

BIOGEOQUÍMICA
DE LES AIGÜES DE PLUJA I DE DRENATGE
EN ALGUNS ECOSISTEMES FORESTALS
DEL MONTSENY



FERRAN RODÀ

Departament d'Ecologia
Facultat de Ciències
Universitat Autònoma de Barcelona

març 1983

8.4 Variació temporal

8.4.1 TMP: Torrent de la Mina

Les variacions temporals de la temperatura i del quimisme de TMP es poden veure a les figures 8.4 a 8.6; els estadístics que les resumeixen estan a la taula 8.3. Els histogrames de les variables es presenten a les figs. 8.13 a 8.15.

Temperatura

La temperatura de l'aigua varià entre 2 i 17 °C (taula 8.3). A l'hivern, l'aigua de TMP estigué més freda que la de RC i RCF (fig. 8.4), probablement degut al caràcter molt obac de la seva conca; la temperatura hivernal de TMP fou normalment uns 3 °C inferior a la de RC (fig. 8.4). En canvi, l'aigua de TMP s'escalfà més a l'estiu que la de RC i RCF (fig. 8.4), potser degut a que el cabal de base estival de TMP és molt més baix que el de les altres dues rieres (s'observarà però que RCF s'escalfà més a l'estiu que RC (fig. 8.4), malgrat que la primera manté un cabal de base molt major que la segona).

Conductivitat

La conductivitat varià entre 42 i 96.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, amb un coeficient de variació del 24%. El 50% de les mostres tingueren entre 52 i 81 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La distribució de la conductivitat fou bimodal, amb una moda a 50-60 $\mu\text{S}/\text{cm}$, i l'altra a 80-90 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (fig. 8.13a).

La conductivitat de TMP fou alta a cabals escassos, i baixa a cabals abundants. Aquest comportament es coneix amb el nom de "efecte de dilució", i no és pas universal entre les rieres ni entre els ions. La correlació negativa entre la conductivitat i el cabal permet llegir les variacions temporals de la conductivitat a TMP (fig. 8.5) com un gràfic invertit del cabal. Concretament, la conductivitat devallà molt amb les crescudes importants, i tendí a augmentar durant els períodes entre crescuda i crescuda.

En síntesi, la figura 8.5 il.lustra:

- . el final de l'estiatge del 1978.
- . les crescudes del gener del 1979.
- . la gradual recuperació de la conductivitat durant l'hivern i la primavera següents.
- . l'estiatge del 1979.
- . la disminució moderada de la conductivitat després de les tempestes d'agost i setembre del 1979.
- . el final abrupte de l'estiatge amb les plujes abundants de l'octubre del 1979.
- . les crescudes de finals de febrer i de mitjans de maig del 1980; en aquests casos, la dilució experimentada no destaca tant en el gràfic, perquè la conductivitat anterior no era tant alta.
- . el llarg estiatge del 1980.
- . el final gradual d'aquest estiatge, entre novembre 1980 i gener 1981.

Aquesta pauta de variació de la conductivitat amb el cabal és la responsable de la distribució bimodal de la conductivitat a TMP (fig. 8.13a): la moda de conductivitat alta correspon al cabal de base durant l'estiatge, i la moda de conductivitat baixa correspon al cabal de base hivernal i a algunes recessions. La transició entre ambdues condicions acostuma a ser més aviat ràida (fig. 8.5), obtenint-se així un mínim entre les dues modes. A TMP, les grans crescudes fan devallar la conductivitat per sota de 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Fem a continuació una descripció detallada de les variacions de la conductivitat a TMP durant aquest estudi (fig. 8.5), relacionant-les amb l'activitat hidrològica (fig. 6.1).

El mostratge de TMP començà al desembre de 1978, després d'un període d'eixut (fig. 6.1); el cabal era molt escàs i la conductivitat (i les concentracions de Na, Ca, i Mg, però no les de la resta dels ions analitzats) era molt alta (figs. 8.5 i 8.6). Les precipitacions extraordinàries del gener 1979 (fig. 6.1) donaren lloc a grans crescudes, i diluïren fortament l'aigua

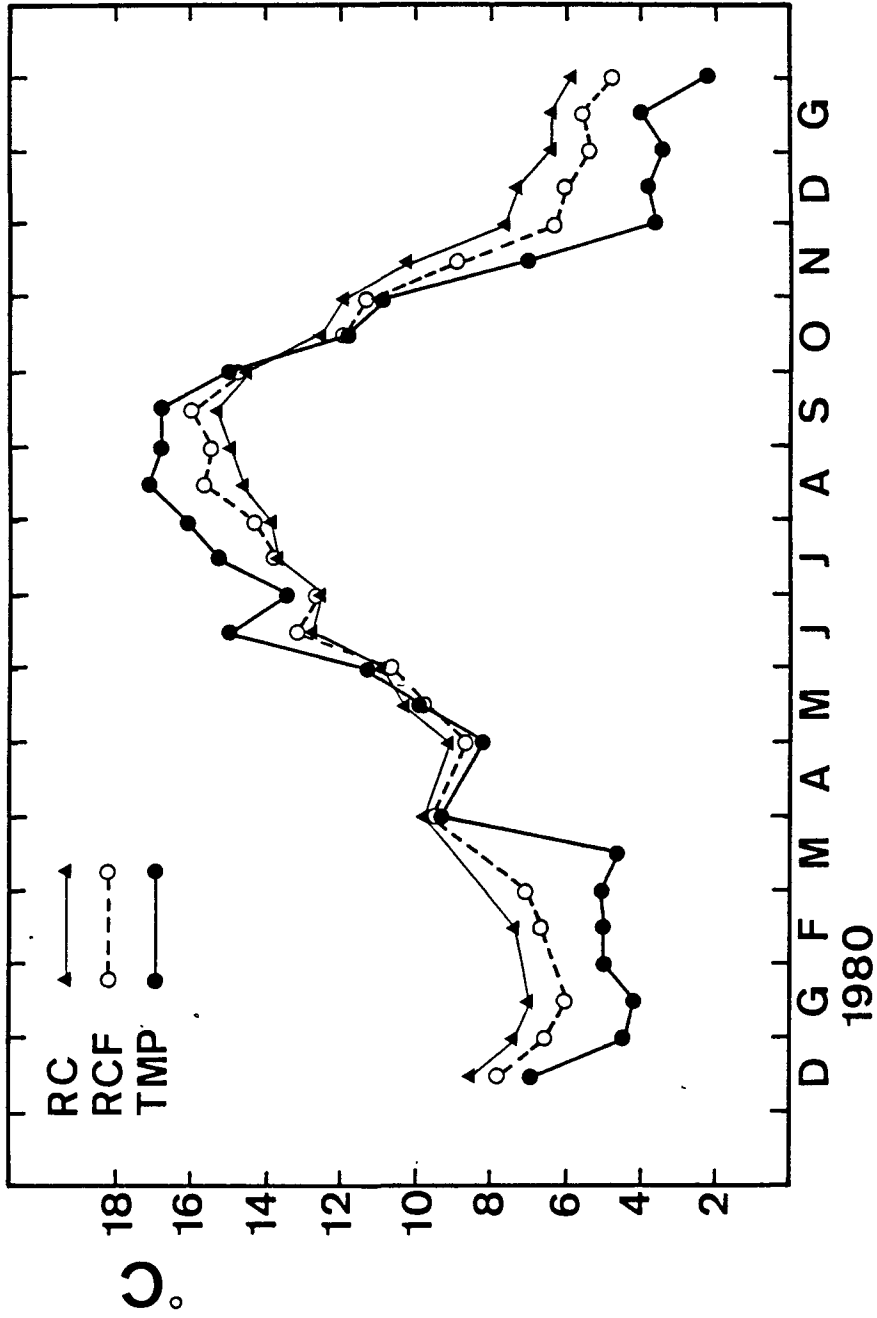


Figura 8.4 Variació estacional de la temperatura de l'aigua de 3 rieres del Montseny, mesurada a la tarda.

RC = Riera de La Castanya
 RCF = Riera de Collformic
 TMP = Torrent de la Mina

TMP

TORRENT DE LA MINA

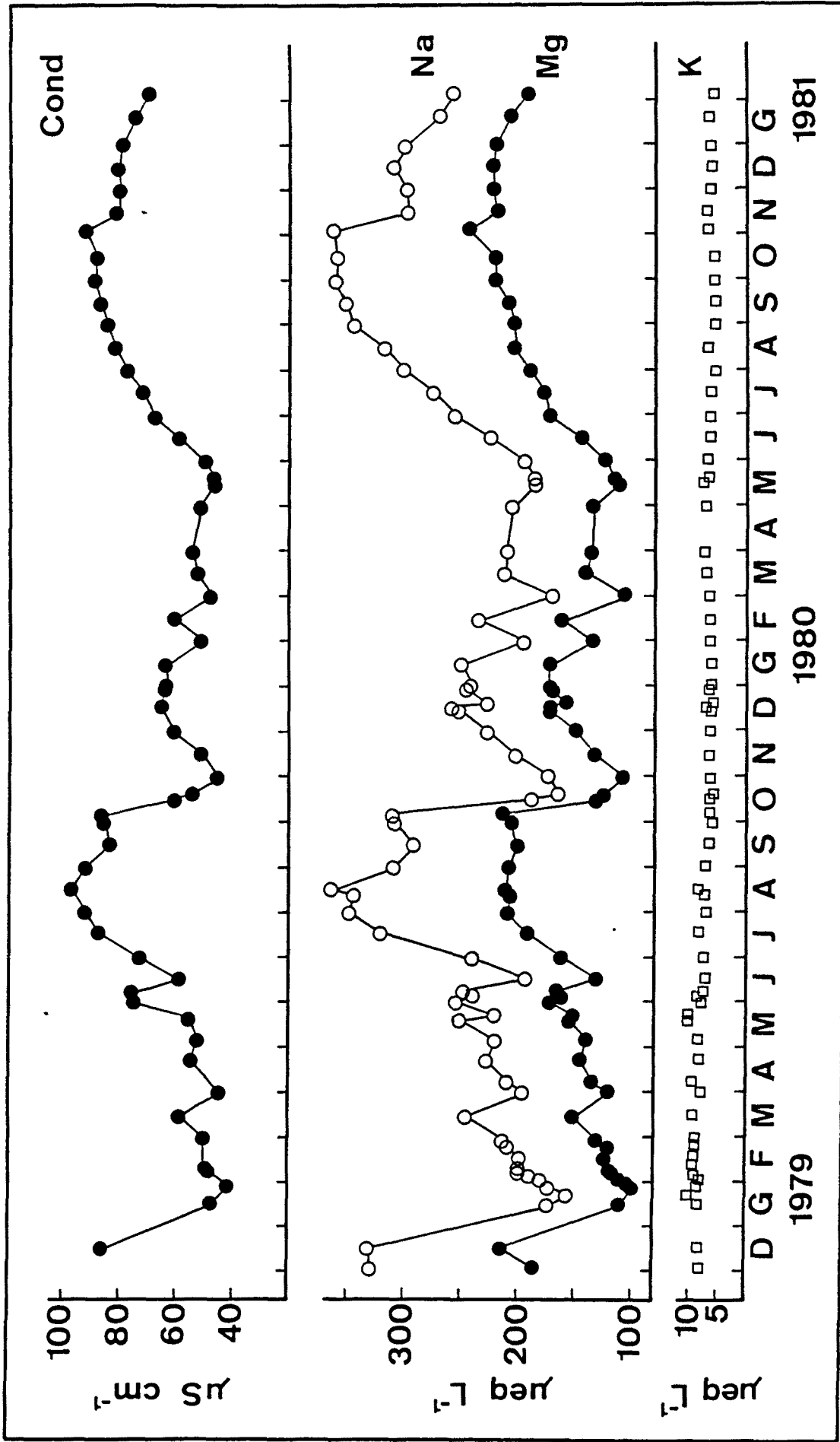


Figura 8.5 Variació temporal del quimisme del Torrent de la Mina (Montseny).

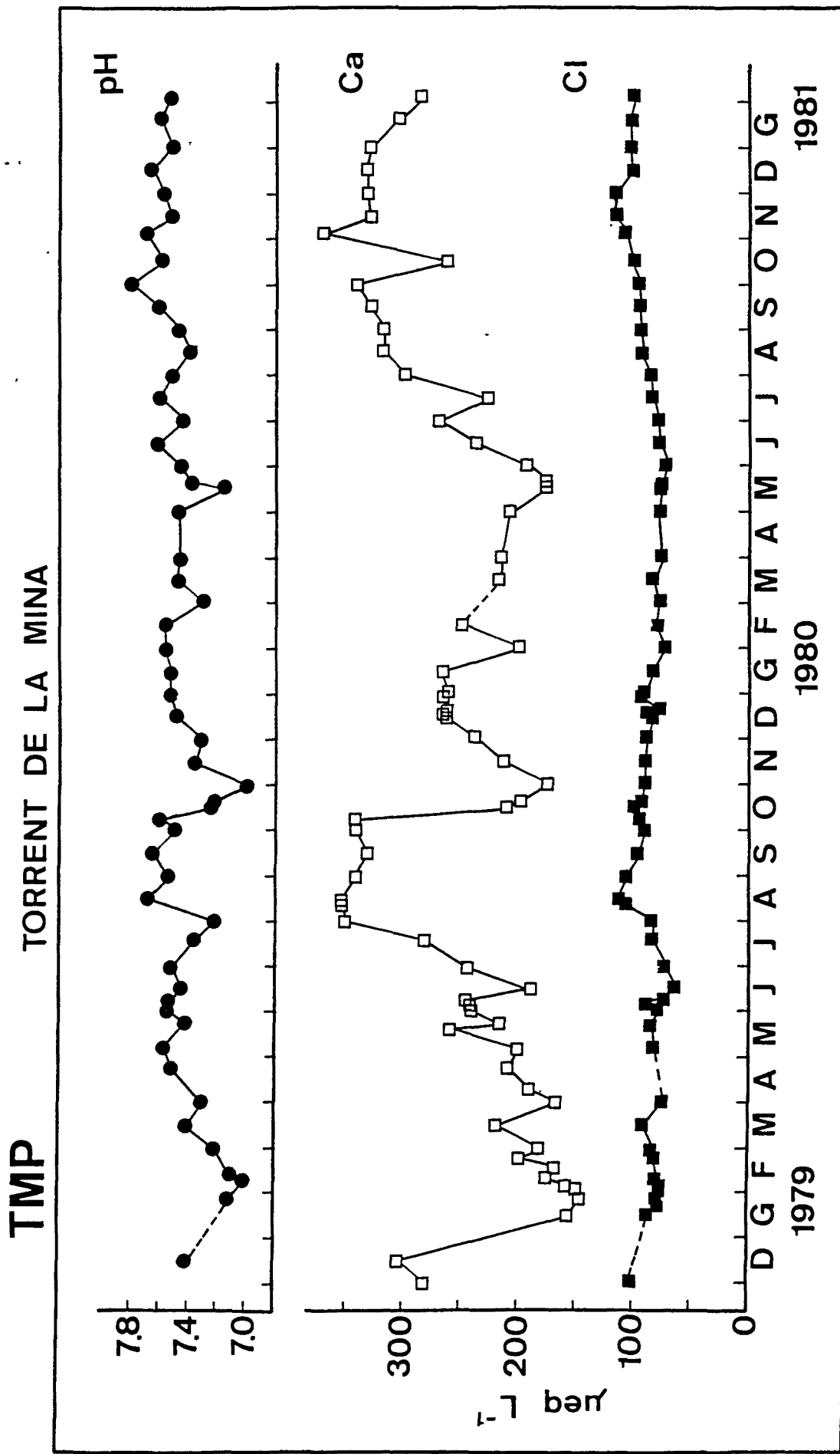


Figura 8.6 Variació temporal del químic del Torrent de la Mina (Montseny).

Taula 8.3 TMP: paràmetres estadístics per al quimisme del Torrent de la Mina (La Castanya, Montseny)

Període: 2-12-78 al 3-2-81. Es donen: la mitjana aritmètica, la desviació típica, el coeficient de variació (en %), el nombre de mostres (n), la mediana, els valors mínim i màxim observats, l'interval observat, els quantils del 25% i del 75% (Q 25%, i Q 75%), i els coeficients d'asimetria i de kurtosi de les distribucions. Temperatura en °C. Conductivitat en µS/cm a 20 °C. Concentracions en µeq/L. Quocients iònics en termes d'equivalents.

	\bar{X}	S_x	CV	n	Mediana	Min	Max	Interv.	Q 25%	Q 75%	Asim.	Kurt.
Temp.	9.2	4.5	49.3	37	8.9	2.2	17.2	15.0	5.0	11.9	0.29	-1.19
Cond.	66.8	15.9	23.8	56	63.5	42	96.5	54.5	52.3	81.3	0.19	-1.36
pH	7.44*	0.17	2.34	55	7.48	6.96	7.81	0.85	7.35	7.55	-0.84	0.50
Na	249.7	59.0	23.6	68	242	158	363	206	199	300	0.44	-0.98
K	7.37	1.27	17.3	68	6.95	5.65	10.2	4.58	6.38	8.39	0.64	-0.73
Ca	249.4	63.2	25.3	66	243	146	370	224	197	303	0.18	-1.17
Mg	164.0	38.6	23.6	67	163	101	242	141	132	202	0.13	-1.25
NO ₃	<1	--	--	59	--	<0.5	4.9	<5	<1	<1	--	--
Cl	86.8	11.9	13.7	63	84.4	62.5	116	53.6	76.9	93.8	0.57	-0.27
PO ₄	<0.3	--	--	67	--	<0.3	2.6	<3	<0.3	<0.3	--	--
Na/Ca	1.024	0.11	10.6	66	1.00	0.84	1.38	0.54	0.95	1.09	0.75	0.25
Na/Mg	1.538	0.11	7.2	67	1.54	1.30	1.76	0.45	1.45	1.63	-0.14	-0.79
Ca/Mg	1.508	0.10	6.6	66	1.52	1.18	1.70	0.52	1.44	1.57	-0.52	0.55

* el pH mig, calculat transformant a concentracions d'hidrogenions, és 7.40.

Taula 8.4 RC: paràmetres estadístics per al quimisme de la Riera de La Castanya (Montseny)

Període: 16-12-79 al 3-2-81. Es donen: la mitjana aritmètica, la desviació típica, el coeficient de variació (en %), el nombre de mostres (n), la mediana, els valors mínim i màxim observats, l'interval observat, els quantils del 25% i del 75% (Q 25, i Q 75%), i els coeficients d'asimetria i de kurtosi de les distribucions. Temperatura en °C. Conductivitat en µS/cm a 20 °C. Concentracions en µeq/L. Quocients iònics en termes d'equivalents.

	\bar{X}	S_x	CV	n	Mediana	Min	Max	Interv.	Q 25%	Q 75%	Asim.	Kurt.
Temp.	10.5	3.1	30.0	24	10.3	5.9	15.3	9.4	7.4	13.3	0.09	-1.42
Cond.	109.3	13.9	12.7	25	110	71.0	127	56	103	118	-0.93	0.66
pH	7.78*	0.09	1.17	25	7.79	7.54	7.94	0.40	7.76	7.81	-0.56	0.81
Na	357.6	44.5	12.4	25	354	239	418	179	340	378	-0.79	0.51
K	11.76	0.88	7.5	25	11.7	10.2	13.3	3.2	11.2	12.4	0.06	-0.90
Ca	483.3	57.1	11.8	25	488	329	582	252	470	519	-0.97	1.13
Mg	279.6	40.6	14.5	25	288	162	327	165	270	306	-1.25	1.15
NO ₃	58.6	16.1	27.5	23	61.4	9.8	73.6	63.8	53.8	68.1	-1.93	3.10
Cl	131.1	14.3	10.9	25	133	98.9	150	51.1	120	143	-0.59	-0.51
PO ₄	0.656	0.39	59.4	25	0.60	0.2	1.4	1.3	0.4	0.8	0.28	-0.87
Na/Ca	0.746	0.11	15.1	25	0.72	0.64	1.16	0.52	0.67	0.78	2.12	5.28
Na/Mg	1.285	0.06	4.8	25	1.29	1.18	1.48	0.29	1.24	1.31	0.91	1.78
Ca/Mg	1.753	0.24	13.5	25	1.78	1.13	2.05	0.92	1.57	1.92	-0.63	-0.10

* el pH mig, calculat transformant a concentracions d'hidrogenions, és 7.77.

Taula 8.5 RCF: paràmetres estadístics per al quimisme de la Riera de Collformic (Montseny)

Període: 16-12-79 al 3-2-81. Es donen: la mitjana aritmètica, la desviació típica, el coeficient de variació (en %), el nombre de mostres (n), la mediana, els valors mínim i màxim observats, l'interval observat, els quantils del 25% i del 75% (Q 25%, i Q 75%), i els coeficients d'asimetria i de kurtosi de les distribucions. Temperatura en °C. Conductivitat en µS/cm a 20 °C. Concentracions en µeq/L. Quocients iònics en termes d'equivalents.

	\bar{X}	S_x	CV	n	Mediana	Min	Max	Interv.	Q 25%	Q 75%	Asim.	Kurt.
Temp.	10.0	3.7	37.1	25	9.7	4.7	16.0	11.3	6.6	12.5	0.24	-1.34
Cond.	74.2	10.1	13.7	26	76	54	88	34	67	79.5	-0.38	-0.78
pH	7.64*	0.10	1.31	27	7.65	7.44	7.85	0.41	7.55	7.69	-0.02	-0.57
Na	234.2	28.6	12.2	27	237	175	277	101	209	247	-0.32	-0.69
K	8.86	1.08	12.2	27	9.2	6.1	10.3	4.2	8.6	9.4	-1.21	0.90
Ca	303.7	34.4	11.3	27	306	228	355	128	292	329	-0.72	-0.29
Mg	210.3	32.3	15.4	27	218	146	257	111	190	234	-0.54	-0.76
NO ₃	21.7	8.2	38.0	26	25.3	<0.5	33.4	33	16.3	26.9	-0.80	-0.06
Cl	125.1	15.7	12.5	27	126	86.1	154	68.1	115	137	-0.74	0.32
PO ₄	0.226	0.18	81.1	27	0.2	<0.2	0.6	<0.6	<0.2	0.3	--	--
Na/Ca	0.773	0.06	7.7	27	0.76	0.71	1.00	0.29	0.74	0.77	2.25	6.16
Na/Mg	1.122	0.08	7.2	27	1.11	1.01	1.32	0.31	1.06	1.13	0.93	0.60
Ca/Mg	1.458	0.13	8.6	27	1.45	1.10	1.73	0.63	1.37	1.54	-0.49	1.01

* el pH mig, calculat transformant a concentracions d'hidrogenions, és 7.63.

Taula 8.6 TRC: paràmetres estadístics per al quimisme del Torrent de Rocs Cremats (Montseny)

Període: 2-7-79 al 1-10-80. Es donen: la mitjana aritmètica, la desviació típica, el coeficient de variació (en %), el nombre de mostres (n), la mediana, els valors mínim i màxim observats, l'interval observat, els quantils del 25% i del 75% (Q 25%, i Q 75%), i els coeficients d'asimetria i de kurtosi de les distribucions. Temperatura en °C. Conductivitat en µS/cm a 20 °C. Concentracions en µeq/L. Quocients iònics en termes d'equivalents.

\bar{X}	S _x	CV	n	Mediana	Min	Max	Interv.	Q 25%	Q 75%	Asim.	Kurt.
Temp.	7.8	2.2	27.6	9	7.6	11.3	6.3	6.2	8.0	0.27	-1.20
Cond.	29.0	3.2	11.0	12	27.8	35	10	27	31.5	0.53	-0.81
pH	6.63*	0.13	2.0	13	6.64	6.84	0.38	6.51	6.68	0.14	-1.27
Na	115.6	7.2	6.3	13	117	129	27.0	110	120	-0.07	-0.47
K	8.4	0.43	5.1	13	8.5	9.1	1.5	8.3	8.5	-0.35	-0.54
Ca	93.9	8.0	8.6	13	90.8	113	28.9	89.3	93.8	1.29	0.77
Mg	78.5	6.0	7.7	13	76.5	92.1	20.6	74.0	79.0	0.92	0.02
NO ₃	31.8	6.2	19.5	12	30.9	42.9	19.1	26.7	34.5	0.70	-0.55
Cl	73.9	1.6	2.1	12	74.1	76.7	5.6	72.9	74.7	-0.12	-0.44
PO ₄	<0.3	--	--	13	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	--	--
Na/Ca	1.234	0.06	5.2	13	1.23	1.33	0.20	1.20	1.24	0.14	-1.15
Na/Mg	1.476	0.06	4.0	13	1.45	1.59	0.19	1.44	1.49	0.67	-0.61
Ca/Mg	1.197	0.03	2.5	13	1.20	1.24	0.09	1.17	1.21	0.06	-1.34

* el pH mig, calculat transformant a concentracions d'hidrogenions, és 6.61.

Taula 8.7 TMOR: paràmetres estadístics per al quimisme del Torrent del Turó de Morou (Montseny)

Període: 2-6-79 al 4-2-81. Es donen: la mitjana aritmètica, la desviació típica, el coeficient de variació (en %), el nombre de mostres (n), la mediana, els valors mínim i màxim observats, l'interval observat, els quantils del 25% i del 75% (Q 25%, i Q 75%), i els coeficients d'asimetria i de kurtosi de les distribucions. Temperatura en °C. Conductivitat en µS/cm a 20 °C. Concentracions en µeq/L. Quocients iònics en termes d'equivalents.

	\bar{X}	S_x	CV	n	Mediana	Min	Max	Interv.	Q 25%	Q 75%	Asim.	Kurt.
Temp.	8.7	2.2	25.2	15	8.4	5.0	12.0	7.0	6.9	10.2	-0.03	-1.24
Cond.	35.5	2.4	6.7	19	35.5	29	40	11	34.5	36.5	-0.53	1.75
pH	6.62*	0.20	3.0	19	6.62	6.24	6.94	0.70	6.44	6.74	-0.15	-0.83
Na	221.8	12.6	5.7	21	221	191	244	53	217	225	-0.30	0.22
K	10.6	4.7	44.3	21	9.3	8.1	30.4	22.3	8.6	10.1	3.72	13.1
Ca	108.3	7.0	6.4	21	107	97.3	117	19.7	101	115	-0.17	-1.58
Mg	34.4	2.7	7.9	21	34.2	30.1	39.4	9.3	31.9	35.9	0.26	-1.03
NO ₃	6.4	1.7	26.7	10	6.5	3.7	9.8	6.1	5.3	6.8	0.40	-0.00
Cl	112.1	5.2	4.6	21	113	102	120	18.4	108	115	-0.45	-0.66
PO ₄	2.2	0.6	29.6	10	2.1	0.9	3.1	2.2	1.9	2.3	-0.26	-0.15
Na/Ca	2.055	0.15	7.3	21	2.09	1.74	2.29	0.55	1.93	2.14	-0.53	-0.77
Na/Mg	6.48	0.66	10.2	21	6.70	5.14	7.41	2.27	6.08	6.94	-0.59	-0.90
Ca/Mg	3.15	0.13	4.2	21	3.18	2.90	3.36	0.46	3.04	3.23	-0.27	-0.95

* el pH mig, calculat transformant a concentracions d'hidrogenions, és 6.57.

