2.000			
K <sub>2</sub> O	1.000	0,050	1,1	500
KCl 0-0-60	2.000			
K <sub>2</sub> O	1.200	0,060	1,3	600
Cal 60°/o CaO	2.000			
CaO	1.200	0,060	2,1	600
Caliza, dolomítica 40°/o CaO, 18°/o MgO	2.000			
CaO	800	0,040	1,4	400
MgO	360	0,018	0,9	180

\* En el producto NUTRIMON 10,2 es N amoniacal y 6,8 de N nítrico.

Al analizar la relación para N, P, K a los contenidos naturales que tiene un suelo respectivamente\*, se concluye que al fertilizar, el elemento que más se altera es el P (por encontrarse en pocas p.p.m.).

Al adicionar 27 a 209 p.p.m. en relación a contenidos de 5 p.p.m. es aumentar unas 5 a 42 veces el nivel del P

Para el K la situación es diferente; se adicionan de 0,4 a 1,3 a contenidos de unos 0,3 me/100 g de suelo, lo cual da una relación de 1 a 4 veces.

Para el N la relación casi no se detecta pues se adiciona en el mejor de los casos 0,046<sup>o</sup>/o a suelos con contenidos alrededor de 0,46<sup>o</sup>/o o sea que la relación de aumento es de 1/10.

(\*) Se toma como referencia un suelo de Naranjal con 5 p.p.m. de P, 0,3 m.e. de K y 0,46<sup>o</sup>/o de N