RC

RIERA DE LA CASTANYA

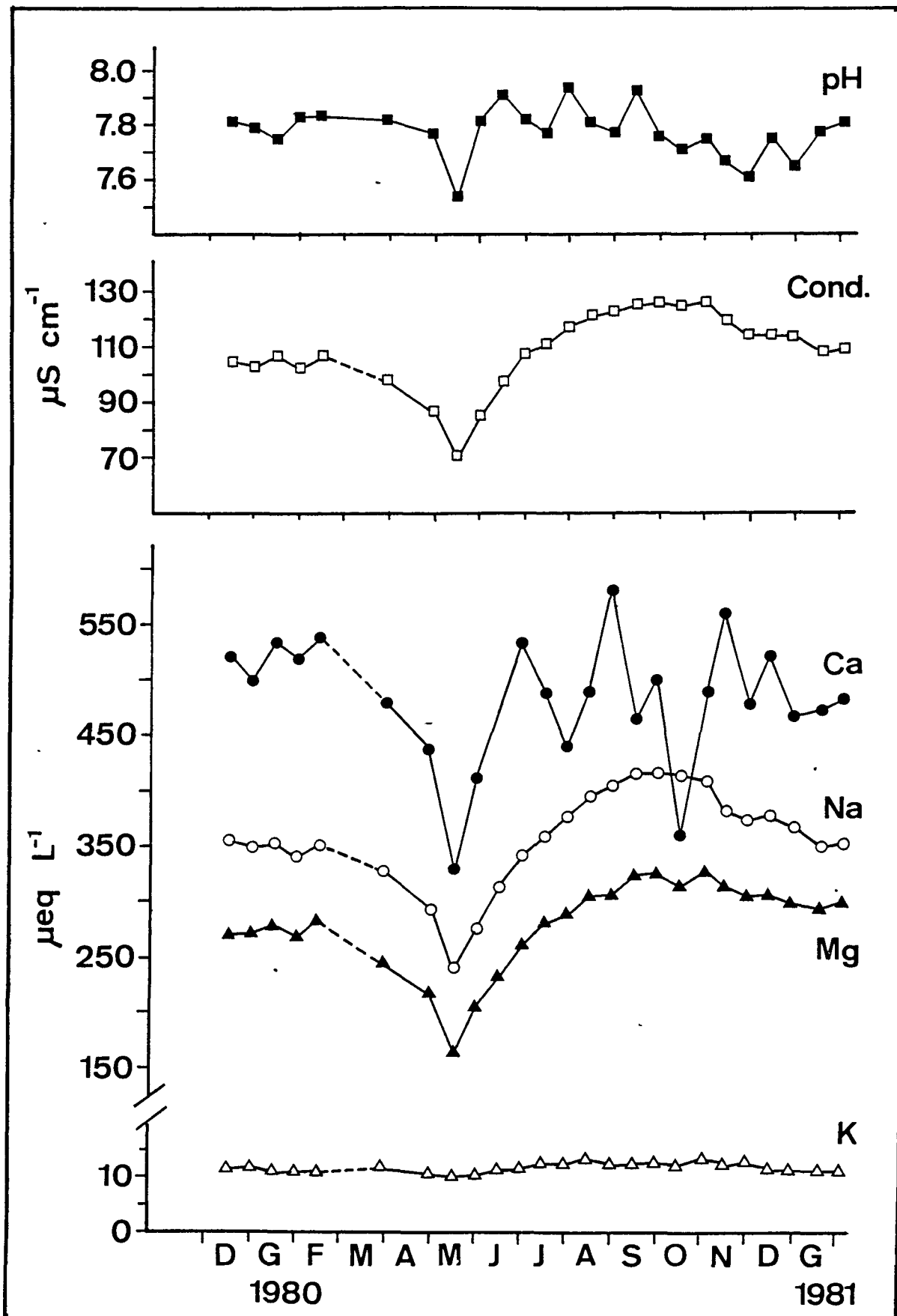


Figura 8.7 Variació temporal del quimisme de la Riera de La Castanya (Montseny):
pH, conductivitat, i cations.

RC

RIERA DE LA CASTANYA

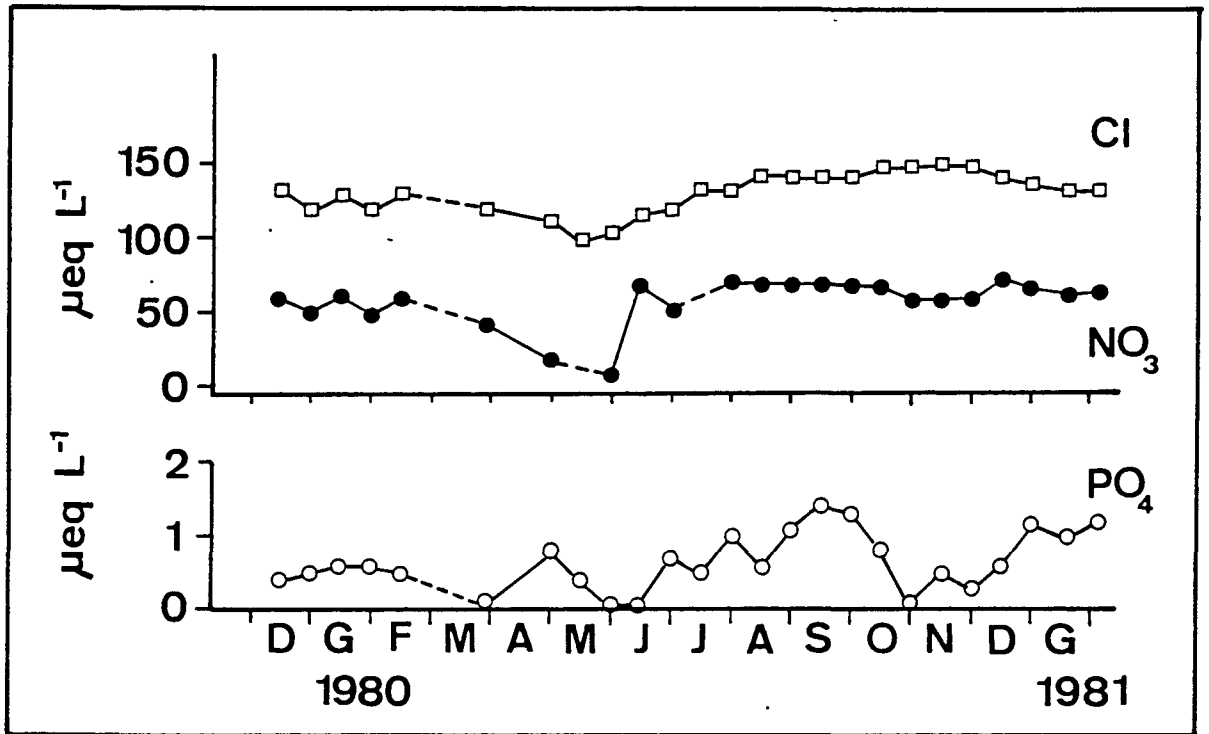


Figura 8.8 Variació temporal del quimisme de la Riera de La Castanya (Montseny): anions.

RCF

RIERA DE COLLFORMIC

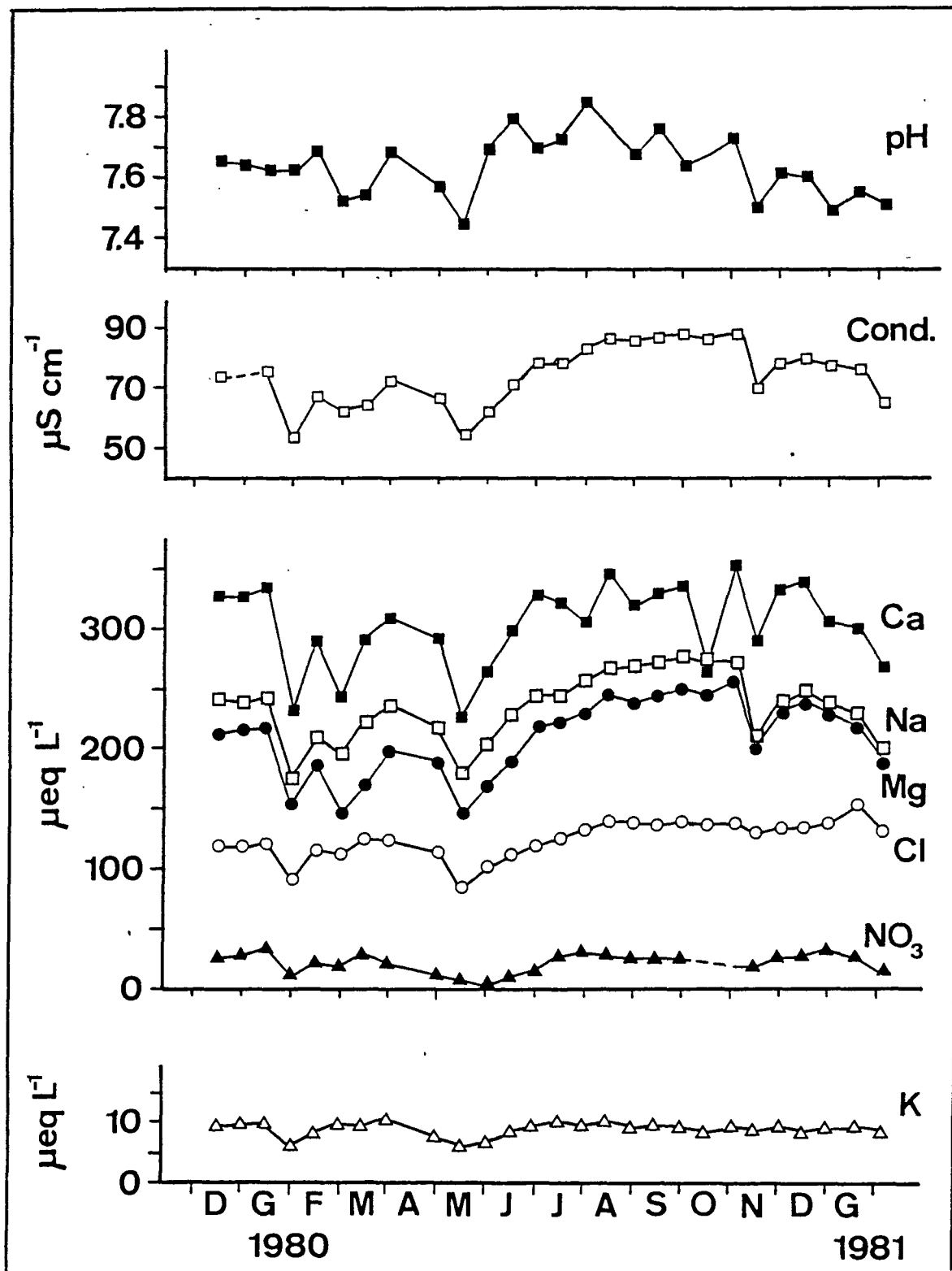


Figura 8.9 Variació temporal del quimisme de la Riera de Collformic (Montseny).



TRC

TORRENT DE ROCS CREMATS

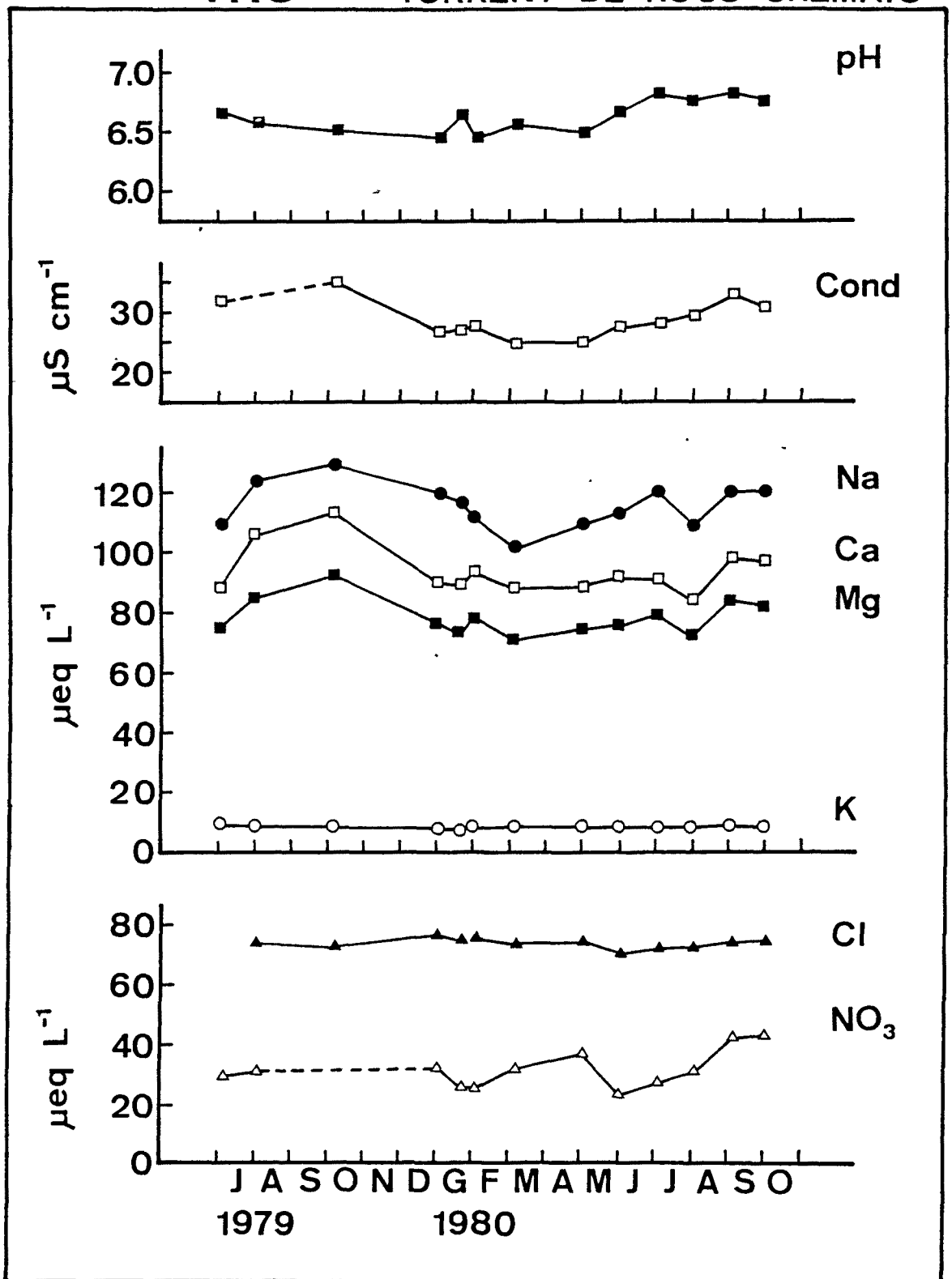


Figura 8.10 Variació temporal del quimisme del Torrent de Rocs Cremats (Montseny).

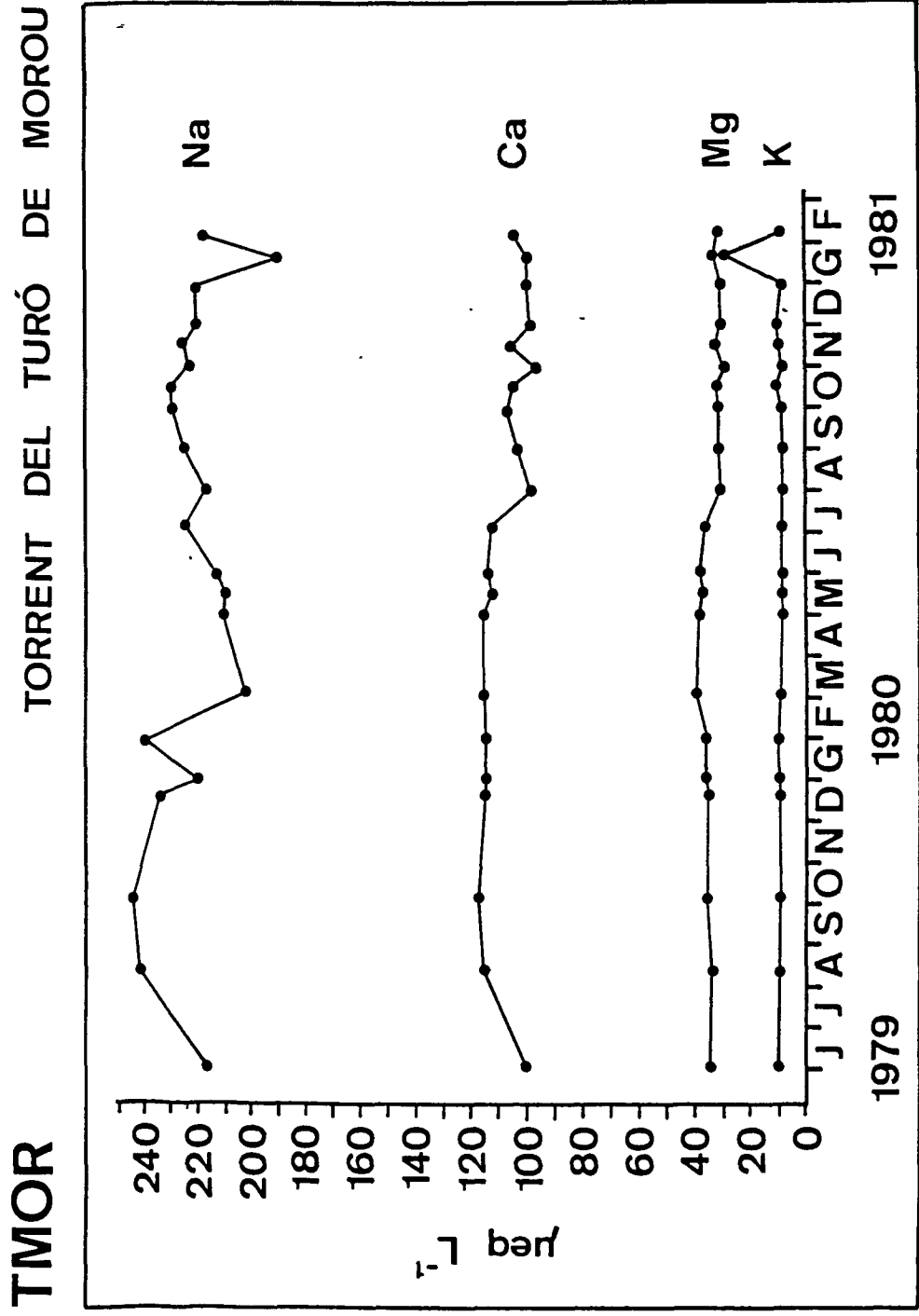


Figura 8.11 Variació temporal del quimisme del Torrent del Turó de Morou (Montseny): cations.

TMOR

TORRENT DEL TURO DE MOROU

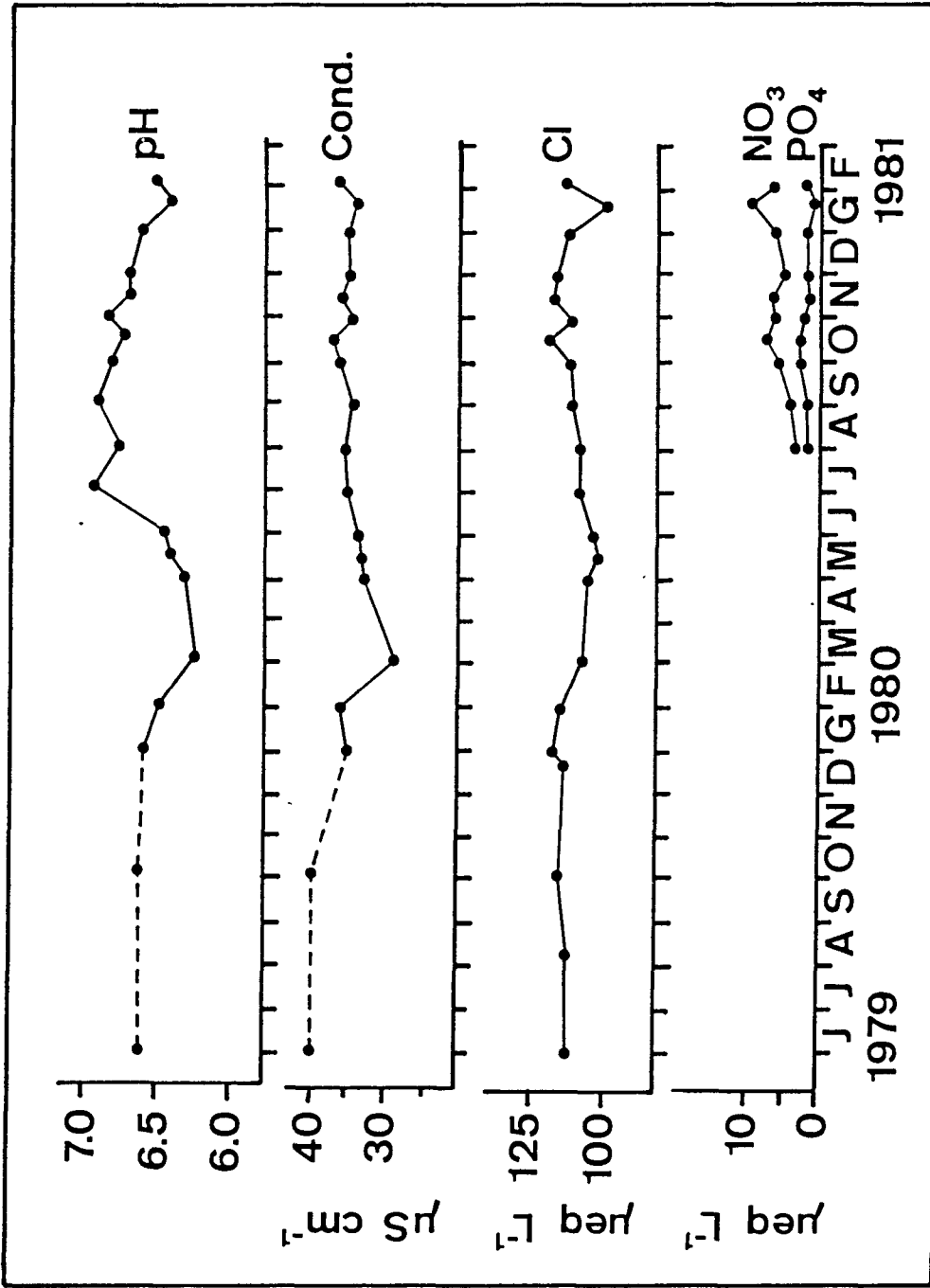
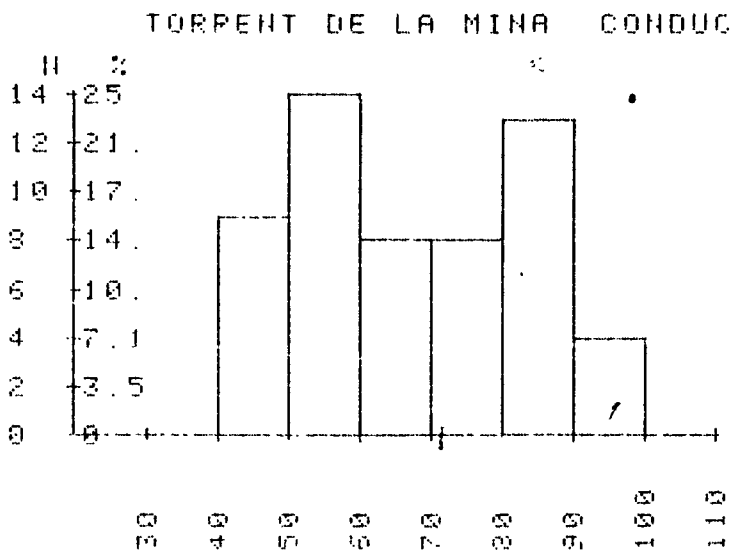


Figura 8.12 Variació temporal del quimisme del Torrent del Turó de Morou (Montseny): pH, conductivitat, i anions.



A.



B.

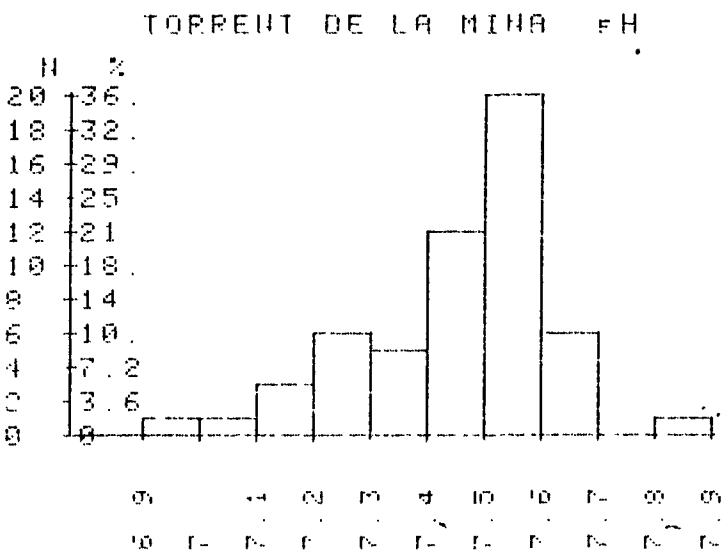


Figura 8.13 Histogrames del quimisme del
Torrent de la Mina (Montseny).

A) Conductivitat ($\mu\text{S}/\text{cm}$ a $20\text{ }^\circ\text{C}$)

B) pH

(TMP; dades del 2-12-78 al 3-2-81)

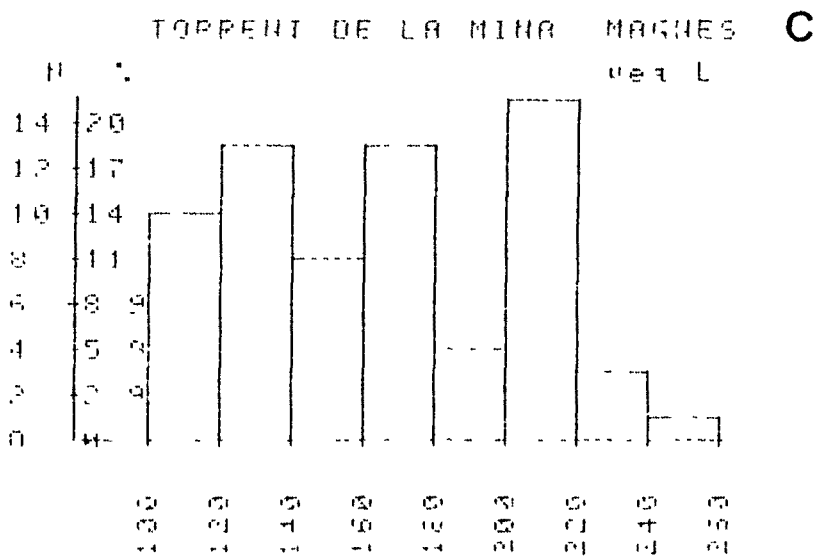
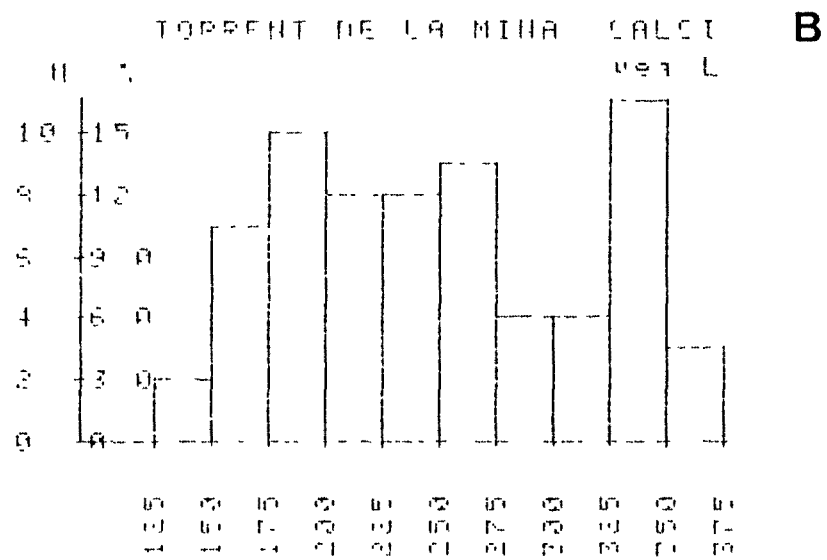
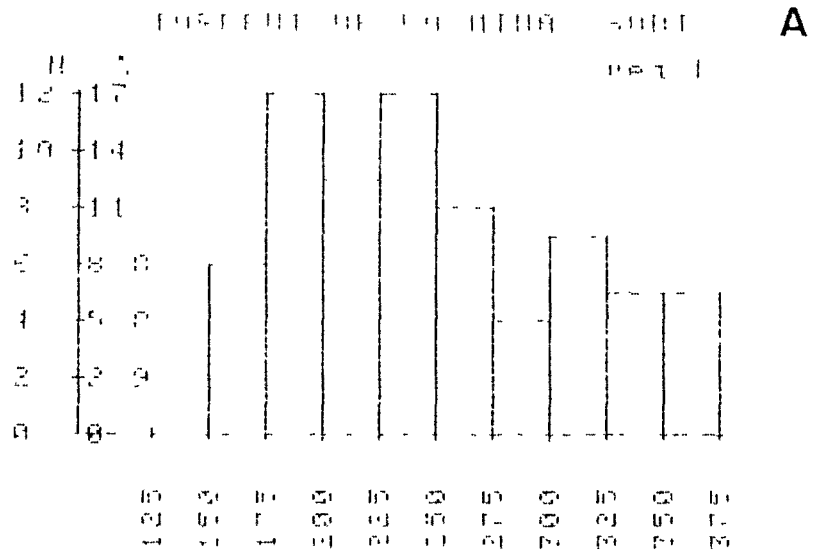


Figura 8.14 Histogrames del quimisme del Torrent de la Mina (Montseny).

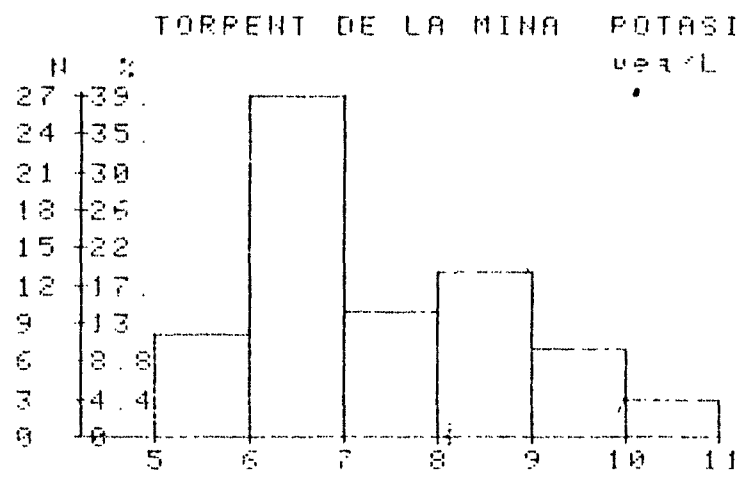
A) Na

B) Ca

C) Mg

(TMP; dades del 2-12-78 al 3-2-81)

A



B

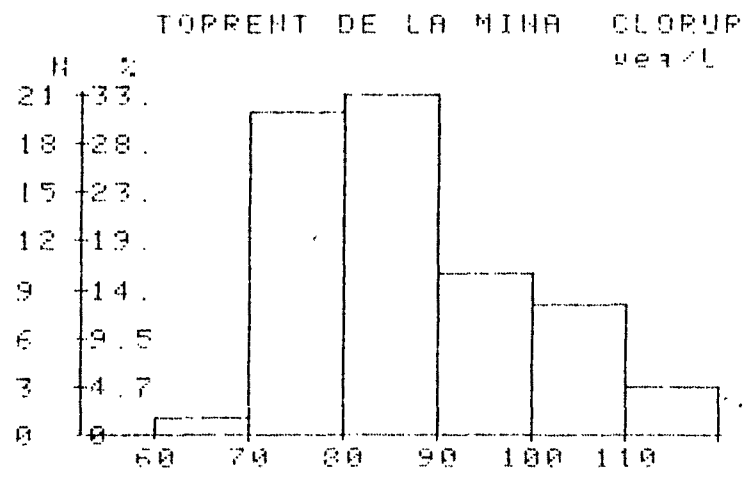


Figura 8.15 Histogrames del quimisme del Torrent de la Mina (Montseny).

A) K

B) Cl

(TMP; dades del 2-12-78 al 3-2-81)

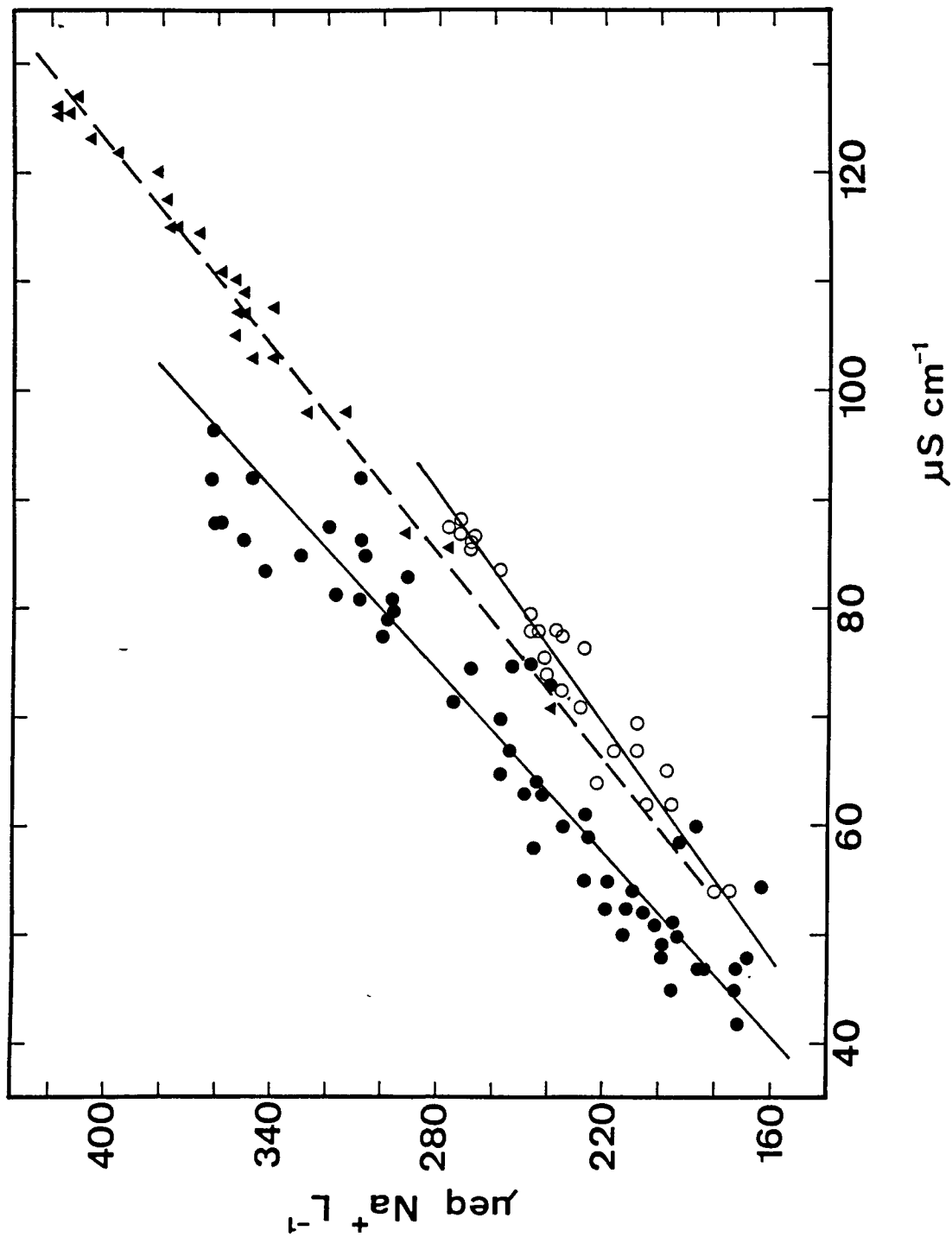


Figura 8.16 Relació entre la concèntració de Na i la conductivitat (referida a 20 °C) a 3 rieres silicatades del Montseny. S'han dibuixat les rectes de regressió.
 ● = Torrent de la Mina (TMP); ▲ = Riera de la Castanya; ○ = Riera de Collformic

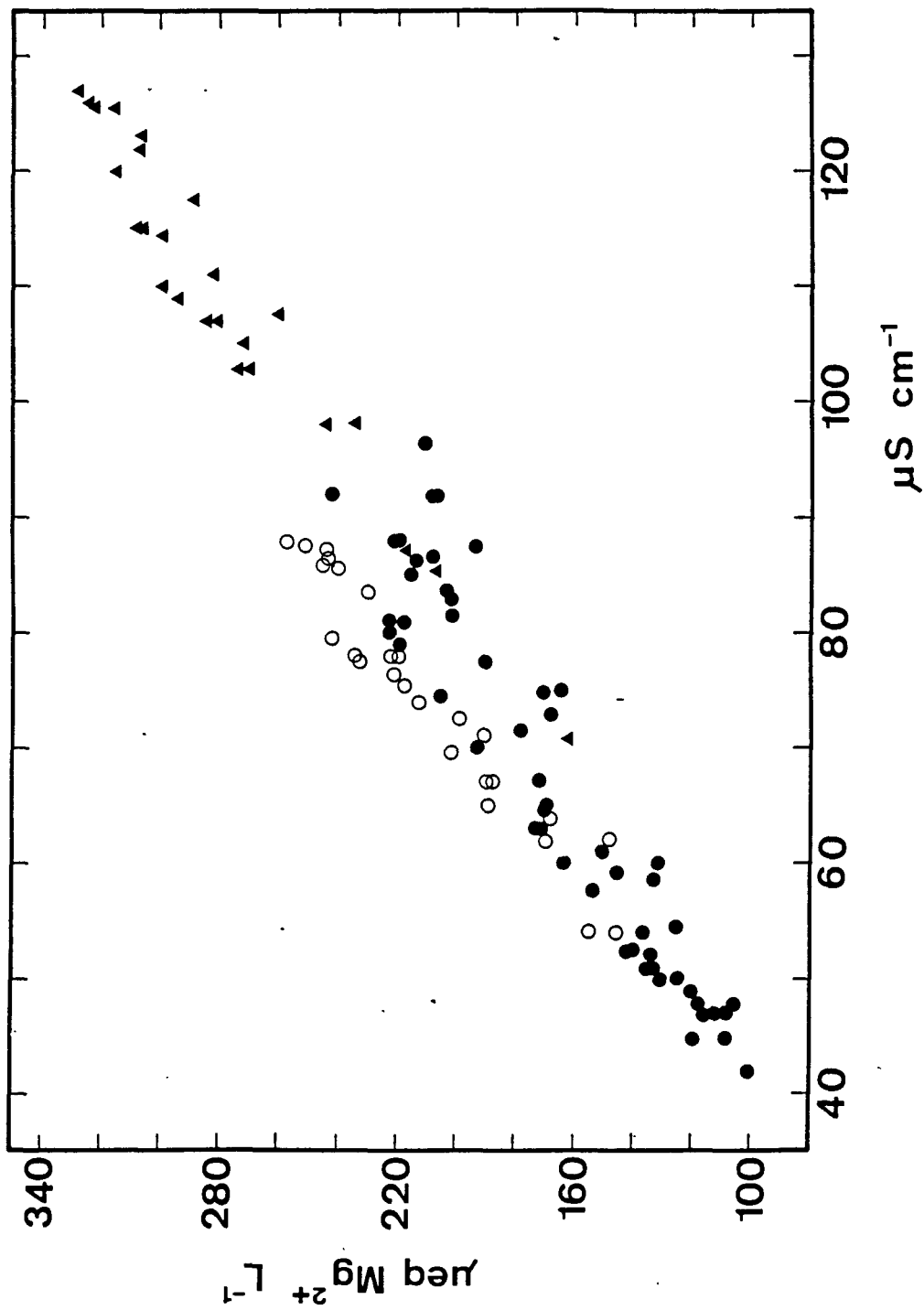


Figura 8.17 Relació entre la concentració de Mg i la conductivitat (referida a 20 °C) a 3 rieres silicatades del Montseny.

● = Torrent de la Mina (TMP); ▲ = Riera de La Castanya; ○ = Riera de Collformic

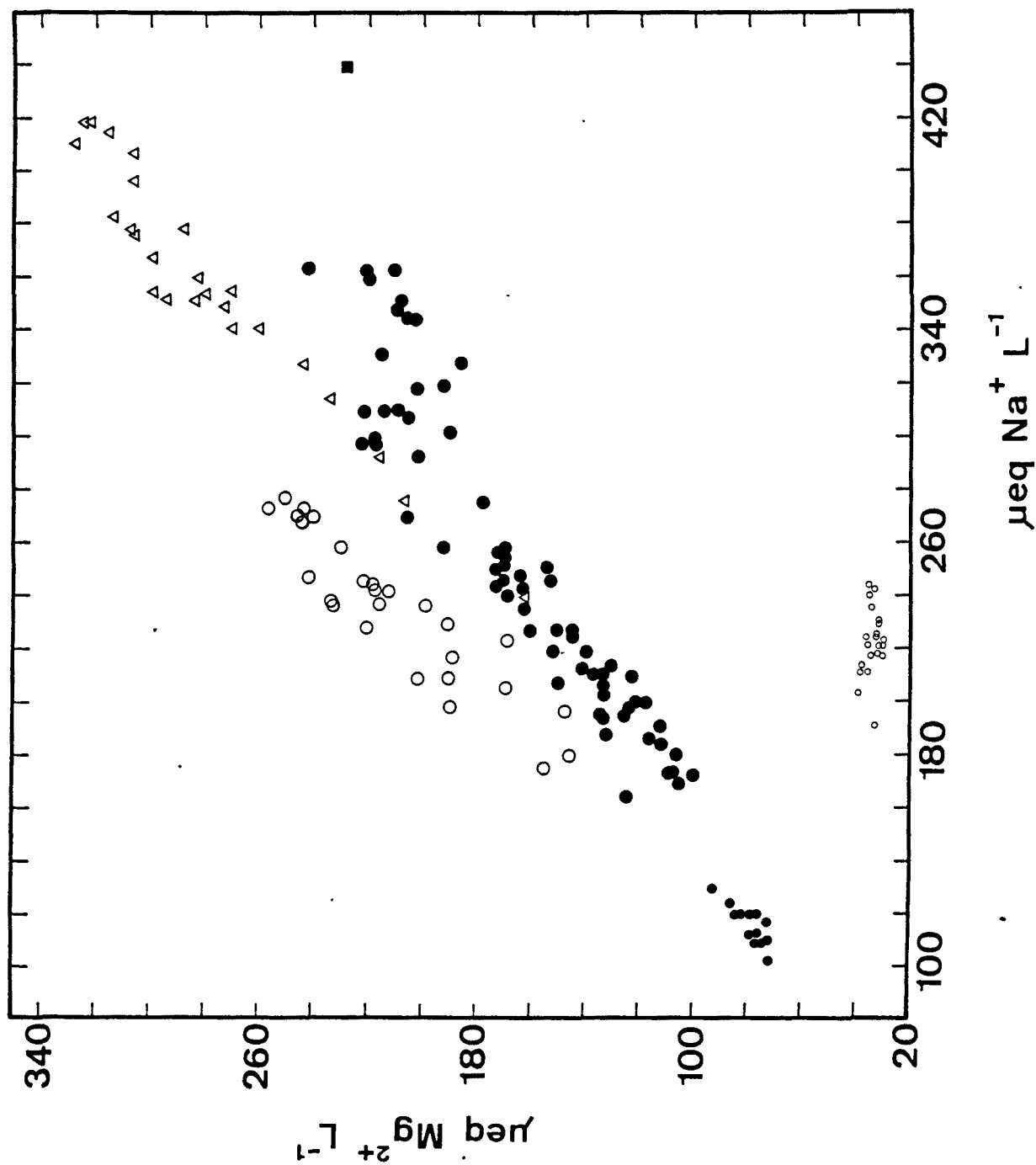


Figura 8.18 Relació entre les concentracions de Mg i Na a 5 rieres silicatades del Montseny.
 ●= Torrent de la Mina; △= Riera de La Castanya; ○= R. de Collformic; ●= Torrent de Rocs Cremats;
 ○= Torrent del Turó de Morou. Es representa també la mitjana de la Font del Vilar (■).

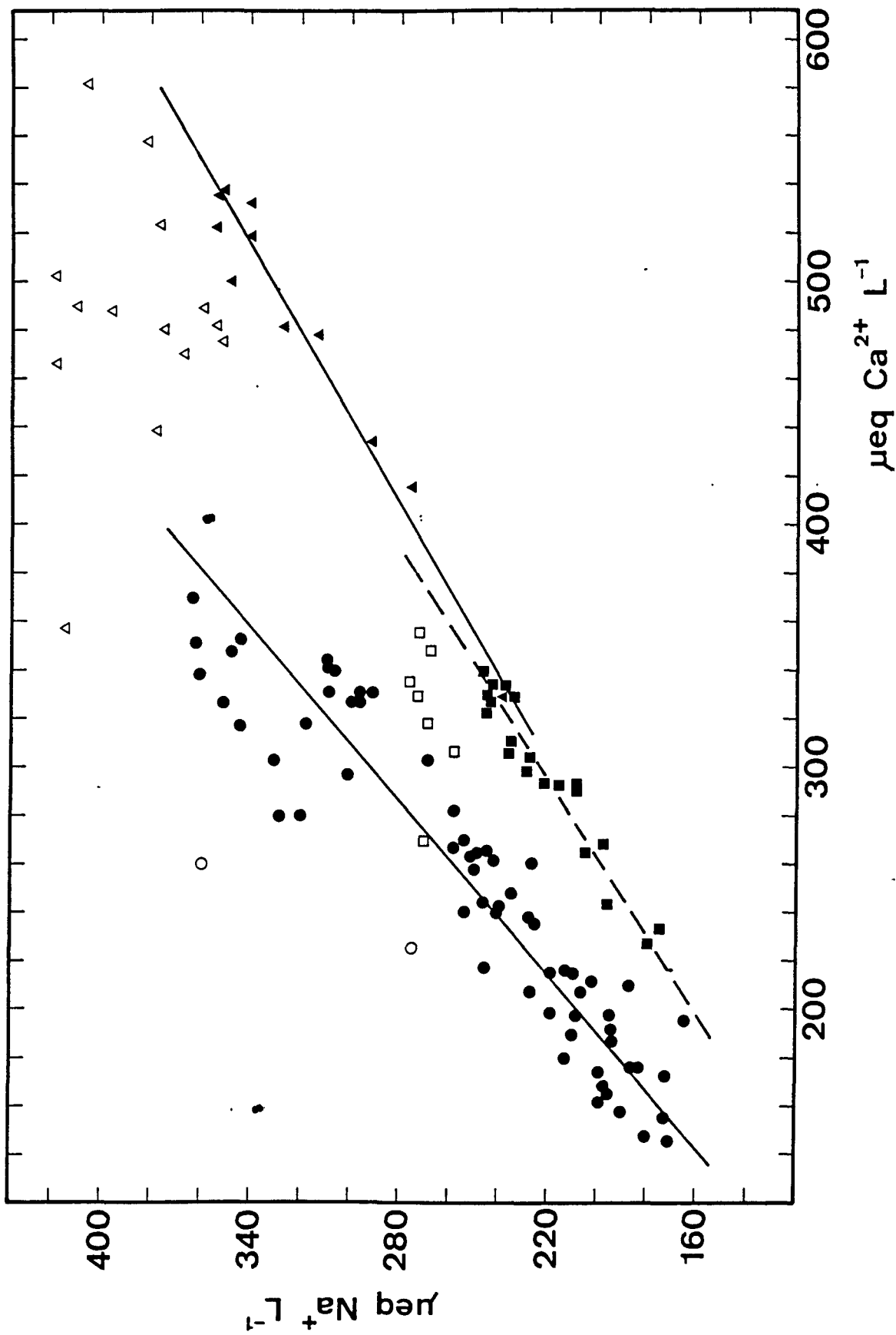


Figura 8.19 Relació entre les concentracions de Na i Ca a 3 rieres silicatades del Montseny. ● = Torrent de la Mina; ▲ = Riera de La Castanya; ■ = Riera de Collformic. Els signes blancs són mostres de les rieres respectives que tenen dèficit de Ca, i no s'han inclòs a les regressions lineals representades.

de TMP (fig. 8.5). Els mesos següents foren en general poc plujosos, i la conductivitat es recuperà lentament de la devallada del gener. Durant l'estiu del 1979, amb el cabal molt minvat per l'evapotranspiració i per la manca de plujes, la conductivitat presentà un màxim molt acusat. La tendència ascendent de la conductivitat quedà trencada amb les tempestes importants de l'agost i setembre d'aquell any. La conductivitat seguí però essent molt alta fins que l'estiatge acabà abruptament amb les abundoses precipitacions de l'octubre del 1979; es produïren crescudes importants i la conductivitat disminuï espectacularment, com havia passat al gener de 1979. La recuperació de la conductivitat després de les crescudes de l'octubre fou més ràpida que després de les del gener, potser perquè la quantitat de precipitació fou menor a l'octubre. A mitjans de gener de 1980 hi hagué una nevada important que, amb efectes diferits i sense donar lloc a una crescuda espectacular, produí una dilució considerable. Durant l'any 1980 només s'enregistraren dues crescudes importants: a finals de febrer, i a mitjans de maig. Totes dues vegades la conductivitat baixà per sota dels 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$, però com la conductivitat anterior no era gaire alta, el mínim relatiu destacà menys que al gener i octubre de 1979. A partir del juny del 1980 s'entrà en un llarg estiatge durant el qual la conductivitat augmentà sostingudament, més ràpidament al principi i més lentament al final. A diferència del 1979, l'estiatge del 1980 no fou interromput per cap tempesta estival de consideració. Com també foren escasses les plujes d'octubre, la conductivitat màxima es donà a primers de novembre. També a diferència del 1979, l'estiatge acabà gradualment, amb successives precipitacions moderades entre novembre i gener. Quan s'acabà el mostratge (3-2-81) la conductivitat era alta per a l'època, la qual cosa reflexa la migradesa de les precipitacions en els 8 mesos precedents, i també, la manca de precipitacions importants en les darreres setmanes.

La informació presentada en aquest apartat revela una dependència molt consistent de la conductivitat respecte les condicions hidrològiques de TMP. No hauria de concloure's però que hi ha una relació funcional perfecta entre ambdues variables. Per exemple, és freqüent a les rieres que la conductivitat sigui major, per a un mateix cabal, en la

branca ascendent que en la branca descendent d'una crescuda (Miller i Drever, 1977). Aquest efecte histerètic no queda documentat en el nostre mostratge, perquè la freqüència de la presa de mostres hauria de ser molt més alta ja que les branques ascendents són de curta durada. Igualment, les crescudes de curta duració, en que es retorna ràpidament al cabal de base, deuen haver escapat al mostratge. Totes aquestes variacions podrien afegir detalls d'interès, però creiem que els trets més importants de la variació de la conductivitat a TMP ja estan recollits a la figura 8.5.

pH

El pH de TMP varià entre 6.96 i 7.81 (taula 8.3, fig. 8.6).

Malgrat tractar-se d'una aigua amb un grau només moderat de mineralització, el pH de TMP fou relativament poc variable, com indica el fet que el 58% de les mostres tinguessin pHs entre 7.4 i 7.6 (fig. 8.13b).

El pH devallà en les grans crescudes: mínims ben marcats s'observen al gener i octubre de 1979, i a finals de febrer i a mitjans de maig de 1980 (fig. 8.6), que foren els períodes amb majors cabals i menors conductivitats (fig. 8.5). Aquesta disminució del pH a grans cabals, seguida d'una recuperació ràpida del pH "normal", és la responsable de que la distribució del pH a TMP sigui esbiaixada a l'esquerra (fig. 8.13b), i de que hi hagi una correlació positiva entre conductivitat i pH (taula 8.9, fig. 8.20a). Com la recuperació del pH és més ràpida que la de la conductivitat, la relació entre les dues variables és curvilínia. De fet, si excluïm les crescudes, la relació entre pH i conductivitat esdevé molt laxa.

El pH no presentà una variació estacional clara a TMP (fig. 8.6). Només es pot dir que la freqüència dels pHs alts (superiors a 7.6) fou major a l'estiu que a la resta de l'any (fig. 8.6). Contràriament al que es podria pensar, la correlació entre pH i la temperatura de l'aigua a TMP fou nul·la, durant aquest estudi (taula 8.9).

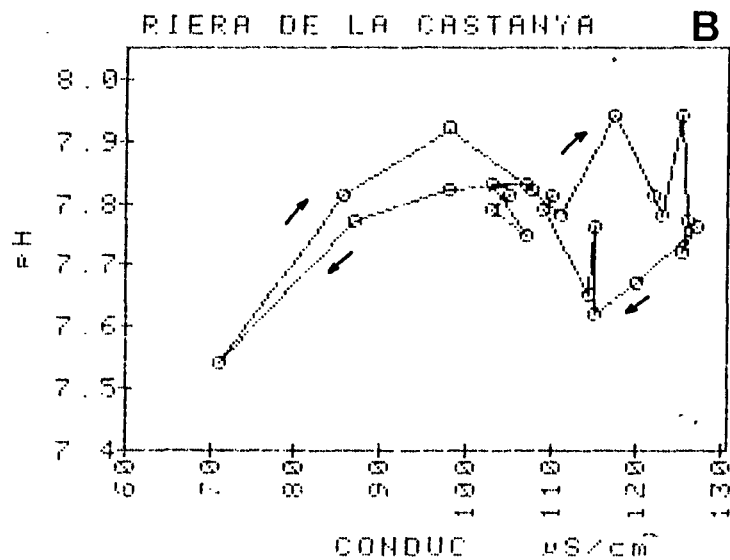
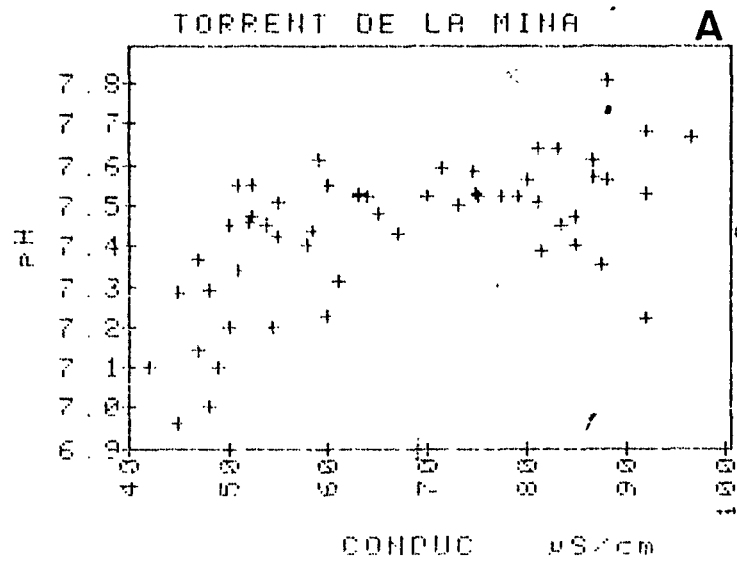


Figura 8.20 Relació entre pH i conductivitat en mostres individuals de 2 rieres del Montseny.

A) TMP, desembre 1978 - gener 1981

B) RC , desembre 1979 - gener 1981

A B) s'han unit les mostres consecutives. Les fletxes indiquen la trajectòria temporal. L'interval entre les mostres de RC és d'uns 15 dies.

El pH estiguè positivament correlacionat amb les concentracions de Na, Ca, i Mg (taula 8.9). El major coeficient de correlació lineal el tinguè am el Mg ($r=0.67$).

En tots dos anys s'observà un mínim moderat de pH a la primera meitat de l'estiu. Aquests mínims anaren en contra de la tendència general a augmentar el pH a l'augmentar la conductivitat, i a presentar pHs alts a l'estiu. Al 1979, aquest mínim es donà a finals de juliol; al 1980, es donà a mitjans d'agost (fig. 8.6). Pot ser casual, però la cronologia d'aquestes moderades disminucions és molt coincident amb la caiguda estacional de la fulla de l'alzina a La Castanya, que es concentra molt entre juny i agost (Verdú et al. 1980). A més, la caiguda de la fulla d'alzina vinguè retrassada al 1980 respecte a l'any anterior (A.M.C. Verdú com. pers.). Es possible que la descomposició inicial de les fulles que cauen al llit de la riera i a les vores tingui un lleuger efecte acidificant sobre l'aigua de TMP. L'efecte seria només moderat perquè l'alcalinitat de TMP podria ser suficient per amortir les variacions de pH, i perquè, degut a la poca mobilitat lateral de la fullaraca d'alzina, i a la renovació només parcial i progressiva de les capçades, la quantitat de fulles que arriben als llits de la xarxa de drenatge és relativament modesta.

Sodi, calci, i magnesi

Les variacions temporals de les concentracions de Na, Ca, i Mg a TMP foren gairebé idèntiques a les de la conductivitat, com es pot comprovar a les figures 8.5 i 8.6. Els comentaris que hem fet anteriorment sobre la conductivitat són doncs perfectament aplicables als 3 cations dominants. En concret, Na, Ca i Mg manifesten un marcat efecte de dilució a TMP, amb concentracions baixes a cabals grans, i concentracions altes durant els estiatges. Per tal de mantenir la neutralitat elèctrica, cal que hi hagi almenys un anió dominant que experimenti també un efecte de dilució, i que covarii amb Na, Ca, i Mg. Aquest anió és el bicarbonat (A. Avila, dades inèdites).

La variació de Na, Ca, i Mg a TMP sembla molt estacional, amb màxims a l'estiu, i amb valors mínims o mitjans a l'hivern (figs. 8.5 i 8.6). Es b6 recordar però que aquesta situació sembla dependre més de les variacions hidrològiques que d'altres factors. Com a conseqüència de la distribució anual de les precipitacions i de l'evapotranspiració, els cabals de base al Montseny seran predictiblement baixos, i les concentracions de Na, Ca, i Mg predictiblement altes, entre juliol i setembre (figs. 8.5 i 8.6). No obstant, i degut a la irregularitat de la pluviometria mediterrània, cabals de base molt baixos es poden donar en qualsevol mes entre gener i maig. Quan les plujes de tardor resulten escasses, cosa que passa sovint, les concentracions a TMP poden ser tan altes al novembre-desembre com al plé de l'estiu, tal i com succeí al desembre del 1978 (fig. 8.5 i 8.6).

Com és evident en les figures 8.5 i 8.6, a TMP les concentracions dels 3 cations dominants estan molt correlacionades entre elles i amb la conductivitat. Tots els coeficients de correlació linial entre aquestes 4 variables són majors de 0.9 (taula 8.9). A les figures 8.16 a 8.19 es poden veure alguns núvols de punts. Les regressions resultants (taula 8.4) tenen una considerable capacitat predictiva. Per exemple, la concentració de Mg en mostres individuals es pot predir a partir de la de Ca amb un error estàndar de l'estimació de només 8.1 $\mu\text{eq/L}$ (taula 8.14), quantitat que representa un 5% de la concentració mitjana del Mg a TMP. L'existència d'aquestes relacions tan consistentes té interès per a estudis futurs en la mateixa riera. Un cop establertes les regressions amb un nombre suficient de mostres que abarquen condicions hidrològiques molt diferents, un dels cations pot servir per predir els altres dos, o tots tres poden ser predits a partir de la conductivitat, amb una gran reducció de la feina analítica i una precisió satisfactòria per a moltes finalitats. Una aplicació especialment interessant és l'ús d'aparells que enregistren la conductivitat de la riera de manera conínua. Aixó permet tenir informació detallada sobre les variacions del quimisme de la riera i estimar els fluxos de sortida de nutrients (combinant amb les mesures de cabal) amb un mínim de feina de mostratge i analítica. Com sempre en

aquests casos, la bondat de la calibració entre la conductivitat i els ions d'interés és crítica, i cal comprovar-la periòdicament.

Durant aquest estudi, la concentració de Na a TMP varià entre 158 i 363 $\mu\text{eq/L}$; la de Ca, entre 146 i 370 $\mu\text{eq/L}$, i la de Mg, entre, 101 i 242 $\mu\text{eq/L}$.

Per tant, la concentració màxima excedí a la mínima per un factor de 2.3 - 2.5 per als diferents cations. En contrast, els cabals als que es recolliren les mostres variaren segurament per un factor de més de 1000 (de \underline{c} . 0.2 a >200 L/s).

S'observarà també que inclús les concentracions mínimes dels 3 cations, que es donaren en les grans crescudes, són molt superiors a les concentracions en la precipitació que entra a la conca (taula 8.18).

Els coeficients de variació de les concentracions de Na, Ca, i Mg foren del 24-25%, segons els cations (taula 8.3). Aquestes xifres, junt amb les concentracions extremes que acabem de donar, indiquen que el quimisme de TMP es manté dintre d'uns límits relativament estrets, però que no és una riera on els cations dominants siguin remarcablement constants al llarg de l'any.

En canvi, les proporcions relatives entre Na, Ca, i Mg foren molt més estables que les seves concentracions absolutes. Els coeficients de variació dels quocients catiónics (Na/Ca, Na/Mg, i Ca/Mg) foren només del 7 - 11% (taula 8.3), una constància considerable si tenim en compte que el mostratge durà més de 2 anys, en condicions hidològiques molt variades i que els citats percentatges inclouen la variabilitat analítica entre tongades. El quocient meys variable fou el Ca/Mg, i el més variable, el Na/Ca (taula 8.3). Com exemple de l'estabilitat de les proporcions catióniques a TMP, podem dir que el 50% de les mostres tingueren quocients Na/Ca compresos entre 0.95 i 1.09.

En essència, el comportament biogeoquímic del Na, Ca, i Mg a TMP es caracteritza perquè els 3 cations:

- (1) resulten molt diluïts a les crescudes.
- (2) després d'una crescuda gran, les concentracions poden seguir relativament baixes durant setmanes, especialment a l'hivern.
- (3) les concentracions tendeixen a augmentar continuament durant els intervals entre crescudes.
- (4) en particular, durant els estiatges les seves concentracions augmenten molt, i durant molt de temps.

El conjunt d'aquestes propietats resulta probablement de la importància de la meteorització com a procés que subministra gran part dels cations que surten per la riera. En contrast, les rieres on la regulació del quimisme de l'aigua es fa principalment per intercanvi catiònic amb els col·loids del sòl poden no experimentar efectes de dilució ben definits, o aquests són de curta durada, i les concentracions iòniques resulten menys afectades pels estiatges. Les rieres sobre quarsita del Shenandoah N.P. pertanyerien a aquesta categoria (Shaffer 1982).

Dintre de la semblança general del comportament del Na, del Ca, i del Mg a TMP es poden reconèixer algunes diferències. En 2 ocasions durant l'estiatge del 1980 (15-7 i 15-10), la concentració de Ca disminuï bruscament, sense que això anés acompanyat de disminucions paral·leles de Na ni de Mg, i sense que s'haguessin produït precipitacions. Una disminució semblant, però més moderada, s'observà el 15-7-79. En totes 3 ocasions la concentració de Ca tornava a ser normal a la mostra següent (fig. 8.6). A primera vista, l'aspecte d'aquests dèficits ocasionals de Ca és el d'errors analítics o numèrics, però com un dèficit estival de Ca, acompanyat de concentracions fluctuants d'aquest ió s'obtinguè sistemàticament a RC i RCF (rieres més riques en Ca que TMP, taula 8.1), creiem que poden ser deguts a la precipitació de Ca, probablement com a CaCO_3 , en el llit de la riera. Tractarem amb més detall aquesta qüestió

quan parlem de RC i RCF. A TMP, les 3 mostres amb dèficits estivals de Ca són les responsables dels pics en el quocient Na/Ca, molt aparents a la figura 8.21a. L'existència d'aquests dèficits esporàdics de Ca debilita lleugerament les correlacions entre el Ca per una banda i la conductivitat, el Na, ó el Mg per l'altra. Per aquest motiu, donem algunes de les regressions de la taula 8.14 amb i sense les mostres de majors dèficits de Ca.

Durant la segona meitat de l'estiatge del 1979 (després de mitjans agost, havent hagut una tempesta important el dia 15-8 (47.0 mm al Turó de l'Home), i altres precipitacions posteriors més moderades), i també a l'acabar l'estiatge del 1980 (amb les precipitacions de primers de novembre), el Na resultà més diluït que el Ca i el Mg, disminuint per tant els quocients Na/Ca i Na/Mg. En el cas del Ca aixó es podria deure a que les precipitacions citades redissolguessin el Ca precipitat en el llit de la riera anteriorment. Els quocients Na/Ca a TMP tingueren els seus mínims absoluts (c. 0.9, en termes d'equivalents) precisament en aquests moments de l'any, tan al 1979 com al 1980 (fig. 8.21a).

El cas de la relació entre Na i Mg és especialment vistós. Durant la primera meitat dels estiatges, les concentracions de Na augmentaren més ràpidament que les de Mg. Aixó produeix la corbatura en la relació entre Mg i Na, i entre Mg i conductivitat que es pot veure a les figures 8.17 i 8.18 i a la taula 8.14, i que contrasta amb la linealitat de la resta de les relacions (Na v. Ca; Mg v. Ca; Na v. conductivitat; i Ca v. conductivitat; taula 8.14). A més, el quocient catiònic Na/Mg tingué valors màxims a l'agost-setembre dels 2 anys, quan els cabals eren molt baixos (però pel 1980, no els mínims anuals) (fig. 8.21b). Unint aquesta informació a la donada anteriorment sobre la major dilució que experimentà seguidament el Na, resulta un efecte histerètic que es presentà en els 2 anys, però de manera especialment clara al 1980 (fig. 8.23a). Representant el Mg en abcisses, el sentit de l'histeresi és contrari al de les agulles del rellotge: per a una mateixa concentració de Na trobem una concentració de Mg major quan les concentracions estan baixant (novembre 1980-gener 1981)

que quan estan pujant (juliol-agost 1980) (fig. 8.23a). Al 1979, la branca descendent del llaç estava molt ben definida al setembre, uns 2-3 mesos abans que al 1980. La relació entre Na i Mg revela doncs dos comportaments diferents: a l'hivern i primavera (quan els cabals de base són alts, i quan es produeixen generalment les crescudes importants), Na i Mg estan altament correlacionats, i ho estan linealment: les concentracions dels dos ions es desplacen amunt i avall d'aquesta recta hivernal segons les condicions hidrològiques. A l'estiu (i a la tardor, si aquesta és seca), es descriu un llaç histerètic: primer puja més ràpidament el Na (trencant amb la tendència hivernal), però en la segona meitat de l'estiu i també quan les aigües es van diluint augmenta la proporció de Mg. A finals de tardor o principis d'hivern, segons les plujes, la branca descendent del llaç va convergint amb la recta hivernal (fig. 8.23a).

Es poden donar diferents interpretacions dels fets anteriors, totes elles especulatives en l'estat actual dels nostres coneixements. Proponem la següent hipòtesi. El període de variació rectilínia hivernal representa la fase en que el control litològic del quimisme de la riera és més fort; les proporcions de Na i Mg vindrien determinades per les seves taxes d'alliberament a partir dels minerals del sòl i tots dos resultarien diluïts de manera semblant a cabals alts, indicant bé una cinètica semblant de les seves meteoritzacions, bé l'importància dels processos de barreja de l'aigua nova amb l'aigua vella. A partir del juny, el Na augmenta més ràpidament que el Mg, i aixó podria ser degut a la major demanda biològica de Mg durant l'estació vegetativa. Les mineralomasses de Mg i Na a la parcel·la experimental (estrat arbori aeri) són de 107 i 4.6 Kg/ha, respectivament (Ferrés *et al.*, 1982). En termes d'equivalents absorbits, aixó indica una acumulació de Mg unes 44 vegades superior a la del Na. No sabem res sobre la variació estacional, si existeix, de l'absorció de nutrients del sòl per part de les alzines de La Castanya, però, a la parcel·la, l'activitat fenològica de l'alzina comença bàsicament a finals de maig (sortida de la fulla nova, allargament dels brots, floració). Donat el caràcter molt dinàmic de les arrels fines,

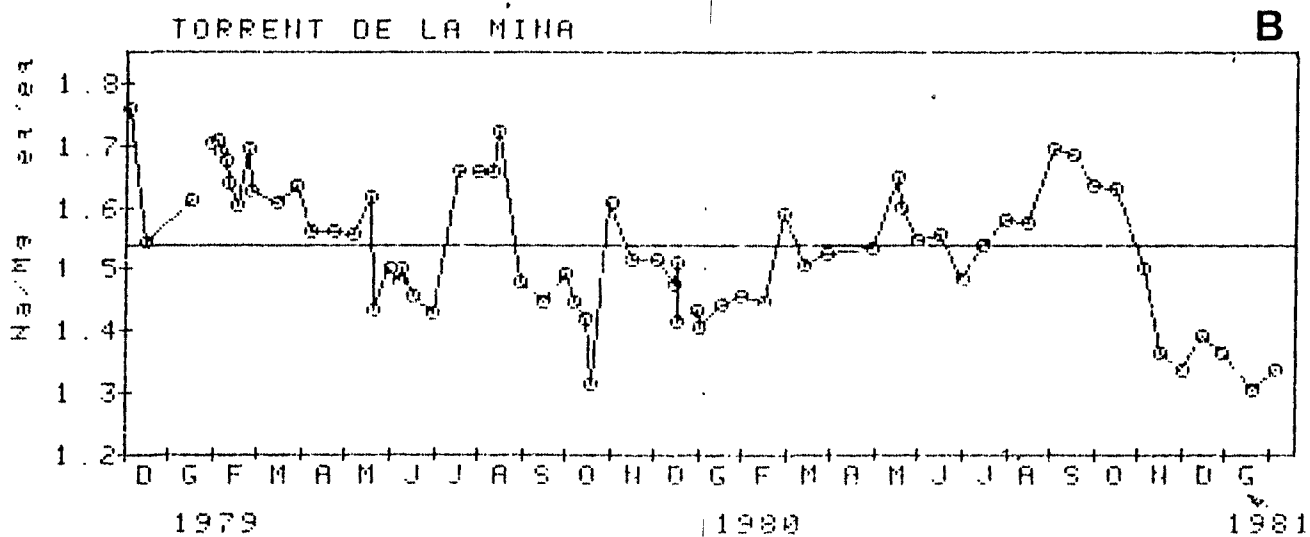
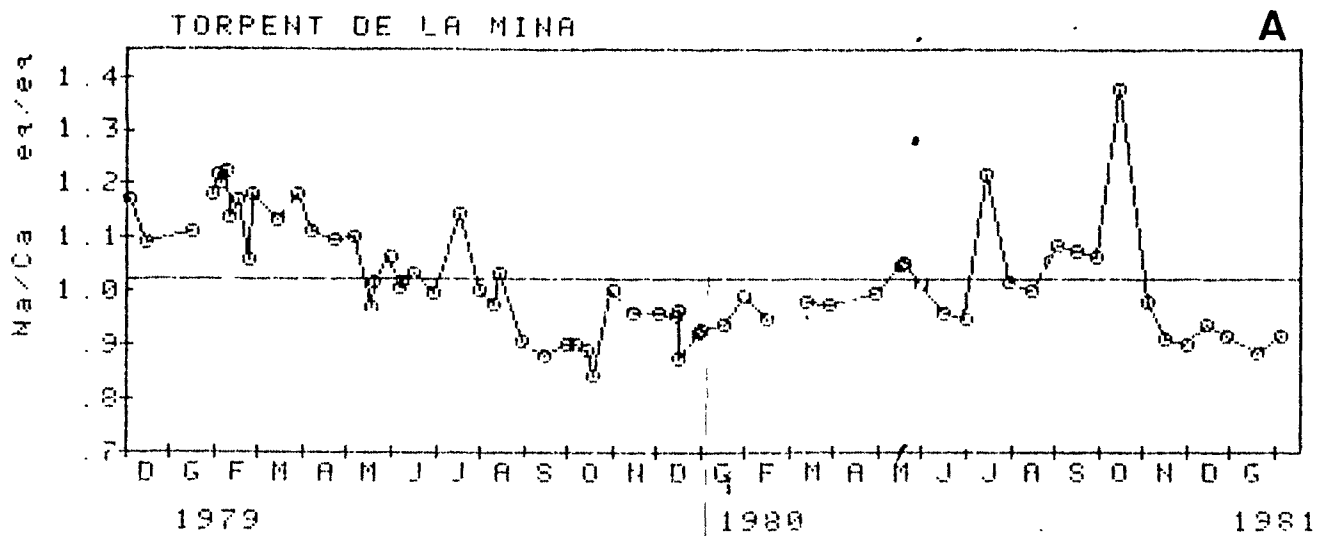


Figura 8.21 Variació temporal dels quocients catiónics al Torrent de la Mina (TMP, Montseny).

A) Na/Ca , en termes d'equivalents

B) Na/Mg , en termes d'equivalents

S'han dibuixat les rectes corresponents als valors mitjans.

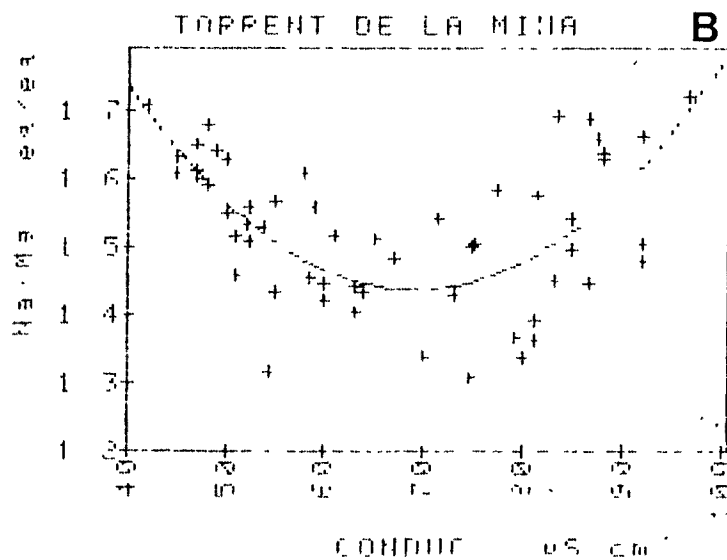
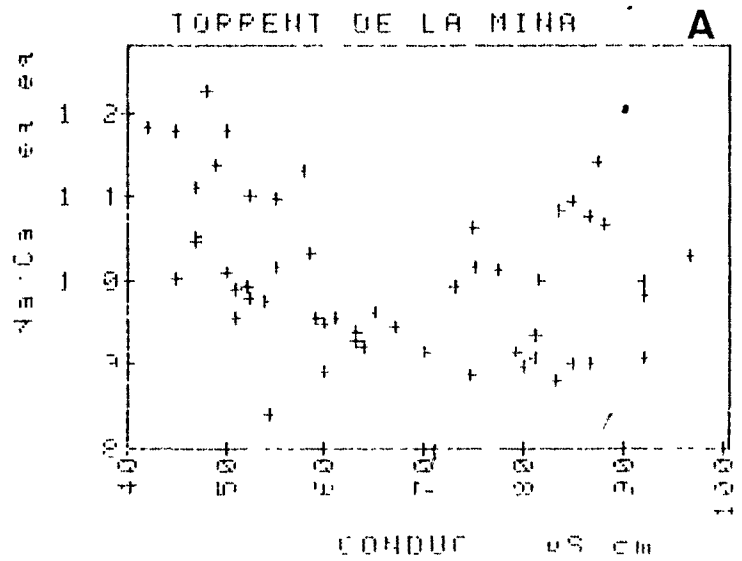


Figura 8.22 Relació entre els quocients catiónics i la conductivitat al Torrent de la Mina (TMP, Montseny), en mostres individuals.

A) Na/Ca , en termes d'equivalents

B) Na/Mg , en termes d'equivalents

A B) s'ha dibuixat la regressió parabòlica.

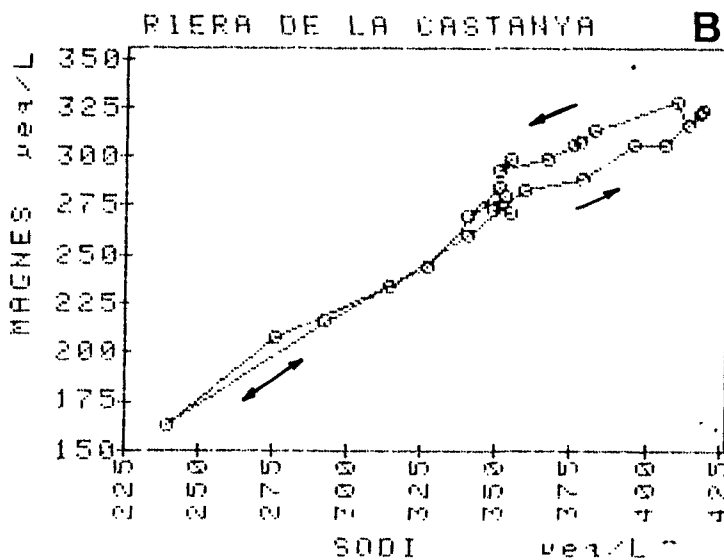
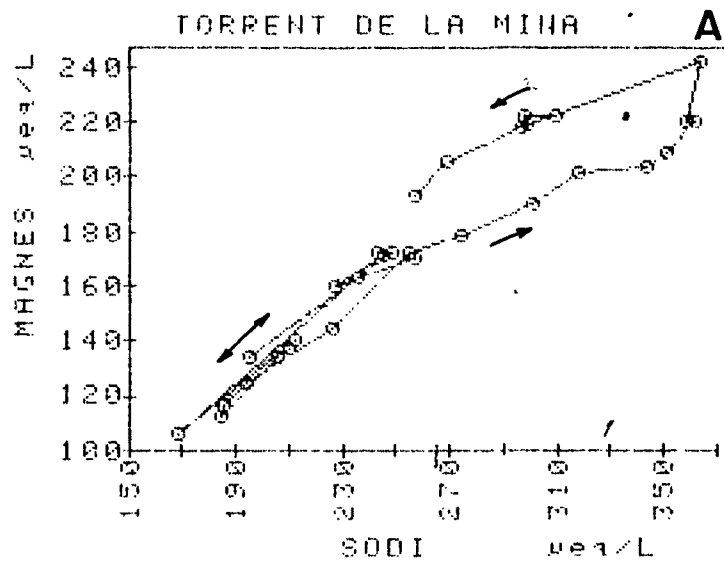


Figura 8.23 Relació entre les concentracions de Mg i Na a 2 rieres del Montseny, en mostres individuals.

- A) TMP
- B) RC

El període considerat va del 16-12-79 al 3-2-81 per ambdues rieres. S'han unit les mostres consecutives. Les fletxes indiquen les trajectòries temporals. L'interval entre mostres és d'uns 15 dies.

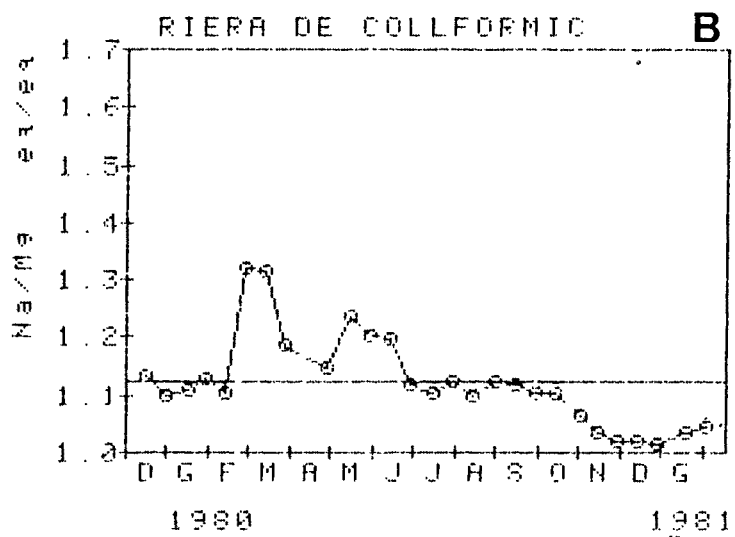
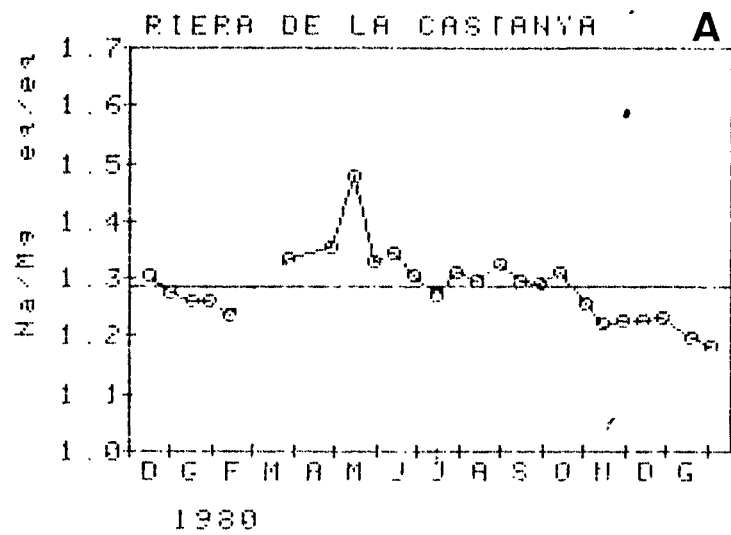


Figura 8.24 Variació temporal del quocient Na/Mg (en termes d'equivalents) a 2 rieres del Montseny.

- A) RC
- B) RCF

Les rectes indiquen els valors mitans.

sembla raonable suposar que hi hagi una intensa absorció de nutrients entre el maig i el juliol, quan la demanda deu ser alta, i la temperatura i la humitat del sòl (potser fins a mitjans de juliol, si les plujes de primavera han sigut normals) són favorables. A partir de l'agost o setembre augmenta la proporció de Mg a TMP. Aixó podria indicar que part del Mg absorbit prèviament és novament alliberat. A partir d'algun moment del juliol, els sòls de La Castanya acostumen a estar secs, i possiblement l'absorció de nutrients sigui baixa fins que la humitat del sòl torni a ser suficient (cosa que pot passar al setembre, si l'estiu és plujós, o al desembre si tant l'estiu com la tardor han sigut secs). La descomposició de la vegetació aquàtica en el llit de la riera, i potser també la descomposició de les arrels fines, la virosta i altra matèria orgànica del sòl, poden contribuir a alliberar Ca i Mg en el període setembre-desembre, disminuint així les proporcions de Na respecte aquests dos ions. Aixó donaria la branca descendent del cicle histerètic. A mesura que s'esgota el compartiment de matèria orgànica ràpidament descomposable, o que la disminució de temperatura limita l'activitat biològica, es torna al control litològic hivernal.

En l'especulació anterior, seria interessant poder distingir entre els papers dels processos en els vessants, dels processos en els llits de la xarxa de drenatge. Dades completes d'un cicle anual del quimisme de la surgència de la parcel·la (SP, vegi's pag. 8.1), ajudarien molt perquè es tracta d'escorriment subsuperficial i subterrani on només hauria d'influir la biogeoquímica dels vessants. No disposem actualment d'aquestes dades. Nosaltres recollírem 4 mostres de SP, a la primavera i principis d'estiu, però són insuficients per a la present discussió.

Sovint, la proporció de Na fou relativament alta a les mostres de cabals molt grans. Aixó dona pics clars, però de magnitud molt moderada, en els quocients Na/Ca i Na/Mg en aquestes condicions (figs. 8.21a i b). Per exemple, pics de Na/Mg es donaren al gener-febrer 1979, i al 31-10-79, 29-2-80, i 16-5-80 (fig. 8.21b), que foren les principals crescudes

d'aquest estudi. Per tant, tenim que el quocient Na/Mg tendeix a ser alt a cabals molt grans i a cabals molt baixos i a ser baix a cabals intermitjos. Aixó ho podem veure bé al gràfic (fig. 8.22b) entre Na/Mg i conductivitat (que està molt relacionada amb el cabal a TMP): la paràbola resultant és altament significativa, amb $r^2 = 0.42$ (mentre que la correlació lineal és negativa i no significativa; taula 8.9). A la fig. 8.22b es pot veure que els valors mínims de Na/Mg tendeixen a donar-se a conductivitats properes a la conductivitat mitjana de TMP (c. 70 $\mu\text{S/cm}$).

Observacions semblants es poden fer per al quocient Na/Ca. Aquest està, però negativament correlacionat amb la conductivitat en la gamma baixa de conductivitats (40-70 $\mu\text{S/cm}$), però és pràcticament independent de la conductivitat en la gamma alta (70-100 $\mu\text{S/cm}$) (fig. 8.22a). Es a dir, el quocient Na/Ca tendeix a augmentar en les crescudes, però no presenta una pauta consistent de variació durant els estiatges (inclús prescindint de les 3 ocasions amb major dèficit de Ca).

Igual que amb el Mg, a TMP es donà una histèresi entre Na i Ca del mateix sentit de trajectòria: més Ca, a igual Na, quan les concentracions baixen que quan pugen. Igual que amb el Mg, aquesta histèresi es presentà a l'estiu-tardor dels 2 anys, mentre que a l'hivern i primavera hi hagué una elevada correlació rectilínia entre els dos cations dominants. La regressió entre Na i Ca que donem a la taula 8.14 és només per a la fase d'hivern-primavera.

La tendència a augmentar els quocients Na/Ca i Na/Mg a les crescudes, moltes d'elles a l'hivern i a la primavera, no es contradiu amb les variacions lineals descrites durant aquesta època de l'any. En efecte, les regressions lineals entre Na i Ca, i entre Mg i Na (taula 8.14) tenen termes independents de valor absolut molt alt i significativament diferents de zero. Degut a aquests termes independents, les regressions prediuen l'augment del quocients Na/Ca i Na/Mg a baixes concentracions, que és el que realment s'observa (figs. 8.22 a i b).

La interpretació de la histèresi entre Ca i Na podria ser la mateixa que per al Mg, però vé complicada per els dèficits esporàdics de Ca a l'estiu (figs. 8.6 i 8.21a). Hom pot pensar bé que aquests dèficits són puntuals, i que la major riquesa en Na de la branca ascendent reflexa la demanda biològica de Ca, o bé que aquesta major riquesa de Na correspon a precipitacions menys accentuades de Ca. Degut a les concentracions relativament baixes (desde el punt de vista de la saturació respecte del CaCO_3) que hi ha a TMP, inclús a l'estiatge, la precipitació de Ca no tindria lloc per un procés merament químic, sinó que estaria mediada per l'activitat dels organismes de la riera. En particular, les molles aquàtiques (Fontinalis antipyretica) tendeixen a precipitar Ca amb facilitat (R. Margalef, com. pers.). Aquestes molles són abundants al llit de TMP. Les dues opcions que hem exposat correspondrien bàsicament a (1) la demanda de Ca per part de la vegetació terrestre i aquàtica, i a (2) la precipitació de Ca deguda a l'activitat dels organismes de la riera (molles, i potser també les algues i fanerògames aquàtiques).

La tendència a augmentar la proporció de Na a les crescudes indica que l'efecte de dilució és menor, o més curt, pel Na que pel Ca i Mg. Aixó pot ser degut a que l'aigua nova adquireixi amb més rapidesa el seu contingut de Na que el de Ca i Mg. Variacions en les proporcions iòniques a TMP es poden obtenir també com a conseqüència de proporcions variables en la quantitat d'aigua d'escorriment aportada per diferents sectors de la conca. Hi ha una variació apreciable en les proporcions catiòniques dintre de la conca de TMP, segons l'altitud, l'orientació, i els tributaris individuals (C. Bellillas i A. Avila, dades inèdites). En particular, les aigües de la capçalera de TMP, a La Calma, tenen quocients: Na/Ca i Na/Mg bastant més alts que les aigües que surten de la conca sencera. Si durant la recessió de les crescudes la capçalera contribuís a l'escorriment total en un percentatge major que durant el cabal de base, s'obtindrien els enriquiments relatius de Na observats a TMP a cabals alts.

La separació vertical de les dues branques dels llaços histerètics és una mesura de la importància de la histèresi,

i, en el cas particular de la nostra hipòtesi de la demanda biològica, hauria de ser major quan majors fossin els requeriments biològics del nutrent considerat. La separació vertical de les branques de la histèresi respecte el Na és pràcticament la mateixa per al Ca (25 - 35 $\mu\text{eq/L}$) que per al Mg (uns 30 $\mu\text{eq/L}$; fig. 8.23a). La mineralomassa arbòria aèria és de 1196 kg/ha de Ca, i de 107 kg/ha de Mg (Ferrés et al., 1982); aixó representa, en equivalents, una demanda de Ca 6.8 vegades superior a la de Mg. Es pot argumentar que gran part del Ca es troba en teixits de baixa renovació (fusta i escorça), en part acumulats ràpidament en les primeres dècades de vida de l'arbre, mentre que el Mg es troba en bona part a les fulles i als brots de l'any i que, per tant, la proporció Ca/Mg en la caiguda de virosta i en la lixiviació representaria millor les demandes actuals. La virosta aporta anualment al terra de la parcel·la 40.3 i 5.73 kg/ha de Ca i Mg, respectivament (Ferrés et al., 1982). Aixó dona una demanda de Ca, en equivalents, 4.3 vegades superior a la de Mg. Si considerem que tots els aports nets de Ca en el trascol de l'alzinar venen de la DS, però que la meitat dels de Mg són de lixiviació (apartat 7.8.1), cal incrementar la demanda de Mg en 0.9 kg/ha/any (taula 7.4), i les necessitats de Ca esdevenen 3.7 vegades majors que les de Mg, en equivalents. La demanda deguda a la producció d'arrels fines és desconeguda.

Es a dir, inclús la més favorable de les hipòtesis (demanda Ca/demanda Mg = 3.7), no lliga aparentment amb el fet de que l'amplada de la histèresi respecte al Na sigui igual per al Ca que per al Mg. Podem pensar que:

- (1) la histèresi observada reflexa malgrat tot, la demanda de Ca i Mg en els boscos dels vessants:
 - . les xifres citades de requeriments nutritius són anuals. Es possible que entre maig i agost (branca ascendent del llaç) hi hagi una major absorció de Mg per a satisfer la producció de fulles noves, que es correspondria presumiblement amb un màxim en la síntesi de clorofila.
 - . als sòls de la conca, el compartiment de cations intercanviables està dominat pel Ca. Les proporcions Ca/Mg en equivalents, valen 2.6 - 5.9 a la parcel·la, i 5.4 - 16.3 a la capçalera (segons anàlisis realitzades pel Servei d'Investigació Agrària de la Generalitat).

Aquestes proporcions són molt més altes que les de les aigües de TMP. Es possible que la gran reserva de Ca intercanviable amorteixi les variacions d'aquest ió que es puguin derivar entre altres raons, de l'absorció per les arrels, reduint així la magnitud de la histèresi respecte el Na.

(2) la histèresi observada reflexa principalment la demanda biològica de Ca i Mg per part dels organismes de la riera:

- . degut a la menor importància de la biomassa estructural, és possible que la proporció Ca/Mg en els requeriments dels organismes aquàtics (molses, algues, fongs, invertebrats, i fanerògames) de TMP sigui bastant menor que en els boscos dels vessants (per exemple, Escherichia coli té el mateix contingut de Ca que de Mg (dades recollides per Luria 1960, i reproduïdes per Stanier et al. 1970, pàg. 67)).
- . durant juliol-setembre, gran part dels sòls de la conca deuen trobar-se hidrològicament desconectats de la xarxa de drenatge, degut a la seva sequedat. Per tant, una absorció intensa de nutrients en els alzinars durant aquesta època podria no tenir efectes immediats sobre el quimisme de TMP. Aixó disminueix l'aplicabilitat de la hipòtesi (1).

(3) la histèresi observada no es deu a la demanda biològica de nutrients sinó a variacions en les proporcions de Na, Ca, i Mg que es meteoritzen o que es retenen en el complex d'intercanvi:

- . aquestes variacions podrien ser estacionals o lligades a la hidrologia, i venir determinades pels canvis en les condicions del sòl: temperatura, humitat, pressió parcial de CO₂, contingut d'àcids orgànics, etz. Encara que totes aquestes variables deuen tenir gran importància sobre les taxes de meteorització, no sabem de quina manera concreta podrien explicar la histèresi observada.
- . podem assenyalar que, a diferència de l'absorció radicular, la meteorització i l'intercanvi catiónic deuen tenir lloc també a majors profunditats en el sòl i en fissures de la roca. Aquests llocs poden

romandre saturats, i drenar a la riera, durant tot o bona part de l'estiu. L'observació de que els horitzons superficials del sòl (<1m) dels vessants estan en gran part hidrològicament aïllats de la riera durant els mesos estivals no és doncs aplicable en aquest cas.

Com es pot observar a la figura 8.21a, les proporcions entre els dos cations dominants, Na i Ca, a TMP variaren al llarg de l'estudi. El quocient Na/Ca fou inicilament alt(1.1 -1.2, en termes d'equivalents , entre desembre 1978 i febrer 1979), devallà sostingudament fins c. 0.9 (octubre 1979), remontà altre cop fins a 1.06 -1.07 (setembre 1980) per a disminuir novament a c. 0.9 durant la tardor del 1980 i principis d'hivern 1981. S'observarà que aquesta variació (fig. 8.21a; prescindim dels 3 pics corresponents a les mostres amb suposada precipitació de Ca):

- (1) no és un "soroll" natural de la riera, perquè l'autocorrelació és evidentment alta.
- (2) no sembla bàsicament, un artefacte analític, perquè les dates en que s'inverteix la tendència de canvi (d'augmentar a disminuir i viceversa) no coincideixen amb les diferents tongades d'anàlisi, ni amb canvis metodològics.
- (3) no és una variació estacional de cicle anual: els valors màxima tarden uns 19 mesos en repetir-se (de gener-febrer 1979 fins setembre 1980).
- (4) com ja hem vist, les variacions hidrològiques poden explicar només una petita part d'aquesta variació (fig. 8.22a) .

Es a dir, no sabem qué és el que determina les variacions a termini mitjà (6-10 mesos) en les proporcions entre els dos cations dominants a TMP. En particular, un dels aspectes inexplicats k'aquestes variacions del quocient Na/Ca és la seva progressiva, però sostinguda baixada des del gener fins a l'octubre del 1979. El comportament del Cl a TMP pot ajudar a interpretar-la.

Potassi

Com es pot veure a la figura 8.5, el comportament del K a TMP és completament diferent del del Na, Ca, i Mg. La concentració de K és sempre molt baixa i, en termes absoluts, molt constant.

Per exemple, el 50% de les mostres donaren entre 6.4 i 8.4 $\mu\text{eq/L}$ de K. La desviació típica de les concentracions de K a TMP és de només 1.3 $\mu\text{eq/L}$, mentre que la de Na és de 59.0, la de Ca 63.2, i la de Mg 38.6 $\mu\text{eq/L}$ (taula 8.3). Durant els darrers 14 mesos de l'estudi, la desviació típica del K fou de només 0.56 $\mu\text{eq/L}$, i el seu coeficient de variació de només el 8.0%.

Per altra banda, la poca variació absoluta que es donà en les concentracions de K no seguí en absolut la pauta que hem descrit per a la conductivitat i pels 3 cations dominants. En particular, el K no augmentà durant els estiatges, ni resultà diluït a les crescudes (fig. 8.5).

Amb les mostres de tot l'estudi, el K tingué correlacions negatives febles, però significatives, amb la conductivitat, el pH, el Na, el Ca i el Mg, i correlacions negatives que ratllen la significació amb la temperatura de l'aigua i el Cl (taula 8.9). Aquesta pauta de correlacions és única pel K, i situa aquest ió completament apart dels altres (les correlacions amb NO_3 i PO_4 ens són desconegudes, perquè aquests dos ions foren indetectables la major part de les vegades; utilitzant les mostres en què es trobà una concentració detectable de NO_3 , no sembla haver-hi tampoc correlació amb el K). De fet, durant els darrers 14 mesos, el K a TMP estigué més negativament correlacionat amb la conductivitat, el pH i el Na que durant la totalitat del període mostrejat (cond. $r = -0.53$, pH $r = -0.51$, i Na $r = -0.57$, $n=27$, $p < 0.01$; cf. taula 8.9).

La concentració de K no fou afectada de manera aparent per cap de les grans crescudes mostrejades. Per exemple, la mostra del 15-12-78 (en condicions d'estiatge extrem, i amb 85 $\mu\text{S/cm}$

de conductivitat) donà 8.4 $\mu\text{eq/L}$, exactament la mateixa concentració que s'obtingué el 14-1-79 (quan el cabal era molt gran, i la conductivitat havia baixat a 47 $\mu\text{S/cm}$). El mateix es pot dir de les crescudes del 31-10-79, 29-2-80, i 16-5-80 (fig. 8.25a, apèndix nº3).

Hem vist al capítol 7 que el trascol de l'alzinar, com el de la major part dels boscos, és molt ric en K, i que la concentració mitjana ponderada que arriba al terra de la parcel·la és de 86.1 $\mu\text{eq/L}$. Concentracions encara majors es donen al trascol entre maig i agost (fig. 7.6a). La concentració mitjana de K a TMP és només de 7.4 $\mu\text{eq/L}$. La comparació de ambdues mitjanes, i el fet que ni tan sols el màxim verno-estival d'aports de K al terra del bosc es reflexi en les concentracions de TMP (fig. 8.5), indica clarament l'alta capacitat dels sòls de la conca per a retenir el K de l'aigua que hi percola. Aquesta capacitat sembla mantenir-se en tota època, i és operativa fins i tot a cabals molt grans.

Tres mecanismes poden contribuir a aquesta retenció de K que, cal dir-ho, és una propietat típica de la major part dels sòls, siguin forestals o no: (1) absorció ràpica pels organismes, (2) adsorció en el complex d'intercanvi catiònic, i (3) fixació en l'estructura de les il·lites. Els dos primers punts, però no el tercer, són en principi també invocables pel Ca i Mg, que no són especialment retinguts. Si una absorció ràpida pels organismes del sòl (arrels, microflora, etc) fos el mecanisme dominant, hom esperaria alguna resposta estacional en les concentracions de K a les aigües de drenatge, cosa que no ha estat observada a TMP (fig. 8.5), però sí a Hubbard Brook (Likens *et al.*, 1977).

La gran costància de la concentració de K a TMP (entre 6 i 7 $\mu\text{eq/L}$ durant els darrers 16 mesos d'estudi) sugereix que aquest ió es troba en equilibri amb una fase sòlida, potser la il·lita o la sericita (muscovita).

A la figura 8.25a es representa la variació temporal de K a TMP, amb una escala molt ampliada respecte a la figura 8.5.

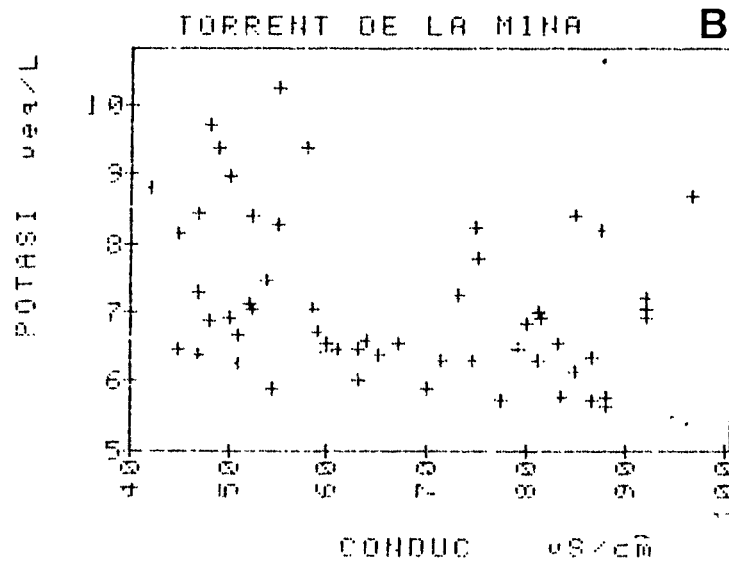
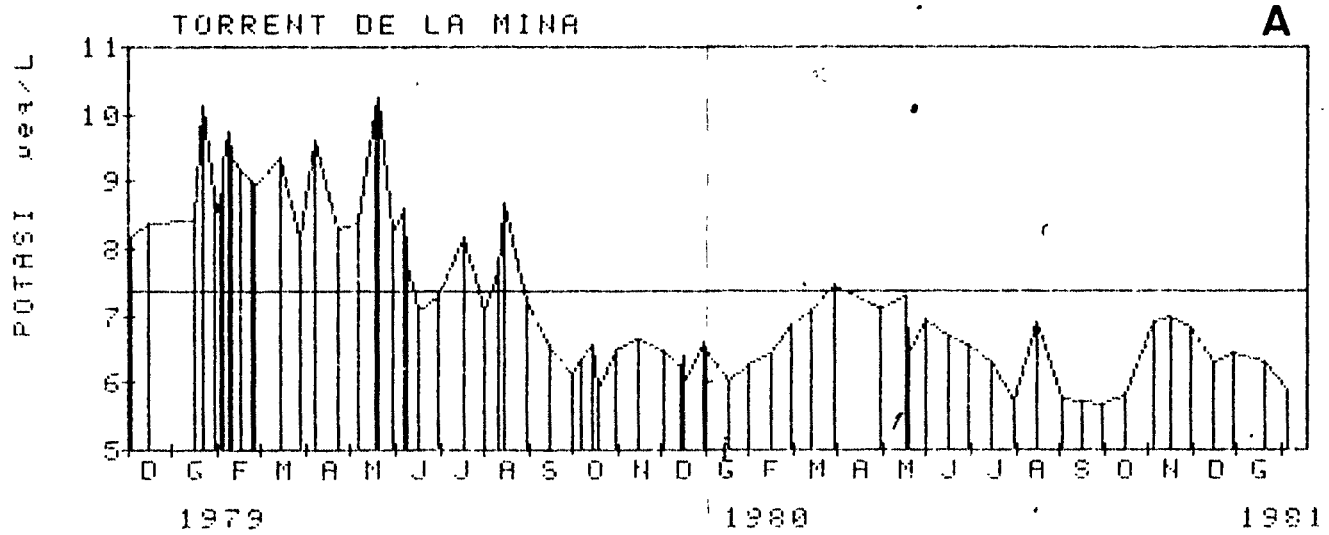


Figura 8.25 Potassi al Torrent de la Mina (TMP, Montseny).

- A) Variació temporal. Les dades són les mateixes de la figura 8.5, a escala ampliada. La recta indica la mitjana.
- B) Relació entre la concentració de K i la conductivitat, en mostres individuals. Mateix període que a A).

La concentració de K fou relativament alta (8-10 $\mu\text{eq/L}$) entre desembre 1978 i maig 1979; a continuació devallà amb algunes fluctuacions, i del del setembre 1979 fins al final de l'estudi (3-2-81) es mantingué gairebé sempre entre 6 i 7 $\mu\text{eq/L}$. Les raons per aquest canvi en els nivells de K a TMP ens són desconegudes. No sembla tractar-se d'errors analítics perquè la transició dels nivells alts als baixos es realitzà gradualment, i no coincidí amb canvis metodològics, i perquè 4 mostres posteriors al present treball, i amplament separades entre elles, donaren concentracions de K entre 6.6 i 8.5 $\mu\text{eq/L}$, amb un valor de 10.6 en la recessió de una gran crescuda (A. Avila, dades inèdites).

La relació entre el K i la conductivitat es pot veure a la fig. 8.25b. A conductivitats inferiors a 55 $\mu\text{S/cm}$ (recessions de crescudes i cabals de base alts), la concentració de K varia molt i és independent de la conductivitat. A conductivitats majors de 75 $\mu\text{S/cm}$ (cabals de base d'estiatge), també la relació entre les dues variables és molt laxa. El conjunt dels núvols de punts descriu una corba, i la paràbola és estadísticament significativa, però la conductivitat només "explica" un 19% de la variancia del K.

Durant les crescudes molt grans és probable que l'aigua travessi la conca amb un temps de residència més aviat curt. Es d'esperar que la concentració de K a l'aigua de TMP augmenti realment durant la branca ascendent de l'hidrograma i potser sigui també alta al principi de la recessió. En aquestes condicions potser l'aigua subsuperficial de drenatge ràpid (subsurface stormflow) no ha estat en contacte amb el sòl durant el temps suficient com perquè el K contingut en el trascol, més el lixiviat de la virosta, pugui ser absorbit per el sòl. També en les mateixes condicions pot haver-hi una certa contribució a la riera per part de l'escorriment superficial (overland flow), almenys procedent de les zones properes a la xarxa de drenatge, que contribuiria a augmentar la concentració de K. De totes maneres, els nivells de K haurien de baixar en poc temps als valors normals, ja que nosaltes no hem trobat concentracions altes de K a TMP en mostres

recollides a cabals molt grans (agafades en la recessió, sovint 3-5 dies després del pic de la crescuda, la data del qual podem deduir a partir dels registres diaris de precipitació del Turó de l'Home).

Igual que passava amb la proporció Na/Ca, en el cas del K trobem canvis moderats, però consistents, i de termini mitjà (5-10 mesos) en el quimisme de TMP que no estan relacionats amb l'època de l'any, ni amb les precipitacions, ni amb les alteracions conegudes dintre de la conca, ni són soroll natural, ni semblen ser, almenys en essència, errors analítics.

Utilitzant totes les mostres agafades, la concentració de K a TMP està positivament correlacionada amb la proporció Na/Ca (taula 8.9, $r=0.67$). Sorprenentment, aquesta és la relació més elevada en valor absolut, que exhibí el K a TMP. L'examen de les dades revela clarament que la correlació entre K i Na/Ca es deu a que ambdues variables tingueren valors alts i decreixents durant els primers mesos de l'estudi (figs. 8.21a i 8.25a). No sabem si aquesta situació fou o no una coincidència. Durant els darrers 14 mesos de l'estudi la correlació entre K i Na/Ca fou negativa i no significativa ($r = -0.22$, $n=24$, $p > 0.05$; s'ha prescindit de les 2 mostres amb major dèficit estival de Ca).

Clorur

La concentració de Cl a TMP varià entre 62.5 i 116 $\mu\text{eq/L}$. El 50% de les mostres tingueren concentracions entre 77 i 94 $\mu\text{eq/L}$ (taula 8.3).

Tant en termes absoluts com en termes relatius, el Cl fou molt menys variable que els 3 cations dominants a TMP: el coeficient de variació del Cl fou del 14%, mentre que els del Na, Ca, i Mg foren del 24-25% (taula 8.3).

La menor variabilitat del Cl respecte al cations dominants queda molt de manifest en la fig. 8.5. Alguns del aspectes de la variació temporal del Cl representen una versió "aplanada"

de la variació dels cations. Així, el Cl tingué concentracions relativament baixes al gener-febrer del 1979, a mitjans de juny del 1979, a finals de gener de 1980, i al maig de 1980, ocasions totes elles en que l'aigua de TMP fou bastant o molt diluïda per diferents crescudes. Per altra part, durant els estiatges dels 2 anys, la concentració de Cl anà augmentant a mesura que ho feien les dels cations dominants (fig. 8.6). En canvi, en altres ocasions, que comentarem més endavant, el comportament del Cl divergí del dels cations.

En conjunt, el Cl estigué positivament correlacionat amb la conductivitat i amb Na, Ca, i Mg, però la correlació fou només moderada. El Na fou el catió dominant menys correlacionat amb el Cl ($r=0.67$, durant tot l'estudi), i el Mg el més correlacionat ($r=0.72$, taula 8.9). Durant els darrers 14 mesos, aquestes correlacions pujaren a 0.73 pel Na, i a 0.88 pel Mg. En ambdós períodes, la correlació pel Ca fou lleugerament menor que la del Mg (taula 8.9).

La variació del Cl presentà algunes diferències notables respecte la de la conductivitat i la dels cations dominants (fig. 8.6). Després de les crescudes del gener-febrer del 1979, la concentració de Cl varià molt poc fins a primers de juny, mentre que durant aquest període, les concentracions dels cations dominants augmentaren considerablement. Les fortes crescudes d'octubre del 1979 produïren una accentuada diluïció del Na, Ca, i Mg, però la concentració del Cl continuà invariable. Igualment succeí a la crescuda mostrejada el 29-2-80 (figs. 8.5 i 8.6), i en la del 16-5-80. Quan les precipitacions de primers de novembre acabaren l'estiatge del 1980, els cations dominants devallaren moderadament, mentre que el Cl augmentà lleugerament, i no disminuí fins un mes després de que ho fessin els cations. Al gener del 1981, les concentracions dels cations disminuïren, però no la del Cl.

Les diferències anteriors poden explicar-se, a grans trets, tenint en compte que el Cl és un ió atmosfèric, mentre que el Na, Ca, i Mg són principalment litofílics.

Excepte on hi ha evaporites, la principal font del Cl que circula pels ecosistemes terrestres són els aportats atmosfèrics. Les roques ígnees i metamòrfiques tenen generalment continguts molt baixos de Cl. Krauskopf (1979) dóna com abundàncies mitjanes: 200 ppm de Cl als granits, i 170 ppm a les lutites (shales, roques sedimentàries que, en metamorfitzar-se, devenen pissarres i fil.lites). Mason (1980) dóna 130 ppm de Cl pel conjunt de l'escorça terrestre, 180 a 180 a les lutites, i 100 com a mitjana de les roques metamòrfiques de l'escud canadenc. Com els continguts de Na en les roques ígnees i metamòrfiques és del 0.9 - 2.8%, en pes (Krauskopf 1979, Mason 1980), una meteorització estacionària (que allibera ions en les mateixes proporcions que es troben a la roca) donaria lloc a un quocient Na /Cl, en equivalents, de 70 - 430 a les aigües de drenatge. Es a dir, la meteorització d'aquestes roques no ha d'alliberar generalment quantitats apreciables de Cl.

D'altra banda, la demanda de Cl per part dels vegetals és molt més baixa que la dels macroelements (N,P,K,Ca, etc.) . Aixó, junt amb la manca d'una font de Cl interna a la conca, fa que les concentracions de Cl en les aigües de drenatge siguin bàsicament les de la precipitació, augmentades per la deposició seca i per l'evapotranspiració.

El resultat és que, en una conca no alterada, els fluxos d'entrada i de sortida de Cl han de ser iguals. Per exemple en una petita conca de roure i faig a les Ardenes, Verstraten (1977) trobà que, en la mitjana de 2 anys, entraven 23.5 kg/ha/any en la deposició global, i sortien 23.7 per la riera.

L'aigua del sòl, i la que circula pel llit de la riera, s'enriqueixen en Cl degut a l'evapotranspiració, que en principi afecta a tots els ions per igual. Les concentracions de Na, Ca, i Mg (i la del HCO_3 que els neutralitza) tendeixen però a augmentar també a causa de la meteorització. Mentre que l'evapotranspiració és un fenòmen superficial (només es dóna on hi ha contacte amb l'atmosfera, o en els horitzons del sòl ocupats per les arrels), la meteorització pot donar-se també a majors profunditats. Probablement, l'evapotranspiració

depengui més del subministrament d'aigua i d'energia per a evaporar-la, que no pas la meteorització depèn de la temperatura, de la humitat i del subministrament d'àcid. En aquest cas, l'evapotranspiració tindria una major variació estacional que la meteorització. Es a dir, mentre que l'evapotranspiració es dona en superfície i de manera estacional, la meteorització segueix actuant a major profunditat i amb menor estacionalitat.

Amb les anteriors premises, podem interpretar la variació del Cl a TMP. Durant els estiatges, la concentració de Cl augmenta, degut a l'evapotranspiració estival. Els nivells de Cl són però sempre molt menors inclús que els de Mg, degut a la manca de una font de Cl dintre de la conca. També es pot observar que l'ona estival de Cl a TMP és molt més moderada que deu ser l'ona d'evapotranspiració. Degut a que els sòls parcialment secs estan hidrològicament desconectats de la riera, l'evapotranspiració en els vessants no afecta de manera immediata a la concentració del Cl a la riera. L'augment estival d'aquesta seria en gran part el resultat de l'evapotranspiració des del llit de la riera, (i recordem la manca d'un bosc de ribera mínimament constituït a TMP), més la que tingui lloc en una franja minvant de sòls saturats propers als llits de la xarxa de drenatge. Per altra banda, gran part de l'escàs cabal de base estival pot estar constituït per aigua subterrània, que no està sotmesa a evapotranspiració des de que s'infiltra per sota del nivell d'arrels fins que torna a aflorar, i que pot molt bé no ser rica en Cl.

Quan hi ha una crescuda després de l'estiatge, la precipitació renta el Cl acumulat en els sòls durant la evapotranspiració estival i aixó fa que el Cl no es dilueixi a TMP, i que inclús pugui augmentar (com succeí el novembre 1980 (fig. 8.6) i al gener 1982 (A. Avila, dades inèdites)). La major part d'aquest Cl deu sortir de la conca neutralitzat per Na (perquè el Cl atmosfèric al Montseny és d'origen marí (apartat 6.2.6), i perquè el Na té alhora poca afinitat pel complex d'intercanvi i poca demanda biològica), de manera que el rentat de Cl a les crescudes és un altre motiu que fa que el Na resulti menys diluit que

el Ca i el Mg (figs. 8.22a i b).

Després de les crescudes fortes d'hivern (gener-febrer 1979, octubre 1979, febrer 1980) el Cl no tendeix a augmentar apreciablement (fig. 8.6), perquè l'evapotranspiració és baixa en aquesta època. Aixó contrasta amb la conducta dels cations dominants que pugen sostingudament entre crescudes, encara que aquestes siguin a l'hivern.

Concentracions mínimes de Cl s'observaren tots 2 anys al maig-juny (16-6-79 i 31-5-80, fig. 8.6). La concentració mínima enregistrada de Cl a TMP es produí precisament en una crescuda moderada mostrejada el 16-6-79. En aquesta època de l'any, els clorurs del sòl han sigut abundantment rentats per les pluges entre octubre i maig, però l'evapotranspiració acumulada des del principi de la primavera encara no deu haver sigut suficient per a augmentar altre cop les concentracions de Cl. Per tant, crescudes discretes (1979), o fins i tot el final d'una recessió d'una crescuda gran (1980) poden donar lloc als mínims observats en aquests mesos.

Un aspecte poc esperable del comportament del Cl és la seva constància relativament alta. Malgrat els diferents factors citats, hom esperaria una major fluctuació estacional de les concentracons de Cl a la riera. De fet, però, el Cl acostuma a ser un dels ions més constants en les aigües de drenatge, almenys en conques forestades. Tal situació es dóna d'Hubbard Brook (Juang i Johnson 1967) i a les rieres sobre quarsita del Shenandoah N.P. (Shaffer 1982). Sembla que els ecosistemes forestals regulen les concentracions de Cl, tot i mantenint fluxos de sortida iguals o semblants als d'entrada, més del que hom pensaria. Una via evident és a través de l'intercanvi iònic, com suggeriren Juang i Johnson (1967). En bona mesura, aixó contradiria la visió tradicional de que el Cl és un anió poc adsorbible (p.ex. Larcher 1977, p.119). El complex d'intercanvi aniònic en els sòls ha rebut molta menys atenció que el catiònic, encara que recentment augmenta l'interés pel tema degut a que la movilitat dels anions en el sòl es considera actualment un factor clau que regula la pèrdua

de nutrients per les aigües de drenatge (Christophersen i Seip, 1982, Cronan et al. 1978).

Nitrat

De les 59 mostres en les quals s'analitzà NO_3 a TMP durant aquest estudi, 42 donaren indetectable. Segons les tongades analítiques, el límit de detecció fou de 0.5 $\mu\text{eq/L}$ (25 mostres) ó de 1.0 $\mu\text{eq/L}$ (17 mostres).

Concentracions detectables de NO_3 a TMP es trobaren en les altres 17 mostres analitzades. La concentració en aquests casos varià entre 0.5 i 4.9 $\mu\text{eq/L}$, amb una mitjana aritmètica de 2.0 $\mu\text{eq/L}$.

Degut a la gran freqüència amb que es donaren concentracions indetectables de NO_3 a TMP, no hem representat gràficament cap correlació amb les altres variables.

La major part de les mostres amb NO_3 detectable, i totes les que donaren més de 1 $\mu\text{eq/L}$, correspongueren a les principals crescudes i a les mostres que seguiren a les crescudes. Per exemple, les 2 mostres del desembre 1978 (amb cabal escassíssim i una aigua molt concentrada) donaren menys de 0.5 $\mu\text{eq/L}$. La mostra següent (14-1-79, a cabal molt gran durant la recessió de la crescuda del 9-1-79) donà 4.9 $\mu\text{eq/L}$, la concentració màxima trobada en aquest estudi. Des d'aleshores fins a finals de febrer, la concentració varià entre 1.6 i 3.2 $\mu\text{eq/L}$, amb un altre pic de 4.0 $\mu\text{eq/L}$ el 2-2-79, després de la crescuda de finals de gener. A mitjans de març ja tornava a haver-hi menys de 0.5 $\mu\text{eq/L}$. Des d'aleshores, amb una sola excepció, la concentració fou sempre menor de 1 $\mu\text{eq/L}$ fins a les crescudes d'octubre del 1979, en que es mesuraren 0.8 $\mu\text{eq/L}$ el 15-10, 1.5 $\mu\text{eq/L}$ el 19-10, i 3.4 $\mu\text{eq/L}$ el 31-10. Aquesta darrera mostra fou la de major cabal i d'aigua més diluïda, ja que el 25 i 27 d'octubre havien hagut precipitacions abundants (118 mm a LC entre el 20 i el 31-10-79). A mitjans de novembre la concentració de NO_3 a TMP tornava a ser menor de 0.5 $\mu\text{eq/L}$, i romanguè així fins el 30-1-80, en que es mesuraren 0.9 $\mu\text{eq/L}$

al mateix temps que l'aigua de TMP resultaca molt diluïda per la fusió de la neu caiguda els dies 17 i 18 de gener. A la crescuda de finals de febrer (mostra agafada el 29-2, havent caigut uns 137 mm de pluja, la major part dels quals foren el 24-2) es mesuraren 1.8 $\mu\text{eq/L}$, i 1.0 $\mu\text{eq/L}$ el 14-3-80. Des de finals de març fins a finals de l'estudi (3-2-81) la concentració de NO_3 fou sempre inferior a 1.0 $\mu\text{eq/L}$. Es de resaltar que la crescuda de mitjans de maig donà nivells inferiors a 0.5 $\mu\text{eq/L}$, essent aquesta l'única de les principals crescudes mostrejades en que no trobàrem NO_3 en les mostres recollides.

En resum la concentració de NO_3 a TMP es caracteritza per:

- (1) nivells baixíssims ($<1 \mu\text{eq/L}$) al cabal de base.
- (2) nivells majors, però també baixos, a la recessió de les crescudes importants. Les concentracions mesurades en aquestes condicions han sigut generalment de 2-5 $\mu\text{eq/L}$.
- (3) es a dir, a diferència dels cations dominants, la concentració de NO_3 tendeix a augmentar després de precipitacions abundoses.
- (4) la manca d'augment a la crescuda de mitjans de maig podria ser deguda a una major demanda biològica de NO_3 en aquesta època de l'any.

A les conques amb boscos de Quercus prinus i Pinus strobus del Shenandoah N.P., les concentracions de NO_3 són també molt baixes (mitjana ponderada per cabal 1.0 - 1.5 $\mu\text{eq/L}$ (Shaffer 1982), però la concentració augmenta als mesos d'estiu i tardor quan els cabals són molt baixos. Aques augment estival no es dona a TMP.

A les rieres de Hubbard Brook, amb boscos de Acer, Fagus, i Betula, la concentració de NO_3 és alta, amu una mitjana ponderada de 32.4 $\mu\text{eq/L}$ (Likens et al. 1977) i amb una variació estacional accentuadíssima. Les concentracions màximes es donen a finals d'hivern i principis de primavera, coincidint amb cabals molt abundosos produïts per la fusió de la neu. La mitjana ponderada a l'hivern i a la primavera és de uns

40 µeq/L, mentre que a la temporada vegetativa (juny-setembre) és de 7.1 µeq/L (Likens et al. 1977, p.76). En molts anys, la mínima de les concentracions mitjanes mensuals és de l'ordre de 2 µeq/L (figura 17b de Likens et al. 1977). Aquest contrast estacional tan fort es pot seure, segons els autors citats, a la demanda biològica de NO₃ durant l'estació vegetativa i, també, a l'existència de condicions potencialment favorables a la nitrificació en els sòls coincidint amb el desgel.

La importància que té l'acumulació de nitrogen en la biomassa d'un bosc en creixement fou posada de manifest per Martin (1979): en boscos vells de caducifolis de Nova Anglaterra trobà que les concentracions de NO₃ a les rieres eren molt més altes que les de les conques amb boscos semblants però més joves de Hubbard Brook, i a més a més no variaven estacionalment. Ambdues coses serien probablement degudes a la manca d'incorporació neta de NO₃ en un sistema quasi-estacionari. Aquests resultats obliguen a prendre amb reserves la creença generalitzada entre els ecòlegs de que els ecosistemes madurs retenen els nutrients amb major eficàcia

Fosfat

A TMP, 61 de les 67 mostres en les quals s'analitzà el PO₄ (ortofosfat soluble) donaren indetectable (< 0.3 µeq/L).

Les 6 mostres restants tingueren concentracions de PO₄ entre 0.3 i 2.6 µeq/L, amb una mitjana aritmètica de 1.2 µeq/L. Aquestes 6 mostres foren contigües en el temps: del 20-1 al 11-2-79. En aquest aspecte, la variació temporal del PO₄ fou molt semblant a la del NO₃, doncs tots dos ions passaren de nivells indetectables quan els cabals eren molt minsos (desembre 1978) a concentracions baixes, però mesurables, durant el gener i part del febrer. Com ja hem dit sovint, el gener de 1979 fou extraordinàriament plujós i es registraren 3 crescudes de gran magnitud: el dia 8, els dies 18-19, i els dies 22-23.

A diferència del NO_3 (que donà un màxim de concentració ja el 14-1), la concentració de PO_4 fou encara indetectable el 14-1, amb un cabal molt gran, i fou de només 0.3 $\mu\text{eq/L}$ el dia 20-1. Les concentracions més altes de PO_4 foren els dies 28-1 i 2-2-79. La concentració havia ja baixat a 0.6 - 0.8 $\mu\text{eq/L}$ els dies 9-2 i 11-2, i fou indetectable el 16-2-79. Es a dir, la concentració de PO_4 tornà a nivells indetectables unes 2-4 setmanes abans de que ho fessin les de NO_3 (els nivells analítics de detecció foren quelcom diferents pels dos ions, 0.3 pel PO_4 v. 0.5 $\mu\text{eq/L}$ pel NO_3 , però això no impedeix de comparar les seves pautes de variació relativa).

També a diferència del NO_3 , cap altre de les crescudes mostrejades en el present estudi donà nivells detectables de PO_4 .

8.4.2 Altres rieres del sector de La Castanya

En línies generals, la variació temporal del quimisme de RCi RCF fou semblant a la que hem descrit per a TMP. En particular, en totes 3 rieres: (1) hi hagué un marcat efecte de dilució en les principals crescudes; (2) les concentracions de Na, de Mg i en part, de Ca augmentaren sostingudament durant l'estiatge; i (3) les correlacions entre la conductivitat, el Na i el Mg foren molt elevades.

Aquesta semblança general es pot comprovar en les figures 8.5 a 8.9, en les taules 8.3 a 8.5, i en les taules 8.9 a 8.11. La descripció que segueix es centra bàsicament en les diferències observades entre TMP i les altres dues rieres.

Conductivitat

La variabilitat relativa de la conductivitat, així com la de Na, Ca i Mg, fou molt menor a RC i RCF que a TMP. Els coeficients de variació d'aquestes 4 variables durant el període comú de mostratge (desembre 1979-gener 1981) foren: TMP 20-22%, RC 12-15%, i RCF 11-15% (taules 8.3 a 8.5).

Es a dir, RC i RCF resultaren bastant més estables químicament, en termes de variabilitat relativa i amb la freqüència de mostratge utilitzada, que TMP.

Un aspecte particular d'aquesta major estabilitat el trobem en l'augment de la conductivitat durant l'estiatge del 1980. Entre el 15-7 i el 3-11 (111 dies), la conductivitat augmentà en 20.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a TMP, 16 a RC, i 10 a RCF. Les taxes mitjanes d'augment foren ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$): TMP 0.18, RC 0.14, i RCF 0.09. El mateix comportament s'observà a l'estiatge del 1981 (A. Avila, dades inèdites).

La raó per la que durant l'estiatge a RCF augmenta menys la conductivitat, tant en termes d'increment absolut com relatiu, que les altres 2 rieres és probablement que, degut al seu major tamany i a la seva major altitud mitjana, manté un cabal de base estival molt més gran. Aixó fa que

per una banda els efectes de l'evapotranspiració des del llit de la riera siguin menys apreciables, mentre que per l'altra indica segurament unes majors reserves subterrànies d'aigua, que alimentarien la riera durant l'estiu, i contribuirien a la relativa constància del quimisme durant l'estiatge.

A l'hivern i a la primavera, la conductivitat de RCF és major que la de TMP (uns 7-15 $\mu\text{S}/\text{cm}$ major, al 1980). Degut però al major augment de la conductivitat a TMP durant l'estiu, s'arriba a finals de l'estiatge amb una situació invertida, i la conductivitat de TMP és uns 2-4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ major que la de RCF. El mateix comportament es donà al 1981 (A. Avila, dades inèdites). A la tardor del 1980, després de que les precipitacions de primers de novembre acabessin parcialment amb el estiatge, les conductivitats de TMP i RCF foren molt semblants (figs. 8.5 i 8.9).

L'efecte de dilució de les crescudes de mitjans de maig fou molt aparent a RC i RCF (figs. 8.7 i 8.9). A RC, on no disposem de mostres per a la crescuda de finals de febrer, la brusca devaluada i la ràpida recuperació de la conductivitat, i de les concentracions de Na, Ca, i Mg, a la crescuda mostrejada el 16-5-80 destaqués en especial (fig. 8.7).

A RCF, hi hagué 3 ocasions en que la conductivitat disminuí molt més que a TMP i a RC: el 30-1-80, el 16-11-80, i el 3-2-81. Aquestes foren les 3 úniques ocasions durant el present estudi en que s'havien produït nevades importants al Montseny. Degut a la major altitud de RCF, la neu perdura molt més que a TMP i a RC. Aixó, unit potser a una precipitació més abundosa, es traduiria en un efecte de dilució més fort ó més persistent a RCF durant la fusió de la neu.

Sodi, calci i magnesi

Com ja hem dit, el comportament del Na i Mg fou molt semblant a les 3 rieres del sector de LC: en totes 3, trobarem un fort efecte de dilució, uns augments considerables durant l'estiatge, i unes correlacions molt elevades entre els 3 ions i amb la conductivitat.

Al núvol de punts entre Na i conductivitat de cada riera (fig. 8.16) podem veure l'estreta correlació linial que hi ha entre les dues variables. El núvol de punts de TMP queda però netament per damunt dels de RC i RCF, indicant que és una riera relativament més rica en Na que les altres dues. Els núvols de RC i RCF estan bastant alineats l'un respecte a l'altre, i el de RCF representa, essencialment, una versió més diluïda de l'aigua de RC, pel que fa a la relació entre Na i conductivitat. La diferència entre les 3 regressions lineals corresponents està més en els coeficients de regressió que en els termes independents (taules 8.14 a 8.16, fig. 8.16). Aixó vol dir que les concentracions de Na de TMP i RCF tendeixen a convergir a cabals alts, i a divergir en els estiatges (la comparació amb RC vé dificultada per l'elevada conductivitat d'aquesta riera, fig. 8.16). Segons els coeficients de regressió, cada indrement de 1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la conductivitat va acompanyat d'increments de Na de 2.80 $\mu\text{eq}/\text{L}$ a RCF, 3.17 a RC, i 3.57 a TMP. Les diferències entre els 3 coeficients són estadísticament significatives (taules 8.14 a 8.16).

La relació entre Mg i conductivitat és lineal a RCF, però curvilíneal (amb disminució de l'augment de Mg a conductivitats altes) a TMP i RC (fig. 8.17, taules 8.14 a 8.16). La major riquesa relativa de RCF en Mg es manifesta en la posició del seu núvol de punts, per damunt dels de les altres 2 rieres (fig. 8.17). Els núvols de TMP i RC estan bastant alineats entre ells, essent TMP una versió més diluïda de RC; no es cometeria un error massa gran combinant els 2 núvols en una única regressió lineal (fig. 8.17).

La relació entre Mg i Na és també lineal a RCF i curvilíneal a TMP i a RC (fig. 8.18, taules 8.14 a 8.16). La major riquesa relativa de RCF en Mg, i de TMP en Na, queden novament de manifest. No obstant, a concentracions mitjanes i baixes, la relació entre Mg i Na a TMP no s'allunya massa d'una versió diluïda de RC. És a concentracions altes, durant els estiatges, que TMP divergeix de RC, desenvolupant un dèficit de Mg (o un excés de Na). La mateixa corbatura, indicant menor augment de Mg que de Na, es produeix a RC a

però és més moderada que a TMP (fig. 8.18) . Tal fenomen no s'observà a RCF (fig. 8.18) .

Durant l'hivern i la primavera, el Ca es comportà com el Na i Mg, però a partir de juliol fins a l'octubre (RCF) o novembre (RC) la concentració de Ca fluctuà de manera erràtica (figs. 8.7 i 8.9) . Les fluctuacions foren més amples a RC que a RCF. A l'estiu, sobre les pedres de la vora del lli de les rieres (especialment a RC, però també a TMP i RCF) una franja blanca de sals precipitades quan s'evapora l'aigua que les mulla recurrentment, degut a l'oscil·lació de la superfície de l'aigua. A mesura que disminueixen els cabals, baixa el nivell de l'aigua i aquesta franja creix cap avall, fins a tenir uns 4-6 cm d'ample. Donada la composició de l'aigua d'aquestes rieres i les diferents solubilitats de les sals, aquesta franja estaria formada principalment per CaCO_3 .

L'aspecte de les fluctuacions estivals de Ca a RC i RCF és el de precipitacions ocasionals, i potser de diferent intensitat, del Ca en el llit de la riera. Com, donats la temperatura, el pH, i la concentració de Ca durant l'estiatge de RC (figs. 8.4 i 8.7), no és esperable una precipitació química de CaCO_3 , cal que el Ca sigui separat per altres vies, com podria ser l'acumulació en la franja de fluctuació que hem descrit, i la precipitació mediada per l'activitat dels organismes (mol·les aquàtiques, algues, etc). Com hi ha una entrada contínua de nova aigua subsuperficial o subterrània en el llit de la riera, la resposta esperable no seria la de una disminució continua del Ca, ni una única disminució brusca, sinó una sèrie de fluctuacions produïdes per la diferència d'intensitat en la precipitació del Ca en diferents dates, per la barreja amb l'aigua que aflora al llit, i potser, per la redissolució parcial del Ca previament precipitat.

La riquesa en Ca augmenta en l'ordre TMP, RCF, RC, i aquesta és la mateixa ordenació de les rieres per importància creixent (en termes de freqüència) de la suposada precipitació de Ca estival en el llit de la riera. Així, a l'estiatge del 1980, hi hagueren 2 mostres amb molt dèficit de Ca a TMP, 7 a RCF, i 14 a RC.

Els núvols de punts entre Na i Ca es poden veure a la figura 8.19. A l'hivern hi ha una bona correlació rectilínea a RC i RCF, i RCF a'assembla molt a una versió diluïda de RC (fig. 8.19, taules 8.15 i 8.16). A l'estiu, els punt amb dèficit de Ca es separen clarament de la tendència hivernal (fig. 8.19).

En el gràfic de Na respecte Ca (fig. 8.19), el núvol de TMP es destaca clarament dels de RC i RCF per la seva major proporció de Na. Prescindint de les ocasions amb dèficit de Ca, a TMP s'observa una tendència a corbar-se el núvol de punts pels extrems, la significació estadística de la qual és dubtosa ($p=0.06$ per al terme quadràtic de la paràbola). Aquesta tendència no s'observa a les concentracions hivern-primavera a RC i RCF.

Igual que a TMP, a RC i RCF es donà una histèresi entre Mg i Na, del mateix signe que a TMP (contrari a les agulles del rellotge, amb Mg a les abscisses). A RC, com a TMP, es poden distingir el període rectilini hivernal i el llaç histerètic durant i després de l'estiatge (fig. 8.23b). A RC el llaç histerètic fou més estret que a TMP, amb una diferència mitjana entre les branques de uns 17 $\mu\text{eq/L}$ (30 a TMP). Els pendents de les trajectòries hivernal i de la branca ascendent del llaç diferiren menys a RC que a TMP.

A RCF, ni la recta hivernal ni el llaç histerètic estigueren tan ben definits com a TMP i RC. La característica més destacable a RCF fou que, a l'acabar l'estiatge del 1980, el Mg no resultà tan diluït com el Na, i les concentracions dels dos romangueren semblants fins a finals de l'estudi, en contrast amb la situació anterior a novembre del 1980 en que el Na dominà més clarament sobre el Mg (fig. 8.9),

A RC, el quocient Na/Mg disminuï durant els 14 mesos de l'estudi, des d'un valor inicial de 1.31 al desembre 1979 fins a 1.18 al 3-2-81, en termes d'equivalents (fig. 8.24a). La tendència general decreixent resultà trencada (presumiblement) després de la crecuda de finals de febrer (de la que

no tenim mostra, però valors relativament alts s'obtingueren a finals de març i a finals d'abril), mentre que el valor màxim es donà a la crescuda de mitjans de maig (1.48, el 16-5-80). El quocient Na/Mg romangué molt constant entre els mesos de juliol i setembre (al voltant de 1.31), i seguí disminuint fins a finals de l'estudi. La proporció entre Na i Mg augmentà doncs moderadament a les crescudes, fou constant a l'estiu, i manifestà una tendència a devallar continuadament durant la resta del temps (fig. 8.24a).

A RCF, el quocient Na/Mg tingué també valors alts a les crescudes de finals de febrer i de mitjans de maig, i durant 1 ó 2 quinzenes després d'aquestes ocasions; fou molt constant, al voltant de 1.12, entre desembre 1979 i setembre 1980 (amb les excepcions citades), però a l'octubre i novembre disminuí a 1.02, i es quedà a un nivell baix fins a finals de l'estudi (fig. 8.24b). La disminució del quocient Na/Mg començà abans de que les precipitacions de primers de novembre diluissin l'aigua de RCF.

El quocient Ca/Mg no semblà afectat per la crescuda de mitjans de maig, ni a RC ni a RCF. A la crescuda de finals de febrer, i també 15 dies després, el quocient Ca/Mg tingué els seus valors màxims a RCF, però l'augment fou moderat.

Les correlacions del quocient Na/Ma foren semblants a RC i a RCF. Als 2 llocs les correlacions més importants, totes elles significatives, foren: amb Mg, amb Cl i amb la conductivitat, per aquest ordre (taules 8.10 i 8.11). En canvi, a TMP, i durant el període comú, aquest quocient no estigué linealment correlacionat amb la conductivitat ni amb el Mg, però sí (encara que més feblement que a RC i RCF) amb el Cl. A TMP, en el mateix període, el quocient Na/Mg estigué molt positivament correlacionat amb la temperatura de l'aigua ($r=0.78$), mentre que a RC la correlació fou significativa però feble ($r=0.45$), i a RCF no fou significativa ($r=0.24$).

Potassi

Com a TMP, la variabilitat relativa del K a RC fou molt menor que la dels 3 cations dominants. A RC, el coeficient de variació del K fou de 7.5%, en front de 12-15% pels cations dominants. A TMP, durant el període comú, obtinguerem 8.0% pel K, i 20-22% pels altres cations. En canvi, a RCF la variabilitat relativa del K fou igual que la del Na, i una mica major que la del Ca (taula 8.5).

La concentració de K a RC varià entre 10.2 i 13.3 µeq/L en 25 mostres durant 14 mesos. Es a dir, la concentració de K a RC fou molt constant, i bastant més alta que la de TMP, la qual per al mateix període varià entre 5.7 i 7.4 µeq/L.

A diferència de TMP, a RC el K manifestà un efecte de dilució (amb concentració mínima a la crescuda de mitjans de maig), i augmentà la seva concentració durant l'estiatge. (fig. 8.7). Totes dues propietats les manifestà en un grau molt més moderat que el Na, Ca i Mg. En particular, la concentració de K s'estabilitzà a un valor (relativament) alt ja a mitjans d'agost, mentre que les concentracions de Na i Mg continuaren pujant com a mínim un mes més tard (fig. 8.7).

Com a conseqüència de la pauta anterior, a RC el K es correlacionà positivament amb la conductivitat ($r=0.83$), mentre que a TMP ho féu negativament ($r=-0.53$, pel període comú, $n=27$).

A RCF, la concentració de K varià entre 6.1 i 10.3 µeq/L. En aquesta riera, el K resultà diluït el 30-1-80 (com a resultat de la fusió de la neu) i en la crescuda de mitjans de maig, però no en la de finals de febrer, i molt poc en les altres 2 nevades (16-11-80 i 3-2-81). Encara que la concentració màxima s'obtinguè a mitjans d'agost, les concentracions estivals, a diferència de RC, no destacaren gaire de les de la resta de l'any (fig. 8.9). El K estigué aquí correlacionat positivament amb la conductivitat ($r=0.68$, taula 8.11), però no tant com a RC.

A TMP, totes les correlacions del K tingueren signe negatiu (excepte amb els quocient catiónics), tant durant el període comú com durant tot l'estudi (taula 8.9). Durant el període comú, la correlació més forta fou amb el Na: $r=-0.57$. A RC i RCF totes les correlacions del K tingueren signe positiu (excepte amb alguns quocients catiónics). Les variables més correlacionades amb el K foren la conductivitat, el Na, i el Cl a RC ($r=0.82 - 0.83$), i el NO_3 i el Ca a RCF (0.72 - 0.73), seguits del Cl (0.70) (taules 8.10 i 8.11).

A les rieres de Hubbard Brook s'observa una disminució de la concentració de K durant la temporada vegetativa (mitjana ponderada juny-setembre: 3.58 $\mu\text{eq/L}$; i a les altres estacions: 5.11 - 6.4 $\mu\text{eq/L}$ (Likens et al. 1977, p. 76), probablement atribuïble segons aquests autors a l'absorció biològica de K en aquesta època. Al Montseny, el K, malgrat trobar-se també en concentracions molt baixes a les rieres, no manifesta aquest efecte (figs. 8.5 i 8.9). De fet, a RC les concentracions de K són màximes a l'estiu (fig. 8.7).

El diferent comportament del K a les 3 rieres del sector de La Castanya poden reflexar diferents mecanismes de regulació de la seva concentració, relacionats d'alguna manera amb les característiques de les conques. A TMP, les concentracions molt baixes i molt constants (especialment durant els darrers 14 mesos) poden interpretar-se o bé com indicatiu de l'existència d'un equilibri amb una fase sòlida (p.ex. la il.lita) o bé per un subministrament de K limitat degut a la resistència de la muscovita a la meteorització, però que hauria de ser proporcional al flux d'aigua per tal de mantenir les concentracions constants.

A RC, les concentracions més elevades de K indiquen segurament un major subministrament que a TMP (la mitjana aritmètica és un 81% major a RC que a TMP). Com la variabilitat relativa del K a RC és bastant menor que la dels cations dominants cal que hi hagi també algun mecanisme de regulació del K a RC.

Les principals diferències entre les conques de RC i de TMP que podrien originar les diferències entre les concentracions de K a les 2 rieres són: (1) la presència de 2 masies habitades a RC; (2) l'existència de conreus a RC, ocupant un 6% de la conca; (3) el major desenvolupament de la solana a RC, amb potents derrubis de pendent, i diferent mesoclima; (4) la presència d'arenisques i argiles roges del Bundsandstein a la capçalera de RC; i (5) la major freqüència del pas de ramats creuant el llit a RC.

El drenatge de les masies i els conreus, junt amb el pas dels ramats, són raons òbvies que poden incrementar la concentració del K. En part per a comprovar aquesta hipòtesi (i per motius semblants referents al NO_3 , com veurem més endavant) el 30-10-81 foren agafades mostres de TMP, RC, del Sot del Cafè i del Sot del Bassau (A.Avila, dades inèdites). Aquests dos sots, després de juntar-se, formen la Riera de La Castanya, i tots dos tenen la capçalera en terrenys del Bundsandstein, a La Calma, però la resta de les seves conques està formada de fil.lites ordovíciques. Tots dos sots estan aigües amunt de les masies, dels conreus, i del gual per on el ramat creua RC. Els resultats pel K foren ($\mu\text{eq/L}$): TMP 7.3, RC 11.6, Sot del Cafè 10.9, i Sot del Bassau 13.8. Com es pot veure a les figures 8.5 i 8.7, les concentracions a TMP i RC foren ben típiques de cada riera. Es a dir, les concentracions de K ja són altes abans de que RC rebí el drenatge de les masies i conreus de la solana. Una altra possibilitat és que les concentracions (relativament) altes de K a RC es deguin al drenatge de les arenisques i argiles triàsiques de la seva capçalera.

Si la major concentració de K a RC respecte a TMP fos degut a la capçalera triàsica hom esperaria que la concentració de K a RC disminuís des de la capçalera a la sortida de la conca. En concret, l'augment d'àrea des de l'aigua-barreig del Sot del Cafè i del Sot del Bassau fins a la sortida de la conca hauria de diluir l'efecte del triàsic en augmentar el percentatge del paleozoic. Com aquesta disminució no fou observada en la data que comentem, o bé la

major riquesa de K a RC no està relacionada amb la litologia de la capçalera, o bé altres factors contribueixen a mantenir alta la concentració de K quan la conca està constituïda majoritàriament per fil.lites. Entre aquests factors podrien estar el drenatge de les masies i conreus i el pas dels ramats, però no tenim mostres que ens informin al respecte. Una altra possible font de K a RC és la major freqüència de petits afloraments grnítics i de dics de pòrfirs entre les fil.lites, comparat amb TMP. Es probable que aquests tipus de roca continguin feldspat potàssic (mineral fàcilment meteoritzable que manca a les fil.lites ordovíciques del Montseny).

La riquesa de K a RCF és intermitja entre la de TMP i la de RC i, com la conca de RCF conté 4 masies habitades i algunes hectàrees de conreus, alguns dels plantejaments fets per a RC valen per a RCF. Aquesta conca no té, en canvi, terrenys triàsics.

Desconeixem les raons per les que el K a RCF, a diferència de TMP i RC, té la mateixa variabilitat relativa que el Na i Cc, així com el significat de que a RCF el K estigui més correlacionat amb el Ca i NO_3 , mentre que a RC ho està amb el Na i Cl.

Clorur

El comportament del Cl a RC i RCF fou en general semblant al de TMP (figs. 8.6, 8.8 i 8.9).

A diferència de TMP, però, la variabilitat relativa del Cl a RC i a RCF fou poc o gens inferior a la dels 3 cations dominants (taules 8.3 a 8.5).

Tant a RC com a RCF, el Cl experimentà un efecte de dilució més accentuat a la crescuda de mitjans de maig que a TMP (figs. 8.6, 8.8, i 8.9). A RCF, el Cl resultà diluït el 30-1-80 però no, a diferència dels cations dominants, en la crescuda de finals de febrer (fig. 8.9). Igual que a TMP, la concentració de Cl es mantingué alta després de les precipitacions de

primers de novembre del 1980, de manera que la dilució general de les aigües que tingué lloc durant els darrers 3 mesos del mostratge no afectà al Cl, o ho féu menys que als cations dominants (figs. 8.6, 8.8 i 8.9).

Igual que a TMP, les concentracions de Cl augmentaren durant l'estiatge a RC i RCF. Adeferència de TMP, la concentració de Cl a RCF semblà estabilitzar-se a un nivell alt ja cap a mitjans d'agost; a RC aixó passà a mitjans d'octubre, mentre que a TMP el Cl anà augmentant durant tot l'estiatge, arribant al màxim a mitjans i finals de novembre (figs. 8.6, 8.8 i 8.9).

En totes 3 rieres, durant el període comú, el Cl estigué molt correlacionat amb la conductivitat, i el Mg (taules 8.10 i 8.11; per a TMP, $r=0.81$ amb la conductivitat, i $r=0.88$ amb el Mg). La correlació amb el Na fou molt alta a RC, però a TMP i RCF fou moderada. La correlació amb el Ca fou alta a TMP, però moderada a RCF i baixa a RC, degut als dèficits estivals de Ca en aquestes últimes rieres.

En totes 3 rieres, el catió més correlacionat amb el Cl fou el Mg, Aixó resulta bastant sorprenent: si tenim en compte que pràcticament tot el cl que surt per la riera deu ser d'origen atmosfèric i que, al Montseny, els aportats atmosfèrics de Cl són d'origen marí (apartat 6.2.6), seria d'esperar que el catió més correlacionat fos el Na.

Una altra sorpresa, que ja és evident però en les figures de la variació temporal del Cl, és que en cap de les 3 rieres la concentració de Cl estigué gens correlacionada amb la temperatura de l'aigua. Tenint en compte la gran influència de la temperatura sobre l'evapotranspiració (almenys a nivell estacional), i l'efecte concentrador que aquesta té sobre el Cl, hom podria pensar en una bona correlació entre temperatura i Cl a les rieres. Com que no es així, cal reconèixer que l'efecte de l'evapotranspiració sobre el Cl a les rieres s'exerceix en diferit, quan la riera ja s'ha refredat, trencant la correlació entre temperatura i Cl. De fet, la correlació entre aquestes 2 variables té signe negatiu per tot l'estudi de TMP, si bé no és estadísticament significatiu (taula 8.9).

Ja hem exposat en parlar de TMP la nostra hipòtesi de que, degut a l'evapotranspiració estival, en els sòls dels vessants s'acumula Cl (junt amb altres ions poc utilitzats pels organismes i d'afinitat relativament baixa pel complex d'intercanvi iònic, com poden ser el Na i en part el SO_4). Degut a la sequedat creixent del còl, aquest Cl no serà transferit a la riera fins que precipitacions abundoses rentin el perfil del sòl, a la tardor o a l'hivern.

Nitrat

La concentració de NO_3 a RC varià entre 9.8 i 73.6 $\mu\text{eq/L}$, amb una mediana de 61.4 $\mu\text{eq/L}$, i un coeficient de variació del 27.5% (fig. 8.8, taula 8.4).

A RCF, la concentració de NO_3 varià entre 0.5 i 33.4 $\mu\text{eq/L}$, amb una mediana de 25.3 $\mu\text{eq/L}$, i un coeficient de variació del 38.0% (fig. 8.8, taula 8.5).

A totes dues rieres, el NO_3 fluctuà entre 50 i 60 $\mu\text{eq/L}$ entre desembre 1979 i maig de febrer 1980. La concentració disminuï a finals de març, i encara més a finals d'abril. Lamentablement no tenim valors de NO_3 a RC per cap de les dues crescudes importants del 1980. La concentració mínima s'observà el 31-5-80 (9.8 $\mu\text{eq/L}$, però quinze dies després ja tornava a ser de 61.8 $\mu\text{eq/L}$. Des de juliol 1980 fins a finals de l'estudi (3-2-81) la concentració es mantingué altra, donant valors entre 60 i 70 $\mu\text{eq/L}$ la major part de les vegades (fig. 8.8).

A RCF, el NO_3 varià més que a RC (fig. 8.9). Catorze de les 26 mostres analitzades donaren concentracions altes, entre 25 i 34 $\mu\text{eq/L}$. La concentració baixà molt el 30-1-80; a la crescuda de finals de febrer hi hagué una disminució menor, i a la de mitjans de maig es mesuraren 8.8 $\mu\text{eq/L}$, un nivell molt baix per a RCF. Però el mínim absolut es donà el 31-5-80, amb <0.5 $\mu\text{eq/L}$, única mostra indetectable a RCF. El 15-6-80 la concentració seguia essent baixa, amb 9.9 $\mu\text{eq/L}$. Després pujà sostingudament fins a un màxim de 30.7 $\mu\text{eq/L}$ a finals de juliol, i es mantingué estable a 26-28 $\mu\text{eq/L}$ durant l'agost i setembre. Hi

hagué una nova baixada a principis i a mitjans de novembre (la baixada del 3-11 ocorregué abans de les precipitacions que acabaren parcialment l'estiatge del 1980, i abans de que es diluís l'aigua de RCF (cf. fig. 8.9) . La concentració tornà a augmentar, assolint-se el màxim absolut mesurat a finals de desembre. El dia 3-2-81, després de fondre la neu caiguda a mitjans de gener, la concentració de NO_3 a RCF era bastant baixa (fig. 8.9) .

A RC, el NO_3 tingué correlacions positives altes amb la conductivitat, el Mg i el Na (taula 8.10) . A RCF, la correlació positiva més elevada fou amb el K; conductivitat, Na, Ca i Mg tingueren correlacions positives moderades, emnors que les de RC (taula 8.11) . El NO_3 no estigué correlacionat amb la temperatura de l'aigua en cap de les 2 rieres.

Es a dir, la variació del NO_3 a RC i RCF no fou estacional. Valors alts es poden donar tant a l'estiu com a l'hivern. Entre juliol i setembre tots els valors mesurats foren alts a les 2 rieres. A RC, el NO_3 sembla seguir la pauta de la conductivitat i dels altres ions, i estaria doncs sotmès a un efecte de dilució, però la manca de mostres agafades a cabals realment grans impedeix assegurar-ho. A RCF, la variació del NO_3 segueix més laxament la de la conductivitat i els cations dominants. L'existència d'un efecte de dilució es veu en els valors relativament baixos obtinguts en les crescudes de finals de febrer i mitjans de maig. Les 3 ocasions en que les mostres foren recedides per un període de fusió de la neu donaren valors baixos. El que resulta estrany en la variació del NO_3 és que el mínim absolut a les dos rieres s'obtingué el 31-5-80, quinza dies després de que es mostrejés la crescuda de mitjans de maig, i quan la resta dels ions estaven ja en franca recuperació. A RCF, valors relativament baixos persistien a mitjans de juny. Es possible que l'efecte de dilució degut a les pluges de maig es combinés amb una hipotètica absorció biològica molt intensa en aquest època d'inici general de l'activitat fenològica, produint els mínims observats en la concentració de NO_3 . Es difícil però, de comprendre el salt que

féu RC: de 9.8 a 68.1 $\mu\text{eq/L}$ en 15 dies (fig. 8.8). Es possible que les mostres del 31-5-80 s'haguessin alterat d'alguna manera, amb pèrdua de NO_3 .

S'observarà que a TMP la concentració de NO_3 tendeix a pujar amb les precipitacions, mentre que les de RC i segurament també les de RCF tendeixen a baixar. La raó és senzilla. Durant les crescudes, l'aigua de les rieres convergeix cap a la composició de la precipitació, o del trascol. A TMP hi ha molt menys nitrat que a la precipitació, i la concentració puja. A RC hi ha més NO_3 que a la precipitació i al trascol, i la concentració baixa. A RCF la concentració de NO_3 està generalment compresa entre les mitjanes ponderades de la precipitació i el trascol, i això pot ausar part de la poca definició de la resposta d'aquesta riera. No obstant, com és probable que les precipitacions prou abundoses per a produir una crescuda gran tinguin una concentració de NO_3 bastant inferior a la mitjana ponderada, és d'esperar en general un efecte de dilució a RCF, tal i com ha estat observat en algunes ocasions.

Fosfat

A RC, la concentració de PO_4 varià entre <0.2 i $1.4 \mu\text{eq/L}$. En contrast radical amb TMP, i en menor grau amb RCF, només 4 de les 25 mostres analitzades a RC donaren indetectable. Assignant el valor 0.1 a les mostres indetectables, hom obté una mediana de $0.60 \mu\text{eq/L}$, i un coeficient de variació del 59% pel PO_4 a RC.

A RCF, la concentració varià entre <0.2 i $0.6 \mu\text{eq/L}$, però 16 de les 27 mostres analitzades donaren indetectable.

A RC, el PO_4 tingué correlacions positives febles, però significatives al nivell del 5%, amb la conductivitat, Na, Mg i NO_3 . En conjunt la variació del PO_4 fou més aviat erràtica, amb concentracions consistentment altes ($>0.5 \mu\text{eq/L}$) a l'estiu i altes o baixes a la resta de l'any (fig. 8.8). Igual que que per al NO_3 , la concentració mínima de PO_4 al mes de maig no es donà el 16-5, com a la major part dels ions, sinó el 31-5.

A RCF, les 11 mostres que donaren concentracions detectables de PO_4 varen pertànyer a 2 períodes essencialment continus: des del desembre 1979 a mitjans març 1980, i de finals de juliol a finals de setembre 1980. Fent la mitjana les concentracions foren bastant més altes en aquest pic estival (\bar{x} = 0.52 $\mu\text{eq/L}$) que en el pic hivernal (\bar{x} = 0.32 $\mu\text{eq/L}$). Una concentració relativament alta (0.6 $\mu\text{eq/L}$) de PO_4 s'obtingué en la mostra corresponent a la crescuda de finals de febrer 1980. La crescuda de mitjans de maig donà nivells indetectables de PO_4 , igual que les mostres anteriors i posteriors.

Assignent el valor de 0.1 $\mu\text{eq/L}$ a les 16 mostres indetectables, es poden calcular les correlacions donades a la taula 8.11, evidentment poc fiables. L'única correlació a destacar és positiva, i és amb la temperatura. Aixó es deu a la preeminència del pic estival sobre l'hivernal. Com a RC la concentració de PO_4 no està correlacionada amb la temperatura, és prudent no atribuir gaire significat biològic a la correlació obtinguda a RCF.

8.4.3 TMOR: Torrent del Turó de Morou

La pauta de variació del quimisme de TMOR fou molt diferent de la de les rieres del sector de LC (figs. 8.11 i 8.12) .

La composició química de TMOR és extraordinàriament constant, almenys amb la freqüència de mostratge emprada (en general, una mostra al mes; durant els darrers 4 mesos, una mostra cada quinze dies). Els coeficients de variació de la conductivitat, Na, Ca i Mg cauen entre 5.7 i 7.9%. El coeficient de variació del Cl és només 4.6%. Les anteriors variabilitats inclouen naturalment la variabilitat analítica.

Inclús representant les concentracions dels ions dominants amb una escala ampliada al doble respecte la de les rieres del sector de LC, la constància del quimisme de TMOR és palesa (figs. 8.11 i 8.12). Per exemple, en 21 mostres corresponents a totes les estacions de l'any i en diferents condicions hidrològiques, les concentracions de Ca variaren només entre 97 i 117 µeq/L, i les de Mg entre 30.1 i 39.4 µeq/L. La desviació típica de les concentracions de Na a TMOR és només de 12.6 µeq/L mentre que a TMP (que té una mitjana de Na només un 13% major; taula 8.2) és de 59.0 µeq/L.

Es podia haver predit que TMOR seria la riera més variable de les 5 estudiades, perquè és la més petita i perquè, estant completament coberta per fageda, les variacions estacionals podrien ser especialment marcades. De fet, TMOR és molt més constant que les 3 rieres del sector de LC, i en alguns dels paràmetres analitzats, és també més constant que TRC (taules 8.3 a 8.7) .

La conductivitat de TMOR fou relativament alta, i força estable, als estius del 1979 i 1980, però devalla considerablement a la crescuda del febrer. En aquesta ocasió caigueren 148 mm de precipitació líquida el 24-2, seguits d'altres 16 mm el dia 25-2 (dades del Turó de l'Home). La mostra de TMOR fou recollida el 3-3-80 (uns 9-10 dies després de la pluja).

La crescuda devia ser de grans proporcions, segons indicava l'extensió de la xarxa de drenatge. El dia 3-3, la conductivitat era de 29 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (la mínima mesurada a TMOR), la concentració de Na havia baixat en un 15% respecte la mostra anterior, el pH havia baixat a 6.24 (el mínim mesurat a TMOR; el pH anterior era de 6.50), i aquests són tots els canvis trobats, perquè les concentracions de Ca, Mg, K i Cl no variaren (no tenim dades de NO_3 i PO_4 per aquesta època a TMOR) (figs. 8.11 i 8.12). Naturalment, canvis més accentuats podien haver tingut lloc amb anterioritat a la data de mastratge.

El dia 14-5-80 recollírem però una altra mostra després de una crescuda més recent. Al Turó de l'Home, plogueren 14.6 mm el dia 12-5, i altres 27.3 mm el 13-5. Aquests 42 mm haurien d'haver produït una crescuda apreciable, perquè les precipitacions anteriors dintre del mes de maig (altres 37.6 mm abans del dia 12-5) i de l'abril (100.6 mm en tot el mes) haurien d'haver mantingut els sòls en un nivell alt d'humitat. La mostra del 14-5 fou pràcticament idèntica en tots els paràmetres analitzats a les mostres agafades quinze dies abans o després (que no foren recollides a l'endemà de cap precipitació important) (figs. 8.11 i 8.12).

Un altre aspecte evident del quimisme de TMOR és la manca de relació amb la fenologia del faig. Ni la sortida o la caiguda de la fulla del faig, ni el marcadíssim ritme estacional en l'evapotranspiració i possiblement l'absorció de nutrients i en la dinàmica de la matèria orgànica en el sòl, ni el fet de que el rierol quedi completament colgat per la fullaraca recent caiguda, es tradueixen en variacions perceptibles en les concentracions de Na, Ca, Mg, i K. La concentració de Cl augmentà molt pausadament durant l'estiu, i tingué nivells màxims entre finals de setembre i finals de desembre (fig 8.12), però l'augment fou de només un 9-17% respecte el mínim absolut mesurat a TMOR (que fou el 14-5-80). La pauta de variació del Cl a TMOR recorda en sobremanera la trobada a les rieres del sector de LC (figs 8.6, 8.8, 8.9 i 8.12).

El pH de TMOR fou lleugerament més alt a l'època vegetativa que a la resta de l'alny, almenys al 1980 (fig. 8.11) .

Disposem només de 10 mostres de NO_3 i PO_4 a TMOR, que abarquen el període agost 1980-gener 1981. Les concentracions dels 2 ions foren relativament baixes a l'agost, i altes a l'octubre. El PO_4 devallà després de finals d'octubre, mentre que el NO_3 fluctuà a nivells més aviat alts fins a final de l'estudi (fig. 8.12) . Es possible que les concentracions baixes de l'agost fossin degudes a l'absorció biològica, i que els valors alts de l'octubre reflexin bé el final d'aquesta absorció, bé la descomposició de les fulles de faig que van a parar al llit de la riera. a l'octubre del 1980 el cabal de TMOR era molt escàs, a conseqüència de l'eixut, i per tant les condicions eren ideals per a que es manifestés un efecte de la caiguda de la fulla sobre el quimisme de la riera. Hem vist que aquests efectes no semblaren donar-se a TMOR més que, com a màxim, amb NO_3 i PO_4 , i els canvis foren molt modestos. Per exemple, el NO_3 passà de 3.7 - 4.6 $\mu\text{eq/L}$ a l'agost a 6.8 - 7.9 $\mu\text{eq/L}$ a l'octubre-novembre; el PO_4 passà de 1.9 - 2.1 $\mu\text{eq/L}$ a l'agost a 1.8 - 3.1 a l'octubre novembre (fig. 8.12, apèndix nº 3).

La constància tèrmica i química de TMOR revela que, probablement, quest rierol està alimentat per aigua subterrània recentment aflorada. El fet que TMOR deixi de tenir un llit definit a una 100 m horitzontals aigües amunt del punt de mostratge sembla corroborar aquesta hipòtesi. La bona permeabilitat del sauló derivat de la meteorització de les roques granítiques de la conca de TMOR permetrien una abundant infiltració profunda, que alimentaria llargament el cabal de base de TMOR. L'especial constància del Ca i del Mg, unit al fet que les concentracions d'aquests dos ions no es veuen modificades per les precipitacions (o almenys retornen molt ràpidament al valor d'equilibri) indicaria que el control del quimisme d'aquests ions a TMOR es fa més per intercanvi catiònic que per subministrament directe a partir de la meteorització. Aixó contrasta amb el comportament de les rieres del sector de LC, on la meteorització relativament intensa de les fil.lites condueix a concentracions molt més altes, molt més variables i que manifesten efectes de dilució característics.

A TMOR, el Na és l'únic catió correlacionat amb la conductivitat, i l'únic que presenta un efecte de dilució, encara que sigui moderat. Aixó es deu segurament a que el Na és abundant a TMOR, indicant un subministrament alt de Na meteoritzat. Aquest subministrament, unit a la poca demanda biològica de Na i a la poca afinitat del Na pel complex d'intercanvi, deixarien a aquest catió en disponibilitat se ser diluït en certa mesura.

A Hubbard Brook, el Na és també el catió que experimenta un efecte de dilució més ben definit (Johnson et al. 1969). En canvi, a les rieres quarsítiques del Shenandoah N.P. el Na és el més constant dels 4 cations metàl·lics (Shaffer, 1982).

La constància de la concentració de Cl en front de les grans variacions estacionals de l'evapotranspiració a la fageda indica que bé hi ha un complex d'intercanvi aniònic que amorteix eficaçment les variacions, o bé que la mida de les reserves d'aigua és prou gran com perquè l'aigua que surt de la conca sigui una barreja d'aigües infiltrades en diferents èpoques de l'any, amb el resultat que s'homogenitzen les concentracions de Cl.

Com es pot veure a les fig. 8.11 i 8.12, la mostra del 20-1-81 fou anòmala. El terreny estava cobert de neu i, amb una temperatura de l'aire molt alta per a l'època, aquesta anava fonent. La mostra recollida en aquestes condicions fou l'única de tot l'estudi de TMOR que tingué color orgànic, feble però perceptible. La concentració de K fou extremadament alta per a TMOR (30.0 $\mu\text{eq/L}$; aquest valor únic provoca l'elevat coeficient de variació de la taula 8.7). La concentració de NO_3 també presentà un pic a 9.8 $\mu\text{eq/L}$. El Na i el Cl resultaren netament diluïts per la neu en fusió. Ca i Mg no variaren. Aquesta mostra obtingué evidentment el seu contingut orgànic i de K al rentar la virosta. Segurament l'efecte es devia a la fusió de la neu propera al llit del rierol, de manera que l'aigua produïda pogués arribar al llit amb poca o cap interacció

amb el sòl mineral, i per aixó ni el K ni les substàncies orgàniques colorejades foren: retingudes. Na i Cl es diluïren apreciablement perquè l'aigua de fusió, inclús després de rentar la virosta els contindria en concentracions menors que les de TMOR. L'augment de NO_3 podria derivar del rentat de la virosta però, a les concentracions mesurades, és possible que el portés la neu. Sorprenentment, les concentracions de Ca i Mg no variaren . Aixó pot ser degut a que el lixiviat de la virosta contingués aquests ions en concentració semblant a la de TMOR, o a que l'aigua de fusió tingúes suficient contacte amb col.loids orgànics i minerals en la supeficie del sòl com per a donar les concentracions d'equilibri pròpies de la conca, sense que el contacte fos suficient per a una retenció de K i de les substàncies orgàniques. Cal dir que els equilibris iònics per adsorció s'estableixen sovint molt ràpidament, en qüestió de minuts i que aquesta darrera hipòtesi seria consistent amb la constància del Ca i del Mg a TMOR.

Taula 8.8 Quimisme del Sot de Llançà

Es donen els resultats obtinguts a les mostres agafades el 29-12-80, en condicions de cabal de base, al Sot de Llançà (SLL), al Torrent de la Mina (TMP), a la Riera de La Castanya abans (RC) i després (RC da TM) de l'aiguabarreig amb el Torrent de la Mina, i a la Riera de la Castanya abans de l'aiguabarreig amb la Riera de Collformic (RC aa RCF). L'última columna conté els quocients entre TMP i SLL.

Temperatura en °C. Conductivitat en $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 20 °C. Concentracions en $\mu\text{eq}/\text{L}$. Quocients iònics en termes d'equivalents.

	SLL	TMP	RC	RC da TM	RC da RCF	TMP/SLL
Temp.	3.2	3.4	6.4	5.0	4.2	--
Cond.	71.5	79	114.5	102	97.5	1.105
pH	7.47	7.52	7.65	7.62	7.62	--
H*	0.034	0.030	0.022	0.024	0.024	0.891
Na	287	299	367	349	358	1.042
K	7.1	6.4	11.6	10.8	9.3	0.904
Ca	287	327	470	416	398	1.139
Mg	170	219	299	280	250	1.288
NO ₃	1.1	<1	67.1	40.3	48.2	--
Cl	96.5	101	138	127	130	1.047
PO ₄	<0.2	<0.3	1.2	0.6	<0.2	--
Σ^+	751	851	1148	1055	1015	1.133
Na/Ca	0.999	0.914	0.781	0.839	0.901	--
Na/Mg	1.690	1.365	1.227	1.245	1.436	--
Ca/Mg	1.691	1.493	1.572	1.485	1.593	--

* calculat a partir del pH.

Taula 8.9 TMP: matriu de correlació per a les concentracions al Torrent de la Mina (Montseny)

Es donen els coeficients de correlació lineal amb les variables sense transformar, basats en les mostres agafades entre el 2-12-78 i el 3-2-81. El nombre d'observacions per a cada variable és a l'última columna.

S'han subratllat els coeficients significatius al nivell del 95%.

	TEMP	CONDUC	pH	Na	K	Ca	Mg	Cl	Na/Ca	Na/Mg	n
CONDUC	0.33										56
pH	0.04	<u>0.59</u>									55
Na	<u>0.36</u>	<u>0.95</u>	<u>0.59</u>								68
K	-0.23	<u>-0.32</u>	<u>-0.39</u>	<u>-0.33</u>							68
Ca	0.12	<u>0.94</u>	<u>0.63</u>	<u>0.91</u>	<u>-0.45</u>						66
Mg	0.13	<u>0.95</u>	<u>0.67</u>	<u>0.94</u>	<u>-0.41</u>	<u>0.96</u>					67
Cl	-0.11	<u>0.63</u>	<u>0.36</u>	<u>0.67</u>	<u>-0.24</u>	<u>0.71</u>	<u>0.72</u>				63
Na/Ca*	<u>0.48</u>	<u>-0.33</u>	<u>-0.40</u>	<u>-0.21</u>	<u>0.67</u>	<u>-0.53</u>	<u>-0.45</u>	<u>-0.37</u>			64
Na/Mg	<u>0.64</u>	<u>-0.10</u>	<u>-0.33</u>	<u>0.05</u>	<u>0.45</u>	<u>-0.25</u>	<u>-0.28</u>	<u>-0.19</u>	<u>0.79</u>		67
Ca/Mg*	<u>0.59</u>	<u>0.38</u>	<u>0.17</u>	<u>0.37</u>	<u>-0.48</u>	<u>0.52</u>	<u>0.34</u>	<u>0.33</u>	<u>-0.63</u>	<u>-0.03</u>	64

* excloses les mostres del 15-7-80 i del 15-10-80, que donaren dèficit de Ca.

Taula 8.10 RC: matriu de correlació per a les concentracions a la Riera de La Castanya (Montseny)

Es donen els coeficients de correlació lineal amb les variables sense transformar, basats en les mostres agafades entre el 16-12-79 i el 3-2-81. El nombre d'observacions és de 25 per a totes les variables, excepte per al NO₃ (23).

S'han subratllat els coeficients significatius al nivell del 95%.

	TEMP	CONDUC	pH	Na	K	Ca	Mg	NO ₃	Cl	PO ₄	Na/Ca	Na/Mg
CONDUC	0.34											
pH	0.37	0.20										
Na	0.34	<u>0.99</u>	0.20									
K	<u>0.48</u>	<u>0.83</u>	0.04	<u>0.82</u>								
Ca	-0.07	<u>0.42</u>	0.25	<u>0.41</u>	0.27							
Mg	0.13	<u>0.97</u>	0.14	<u>0.96</u>	<u>0.76</u>	<u>0.48</u>						
NO ₃	0.17	<u>0.80</u>	0.02	<u>0.78</u>	<u>0.55</u>	0.28	<u>0.80</u>					
Cl	0.13	<u>0.93</u>	-0.05	<u>0.93</u>	<u>0.82</u>	0.38	<u>0.95</u>	<u>0.74</u>				
PO ₄	0.13	<u>0.44</u>	0.14	<u>0.46</u>	0.10	0.06	<u>0.45</u>	<u>0.41</u>	0.35			
Na/Ca	0.37	<u>0.55</u>	-0.05	<u>0.57</u>	<u>0.48</u>	-0.50	<u>0.47</u>	0.40	<u>0.52</u>	0.35		
Na/Mg	<u>0.45</u>	<u>-0.56</u>	-0.07	<u>-0.52</u>	-0.31	<u>-0.54</u>	<u>-0.72</u>	-0.39	<u>-0.62</u>	-0.24	0.00	
Ca/Mg	-0.17	<u>-0.74</u>	0.03	<u>-0.75</u>	<u>-0.62</u>	0.24	<u>-0.74</u>	<u>-0.54</u>	<u>-0.75</u>	<u>-0.46</u>	<u>-0.90</u>	0.40

Taula 8.11 RCF: matriu de correlació per a les concentracions a la Riera de Collformic (Montseny)

Es donen els coeficients de correlació lineal amb les variables sense transformar, basats en les mostres agafades entre el 16-12-79 i el 3-2-81. El nombre d'observacions és de 27 per a totes les variables, excepte conductivitat i NO₃ (26).

S'han subratllat els coeficients significatius al nivell del 95%.

	TEMP	CONDUC	pH	Na	K	Ca	Mg	NO ₃	Cl	PO ₄	Na/Ca	Na/Mg
CONDUC	<u>0.52</u>											
pH	<u>0.70</u>	<u>0.57</u>										
Na	<u>0.59</u>	<u>0.97</u>	<u>0.61</u>									
K	0.20	<u>0.68</u>	0.35	<u>0.67</u>								
Ca	0.23	<u>0.81</u>	<u>0.47</u>	<u>0.81</u>	<u>0.72</u>							
Mg	0.34	<u>0.97</u>	<u>0.47</u>	<u>0.92</u>	<u>0.59</u>	<u>0.83</u>						
NO ₃	-0.01	<u>0.65</u>	0.12	<u>0.63</u>	<u>0.73</u>	<u>0.64</u>	<u>0.64</u>					
Cl	0.12	<u>0.82</u>	0.19	<u>0.73</u>	<u>0.70</u>	<u>0.65</u>	<u>0.82</u>	<u>0.67</u>				
PO ₄	<u>0.51</u>	0.27	0.30	0.30	0.32	0.09	0.11	0.38	0.17			
Na/Ca	<u>0.52</u>	0.37	0.26	<u>0.41</u>	0.01	-0.21	0.25	0.08	0.20	0.32		
Na/Mg	0.24	<u>-0.50</u>	-0.04	-0.34	-0.15	<u>-0.49</u>	<u>-0.68</u>	-0.33	<u>-0.57</u>	0.31	0.18	
Ca/Mg	-0.28	<u>-0.69</u>	-0.24	<u>-0.59</u>	-0.14	-0.24	<u>-0.74</u>	-0.38	<u>-0.63</u>	-0.04	<u>-0.62</u>	<u>0.66</u>

Taula 8.12 TRC: matriu de correlació per a les concentracions al Torrent de Rocs Cremats

Es donen els coeficients de correlació lineal amb les variables sense transformar, basats en les mostres agafades entre el 2-7-79 i el 1-10-80. El nombre d'observacions és de 13 per a totes les variables, excepte NO₃ i Cl (12).

S'han subratllat els coeficients significatius al nivell del 95%.

	TEMP	CONDUC	pH	Na	K	Ca	Mg	NO ₃	Cl	Na/Ca	Na/Mg
CONDUC	<u>0.72</u>										
pH	<u>0.67</u>	0.35									
Na	0.40	<u>0.64</u>	0.05								
K	0.19	0.25	0.04	-0.12							
Ca	0.27	<u>0.70</u>	-0.18	<u>0.79</u>	0.30						
Mg	0.48	<u>0.80</u>	-0.01	<u>0.86</u>	0.29	<u>0.96</u>					
NO ₃	0.63	0.43	0.22	0.20	0.15	0.32	0.44				
Cl	-0.08	-0.16	-0.57	0.04	-0.18	-0.00	-0.03	0.27			
Na/Ca	0.06	-0.27	0.33	-0.02	<u>-0.66</u>	<u>-0.63</u>	-0.48	-0.19	0.04		
Na/Mg	-0.34	-0.46	0.09	-0.02	<u>-0.78</u>	<u>-0.56</u>	-0.53	-0.39	-0.12	<u>0.89</u>	
Ca/Mg	<u>-0.67</u>	-0.21	<u>-0.56</u>	0.02	0.15	0.45	0.17	-0.23	0.09	<u>-0.69</u>	-0.29

Taula 8.13 TMOR: matriu de correlació per a les concentracions al Torrent del Turó de Morou

Es donen els coeficients de correlació lineal amb les variables sense transformar, basats en les mostres agafades entre el 2-6-79 i el 4-2-81. El nombre d'observacions per a cada variable és a l'última columna.

S'han subratllat els coeficients significatius al nivell del 95%.

	TEMP	CONDUC	pH	Na	K	Ca	Mg	NO ₃	Cl	PO ₄	Na/Ca	Na/Mg	n
CONDUC	0.37												19
pH	<u>0.64</u>	<u>0.50</u>											19
Na	<u>0.67</u>	<u>0.63</u>	<u>0.53</u>										21
K	<u>-0.52</u>	<u>-0.03</u>	<u>-0.22</u>	<u>-0.49</u>									21
Ca	0.05	<u>-0.26</u>	<u>-0.47</u>	0.26	<u>-0.32</u>								21
Mg	<u>-0.21</u>	<u>-0.42</u>	<u>-0.68</u>	<u>-0.21</u>	<u>-0.16</u>	<u>0.84</u>							21
NO ₃	<u>-0.52</u>	<u>-0.08</u>	<u>-0.62</u>	<u>-0.50</u>	<u>0.76</u>	<u>0.16</u>	<u>0.45</u>						10
Cl	0.19	<u>0.53</u>	0.41	<u>0.67</u>	<u>-0.25</u>	<u>-0.10</u>	<u>-0.41</u>	<u>-0.20</u>					21
PO ₄	<u>0.66</u>	0.58	<u>0.65</u>	<u>0.86</u>	<u>-0.65</u>	0.33	<u>-0.54</u>	<u>-0.22</u>	0.61				10
Na/Ca	0.40	<u>0.63</u>	<u>0.75</u>	<u>0.53</u>	<u>-0.13</u>	<u>-0.68</u>	<u>-0.89</u>	<u>-0.63</u>	<u>0.60</u>	<u>0.65</u>			21
Na/Mg	0.49	<u>0.59</u>	<u>0.77</u>	<u>0.68</u>	<u>-0.18</u>	<u>-0.49</u>	<u>-0.86</u>	<u>-0.55</u>	<u>0.65</u>	<u>0.86</u>	<u>0.94</u>		21
Ca/Mg	<u>0.59</u>	0.40	<u>0.62</u>	<u>0.76</u>	<u>-0.22</u>	<u>-0.03</u>	<u>-0.56</u>	<u>-0.28</u>	<u>0.58</u>	<u>0.92</u>	<u>0.60</u>	<u>0.83</u>	21

Taula 8.14 TMP: algunes regressions al Torrent de la Mina

Es donen les regressions de la forma $y = a + bx + cx^2$, entre les variables indicades, i on c pot ser igual a zero. $S_{y.x}$ és l'error estàndard de l'estimació. S_a , S_b , i S_c són els errors estàndard dels coeficients.

Període: 2-12-78 a 3-2-81. Concentracions en µeq/L. Conductivitat en µS/cm a 20 °C.

VARIABLES	REGRESSIÓ	n	r	$S_{y.x}$	S_a	S_b	S_c
Na v. COND	Na = 15.0 + 3.573 COND	56	.953	18.1	10.6	0.154	--
Ca v. COND	Ca = 3.2 + 3.731 COND	55	.935	22.6	13.4	0.194	--
Ca v. COND*	Ca = -8.6 + 3.957 COND	52	.961	18.0	10.9	0.161	--
Mg v. COND	Mg = -98.2 + 5.695 COND - 0.02445 COND ²	56	.957	11.6	36.2	1.106	0.00807
Na v. Ca [†]	Na = 41.4 + 0.837 Ca	64	.938	20.0	10.1	0.039	--
Mg v. Na	Mg = -139.4 + 1.793 Na - 0.002211 Na ²	67	.961	10.9	29.9	0.235	0.00044
Mg v. Na [§]	Mg = -30.6 + 0.800 Na	55	.966	9.1	6.9	0.030	--
Mg v. Ca [†]	Mg = 18.4 + 0.582 Ca	64	.978	8.1	4.1	0.016	--

* exclou les mostres següents: 18-7-79, 15-7-80, i 15-10-80.

† exclou les mostres següents: 15-7-80, i 15-10-80.

§ exclou totes les mostres amb més de 310 µeq/L de Na.

Taula 8.15 RC: algunes regressions a la Riera de La Castanya

Es donen les regressions entre les variables indicades. Les regressions tenen la forma $y = a + bx + cx^2$, on c pot ser igual a zero. $S_{y.x}$ és l'error estàndar de l'estimació. S_a , S_b , i S_c són els errors estàndar dels coeficients.

Període: 16-12-79 a 3-2-81. Concentracions en $\mu\text{eq/L}$. Conductivitat en $\mu\text{S/cm}$ a 20 °C.

VARIABLES	REGRESSIÓ	n	r	$S_{y.x}$	S_a	S_b	S_c
Na v. COND	Na = 11.4 + 3.167 COND	25	.989	6.6	10.6	0.097	--
Ca v. COND*	Ca = -59.9 + 5.544 COND	11	.995	6.8	18.0	0.184	--
Mg v. COND	Mg = -206.8 + 6.341 COND - 0.017035 COND ²	25	.977	9.1	77.6	1.518	0.00734
Na v. Ca*	Na = 48.9 + 0.567 Ca	11	.978	8.3	19.6	0.041	--
Mg v. Na	Mg = -293.7 + 2.430 Na - 0.002277 Na ²	25	.976	9.2	81.8	0.483	0.00071
Mg v. Na [†]	Mg = -84.0 + 1.032 Na	19	.976	8.8	19.0	0.056	--
Mg v. Ca*	Mg = -28.4 + 0.570 Ca	11	.976	8.7	20.6	0.043	--

* exclosos tots els punts amb déficit de Ca. Les 11 mostres van del 16-12-79 al 30-6-80.

† excloses totes les mostres amb més de 390 $\mu\text{eq/L}$ de Na.

Taula 8.16 RCF: algunes regressions a la Riera de Collformic

Es donen les regressions entre les variables indicades. Les regressions tenen la forma $y = a + bx + cx^2$, on c pot ser igual a zero. S_y és l'error estàndar de l'estimació. S_a i S_b són els errors estàndar dels $y \cdot x$ coeficients.

Període: 16-12-79 a 3-2-81. Concentracions en $\mu\text{eq/L}$. Conductivitat en $\mu\text{S/cm}$.

VARIABLES	REGRESSIÓ	n	r	$S_{y \cdot x}$	S_a	S_b
Na v. COND	Na = 26.0 + 2.805 COND	26	.975	6.6	9.8	0.131
Ca v. COND*	Ca = 14.7 + 4.024 COND	19	.940	12.1	24.9	0.355
Mg v. COND	Mg = -23.3 + 3.146 COND	26	.967	8.6	12.6	0.169
Na v. Ca*	Na = 36.9 + 0.623 Ca	20	.964	6.0	12.1	0.0405
Mg v. Na	Mg = -33.3 + 1.040 Na	27	.920	13.0	21.0	0.089
Mg v. Ca*	Mg = -30.0 + 0.769 Ca	20	.908	12.5	25.0	0.084

* excloses les mostres amb dèficit de Ca (que coincideixen amb les que tenen $>250 \mu\text{eq/L}$ de Na).

Taula 8.17 Composició mitjana de diferents rieres silicatades que drenen boscos temperats

Es dona la composició mitjana (ponderada per cabal o no, segons s'indica) d'algunes rieres silicatades que drenen boscos temperats. Hem afegit la composició mitjana dels rius del món. Vegi's a la pàgina següent les notes d'aquesta taula. Conductivitat en $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 20°C . Concentracions en $\mu\text{eq}/\text{L}$. Tots els pHs (excepte potser el de les Ardenes) són els antilogaritmes de la concentració mitjana d'hidrogenions.

	TMP ¹	TMOR ²	PRADES ³	ARDENES ⁴	HJA ⁵ WS 10	BIRKENES ⁶	COMO CREEK ⁷	HB ⁸ W 1-6	WOR ⁹ S.N.P.	COWEETA ¹⁰	RIUS MÓN ¹¹
Cond.	66.8	35.5	--	73.6*	--	42.3*	18.5*	26.7*	14.9*	--	144*
pH	7.40	6.57	7.43	6.7	6.70	4.48	6.83	4.92	6.06	--	--
Na	250	222	648	177	85.3	123	55.7	37.8	22.1	39.6	274
K	7.4	10.6	54.8	13.6	8.7	7	6.6	5.9	33.6	12.3	58.8
Ca	249	108	2254	190	160	67	92.3	82.3	24.9	32.3	749
Mg	164	34.4	741	362	68.6	40	43.6	31.3	42.6	23.7	337
NH ₄	--	--	5.9	0.86	--	<5	0.72	2.2	0.4	--	--
HCO ₃	--	--	3251	237	68.3	<1	182	15.1	19.8	--	957
NO ₃	<1	6.4	--	103	1.4	7	0.27	32.4	1.5	--	16
SO ₄	--	--	687	127	--	152	7.9	131	79.6	--	233
Cl	86.8	112	291	175	--	123	--	15.5	20.1	--	220
PO ₄	<0.3	2.2	--	--	--	--	0.37	0.07	--	--	--
Σ met [†]	670	375	3698	744	322	237	198	157	123	108	1419

Notes de la taula 8.17

* conductivitat a 20 °C calculada per nosaltres a partir de la composició iònica.

† suma de les concentracions de Na, K, Ca, i Mg.

- 1 Torrent de la Mina (Montseny). Mitjanes aritmètiques entre el 2-12-78 i el 3-2-81 (68 mostres).
- 2 Torrent del Turó de Morou (Montseny). Mitjanes aritmètiques entre el 2-6-79 i el 4-2-81 (21 mostres).
- 3 Barranc de l'Avic (Muntanyes de Prades, Tarragona). Mitjanes aritmètiques entre el 8-8-81 i el 3-10-82 (40 mostres). Dades de M^a. J. Lledó, del Departament de Biologia de la Universitat d'Alacant.
- 4 Verstraten (1977). Conca de Haarts (16.9 ha) a les Ardenes luxemburgueses. Mitjanes ponderades per cabal durant 2 anys (1973-1975). Bosc de roure i faig.
- 5 Sollins et al. (1980). Conca de 10.24 ha (WS-10) al H.J. Andrews Experimental Forest (Cascade Mountains, Oregon, USA). Mitjanes ponderades per cabal durant 3 anys (maig 1972-maig 1975). Bosc de Pseudotsuga menziesii, de 350-550 anys.

- 6 Christophersen i Seip (1982). Conca de 41 ha a l'extrem sud de Noruega. Mitjanes ponderades per cabal durant 6 anys (novembre 1972-octubre 1978). Bosc mixt de coníferes.
- 7 Lewis i Grant (1979). Conca de 664 ha a Colorado (USA), a altituds de 2908-3559 m. Mitjanes ponderades per cabal durant 3 anys (juny 1975-maig 1978). Bosc mixt de coníferes (Abies lasiocarpa, Picea engelmannii, Pinus contorta, Pinus flexilis), amb quelcom de Populus tremuloides i de Salix.
- 8 Likens et al. (1977). Resultats de 6 conques no pertorbades (W 1-6), de 12-42 ha, al Hubbard Brook Experimental Forest (New Hampshire, USA). Mitjanes ponderades per cabal durant 11 anys (1963-1974). Bosc mixt de caducifolis (Acer saccharum, Fagus grandifolia, Betula alleghaniensis).
- 9 Schaffer (1982). Conca de 518 ha (White Oak Run) al Shenandoah National Park (Blue Ridge Mountains, Virginia, USA). Mitjanes ponderades per cabal durant 2 anys (1980-1981). Bosc de Quercus prinus, amb altres espècies de roures i quelcom de Pinus strobus.
- 10 Johnson i Swank (1973). Conca de 12.46 ha (WS 18) al Coweeta Hydrological Laboratory (North Carolina, USA). Mitjanes ponderades per cabal durant 2 anys (juny 1969-maig 1971). Bosc madur de caducifolis, amb Quercus spp., Carya spp., i Acer rubrum com a espècies dominants.
- 11 dades de Livingstone (1963), reproduïdes per Krauskopf (1979).

Taula 8.18 Comparació entre el quimisme de la deposició global, del trascol, i de les rieres del Montseny

Es donen les mitjanes ponderades per volum de la deposició global i del trascol solubles a les parcel·les experimentals de l'alzinar muntanyenc (La Castanya) i de la fageda (Santa Fe), junt amb les mitjanes aritmètiques (no ponderades per cabal) del Torrent de la Mina (TMP) i del Torrent del Turó de Morou (TMOR).

Els pHs migs són els antilogaritmes de les concentracions mitjanes de H, calculades a partir dels pHs individuals. Conductivitat en $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 20 °C. Concentracions en $\mu\text{eq}/\text{L}$.

	DE	A	mm/any	COND	pH	Na	K	Ca	Mg	NO ₃	Cl	PO ₄	Σ^+
<u>La Castanya</u>													
(1) Dep. global	16-12-78	29-12-80	857	21.1	4.82	23.4	3.6	61.1	12.5	18.8	27.7	0.68	116
(2) Trascoll	16-12-78	29-12-80	565	41.3	5.10	38.5	86.1	128.9	45.2	33.7	61.7	12.1	307
(3) Riera (TMP)	2-12-78	3-2-81	--	66.8	7.40	249.7	7.4	249.4	164.0	<1	86.8	<0.3	670
(3)/(1) TMP/DG	--	--	--	3.17	--	10.7	2.06	4.08	13.2	<0.05	3.13	<0.44	5.80
(3)/(2) TMP/TR	--	--	--	1.62	--	6.5	0.09	1.93	3.6	<0.03	1.41	<0.02	2.19
<u>Santa Fe</u>													
(1) Dep. global	3-6-79	4-2-81	1070	21.6	4.61	25.6	3.1	51.8	12.0	18.9	30.6	0.54	117
(2) Trascoll	3-6-79	4-2-81	858	38.3	4.86	43.7	39.7	138.1	30.2	43.9	56.5	2.31	266
(3) Riera (TMOR)	2-6-79	4-2-81	--	35.5	6.57	221.8	10.6	108.3	34.4	6.4	112.1	2.16	379
(3)/(1) TMOR/DG	--	--	--	1.64	--	8.66	3.38	2.09	2.87	0.34	3.66	3.97	3.24
(3)/(2) TMOR/TR	--	--	--	0.93	--	5.08	0.27	0.78	1.14	0.15	1.98	0.94	1.43

8.5 Origen dels ions a les aigües de drenatge, i comparació amb la deposició global i el trascol

A la taula 8.18 es comparen les composicions mitjanes de la deposició global, del trascol, i de la riera per a la conca de TMP, a la vall de LC, i per a la conca de TMOR, a la vall de Santa Fe.

Hi ha dues limitacions principals per a comparar aquestes dades. En primer lloc, per manca de mesures de cabals, ens veiem obligats a utilitzar les mitjanes aritmètiques per a les rieres, en lloc de les mitjanes ponderades per cabal, que es el plantejament correcte. L'ús de mitjanes aritmètiques distorsiona en part la visió dels fluxos de nutrients, especialment a TMP on hem vist que hi ha considerables variacions del quimisme associades al cabal. En segon lloc, les mesures de la deposició global i de trascol són puntuals, fetes en una parcel·la experimental, que poden o no diferir de les mitjanes per a tota la conca. Novament, aixó sembla més greu a TMP que a TMOR, perquè la conca és molt més grossa, les diferències altitudinals són molt més grans, i l'alzinar ocupa només la meitat de la conca.

Els inconvenients citats serien greus a l'hora de derivar balanços de nutrients a nivell de conca. Aquest objectiu no està al nostre abast, més que de una manera molt grollera, i els aspectes que aquí comentarem son en general prou robusts com per a no quedar greument afectats per aquestes limitacions.

8.5.1 Diferències químiques entre la precipitació i l'aigua de les rieres

Trobem 3 contrastos molt forts entre la deposició global i l'aigua que surt de la conca: (taula 8.18)

- (1) l'acides de la precipitació ha sigut completament neutralitzada
- (2) les concentracions de Na, Ca i Mg han augmentat entre 4 i 13 vegades

- (3) el NO_3 de la deposició global ha sigut retingut gairebé del tot.

8.5.2 Meteorització química i neutralització de les precipitacions àcides

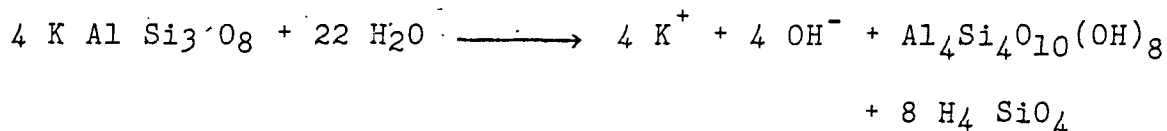
En la relació anterior, els dos primers punts són fruit de la importància de la meteorització de les fil·lites ordovíciques. Seguint a Johnson et al. (1982), podem representar la dissolució incongruent dels aluminosilicats d'aquesta manera:



on M representa en catió metàl·lic (p. ex. Na, Ca, Mg ó K) incorporat al reticle cristalí d'un aluminosilicat (p. ex. plagioclasa sòdica), la resta del qual representem per X. Com a resultat de la meteorització:

- (1) es produeix un consum d'hidrogenions lliures, amb tendència doncs, a augmentar el pH de la solució.
- (2) s'alliberen cations metàl·lics a la solució
- (3) es produeix un residu sòlid aluminosilicatat i empobrit en bases (HX), que en el cas típic serà una argila.

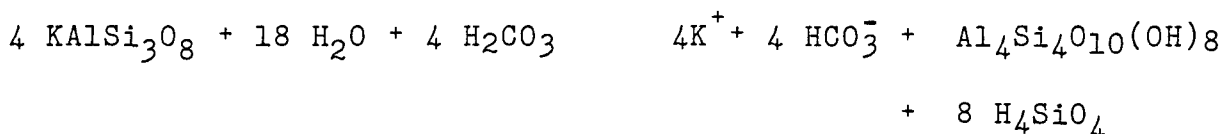
La reacció anterior es pot representar de manera més completa (Krauskopf 1979, p. 92) com un procés d'hidròlisi. Utilitzant el feldspat potàssic ($\text{K Al Si}_3 \text{O}_8$) com exemple d'aluminosilicat i la caolinita com argila ($\text{Al}_4 \text{Si}_4 \text{O}_{10}(\text{OH})_8$) tenim:



Es discuteix si les argiles es formen directament com a residu sòlid de la meteorització, o per reacció entre l'alúmina i l'àcid silícic prèviament alliberats. Sembla que es poden donar les dues vies, segons el medi (Krauskopf 1979), però el que a nosaltres ens interessa es posar de manifest com

la hidròlisi dels silicats alcalinitza el medi i allibera cations.

La reacció es pot reescriure fent intervenir l'àcid carbònic:



En aquesta darrera reacció es posa ben de manifest la importància que té un subministrament d'àcid per a accelerar les taxes de meteorització. Degut a la respiració de les arrels i dels microorganismes, la presió parcial de CO_2 en l'atmosfera del sòl és molt major que la de l'aire lliure, i aixó condueix a un contingut alt d'àcid carbònic en la solució del sòl. Aquest subministrament d'àcid carbònic, junt amb l'acció dels àcids orgànics, fa que els organismes tinguin un paper clau en la meteorització química.

Es a dir, un aigua no pot romandre gaire àcida durant gaire temps si està en contacte amb minerals silicatats (Krauskopf 1979). El grau de neutralització de les precipitacions àcides dependrà doncs de la intensitat de la meteorització, que depèn de la resistència dels minerals. del grau i del temps de contacte entre els minerals i l'aigua, de la temperatura, i de l'acitivitat dels organismes del sòl. Com a resultat de la hidròlisi dels silicats, l'aigua és a més enriquida en bicarbonat i en cations metàl·lics, augmentant així la seva conductivitat i alcalinitat.

Ja hem vist que, utilitzant les concentracions mitjenes de cada riera (taula 8.1), hi ha al Montseny una correlació positiva entre rieres entre temperatura, pH, conductivitat, i contingut de cations metàl·lics (i caldria fegir, contingut de bicarbonat (A. Avila, dades inèdites)). El contrast entre les rieres de la vall de Santa Fe i les del sector de LC, així com l'ordenació TMP-RCF-RC dintre d'aquest sector, són manifestacions d'aquesta correlació general que deriva, bàsicament, de les diferències en la intensitat de la meteorit-

zació, o millor dit, de les taxes de meteorització per unitat de flux d'aigua (Vitousek 1977).

Tenint en compte la taxa relativament alta de meteorització química que es dona al Montseny, inclús a Santa Fe, podem concloure que els boscos del Montseny no es veuran gaire afectats per les precipitacions àcides. Els elevats pHs que hem trobat a les rieres tant a LC com a SF són testimoni de la capacitat amortidora d'aquestes conques. Així, unit al fet que el pH de la precipitació no és excessivament baix (pH mig 4.6 - 4.8) indiquen que l'acidesa de la precipitació no sembla actualment un problema ambiental greu en aquesta zona. Com a criteri indicatiu, es considera que les rieres especialment sensibles a l'acidificació són les que tenen una alcalinitat inferior a 100 µeq/L, mentre que entre 100 i 200 µeq/L poden ser moderadament sensibles. Hem vist que l'alcalinitat mitjana estimada a TMP és de l'ordre dels 400 µeq/L, la qual cosa situaria a aquesta riera, i encara més a RC i RCF, molt lluny del perill d'acidificació. No tenim dades d'alcalinitat a TRC i TMOR, però a jutjar per les concentracions iòniques mesurades, podria ser de 100-150 µeq/L a TRC, i de 150-200 µeq/L a TMOR (cf. taula 8.1).

Si en el futur, les precipitacions esdevinguessin encara més àcides, les àrees del Montseny que estan a major altitud i que tenen una roca mare més resistent a la meteorització podrien veure's adversament afectats a llarg termini. El mateix es podria dir per àrees extenses de boscos de la Catalunya humida sobre roques silicatades resistents, si la precipitació àcida esdevé generalitzada.

8.5.3 Fluxos de clorurs i evapotranspiració

La comparació entre les concentracions mitjanes de Cl a la deposició global i a TMP ens pot conduir a una estimació de l'evapotranspiració real a nivell de conca. Les mitjanes són 27.7 µeq/L a la deposició global, i 86.8 µeq/L a TMP. Convindria fer primer una estimació, aproximada, de la mitjana ponderada per cabal. Hem vist que a TMP el Cl resulta a vegades moderadament diluït a cabal alt, i altres vagades no, i que

augmenta moderadament durant els estiatges. Aixó indica en conjunt un efecte de dilució molt moderat per al Cl a TMP (fig. 8.6). Dades posteriors indiquen però que la concentració de Cl a TMP pot de fet, augmentar a les crescudes especialment si aquestes segueixen a un llarg període d'eixut (A. Avila, dades inèdites). Per tant, la mitjana ponderada per cabal del Cl podria no estar gaire lluny de la mitjana aritmètica, al compensar-se les dues tendències descrites. Per al present càlcul, suposarem que aquesta mitjana ponderada és de 75-85 µeq/L.

Suposant que el 17% dels aportats nets de Cl a l'alzinar són de deposició seca (apartat 7.8.1) cal sumar 0.67 kg/ha/any als aportats atmosfèrics de Cl, i la concentració ponderada de la deposició global pujaria a 29.9 µeq/L per aquest concepte.

Suposant que aquesta darrera mitjana fos representativa per a tota la conca, el quocient entre les concentracions de Cl a la riera (TMP) i les entrades atmosfèriques seria de 2.51 - 2.84. Si el flux de sortida de Cl fos igual al de entrada, aixó voldria dir que el 35-40% de l'aigua de la precipitació surt per la riera, i que el 60-65% restant és evapotranspirada.

En els dos anys de mesures, la precipitació mitjana a la parcel·la fou de 857 mm/any. Suposant un increment de la pluviositat amb l'altitud, tindriem uns 900-950 mm/any d'entrades d'aigua a la conca. Els percentatges anteriors es converteixen en 315-380 mm d'escorriment anual (incluint-hi les pèrdues per intercepció que, a nivell de la conca podrien representar un 15-25% de la precipitació, o sigui uns 135-235 mm/any), i en 540-615 mm d'evapotranspiració anual.

En la nostra opinió, el que volen dir les anteriors xifres és que els ordres de magnitud de les concentracions de Cl semblen bastant correctes. Les xifres obtingudes per al balanç de l'aigua són de fet més incertes del que indiquen els marges que hem donat. En particular, és evident que els

els termes del balanç d'aigua poden variar dràsticament d'un any al següent. Fins i tot la diferència entre els fluxos d'entrada i de sortida de Cl pot variar molt d'un any a l'altre, com molt bé il·lustren les dades de Hubbard Brook (Likens et al. 1977), i els 2 anys de que disposem podrien ser insuficients per a establir l'estimació.

Malgrat les anteriors limitacions, creiem que un dels marges donats a partir del Cl (380 mm/any d'escorriment, i 540mm/any d'evapotranspiració) pot no estar molt lluny de la realitat, però el coeficient d'escorriment (40% de la precipitació anual) podria ser baixa per a una conca de pendent mitjana tan forta com TMP, i on la precipitació vé, sovint, concentrada en pocs dies molt plujosos.

El fet de que l'estimació de l'escorriment a partir del Cl hagi resultat quelcom baixa pot ser degut a que: (1) el mostratge començà al desembre del 1978, que havia sigut un any molt sec (528 mm al poble de Montseny, 672 mm al Turó de l'Home, que és el valor mínim mesurat en 40 anys en aquesta estació) i sembla raonable que part de les precipitacions del 1979 reomplissin les reserves hídriques de la conca, sense generar escorriment; (2) es pot haver subestimat quelcom la concentració mitjana ponderada d'origen atmosfèric, perquè la resta de la conca està més exposada als vents marins, a la deposició seca i a les boires que la parcel·la experimental, situada al fons de la vall. No creiem que una font important d'error hagi estat en l'estimació aproximada de la mitjana ponderada per cabal de Cl a TMP, perquè amb les dades obtingudes és difícil creure que aquesta mitjana hagi sigut inferior a 75 $\mu\text{eq/L}$ durant el període d'estudi (fig. 8.6).

Per a la conca de TMOR tenim 30.6 $\mu\text{eq/L}$ de Cl a la deposició global, i 112.1 a la riera. Donada la gran constància de Cl a TMOR (fig. 8.12), junt amb l'escàs efecte de dilució observat en aquest rierol (apartat 8.4.3), suposarem que la mitjana ponderada de Cl a TMOR é de 100-110 $\mu\text{eq/L}$. La importància de la influència marítima a SF⁺ (apartat 6.2.6), i la freqüència de

boires fa possible que les concentracions en l'aigua atmosfèrica siguin majors que els 30.6 µeq/L de la deposició global.

Suposant que tot el Na en els aportats nets de SFF sigui de deposició seca, hem obtingut a l'apartat 7.8.2.1 que el 73% dels aportats nets de Cl en el trascol podien ser deguts a l'impactació d'aerosols marins. Això augmentaria els aportats atmosfèrics de Cl en 4.06 kg/ha/any, i elevaria la concentració mitjana en les aigües meteòriques a 41.4 µeq/L.

Pel mateix procediment que a TMP, obtenim un quocient de Cl a les aigües de TMOR respecte les entrades atmosfèriques de 2.42 - 2.66, un 38-41% d'escorriment anual, i un 59-62% d'evapotranspiració. Com la conca de TMOR és petita i d'escàs desnivell, suposarem que els 1070 mm/any de precipitació mesurats a SFF són representatius. Resulten doncs 410-440 mm/any d'escorriment, i 630-660 mm/any d'evapotranspiració (incluint les pèrdues per intercepció).

Tenint en compte les incerteses comentades, les diferències entre els balanços d'aigua de TMP i TMOR semblen modestes. L'evapotranspiració a TMOR podria ser major que a TMP, degut (1) a la forta transpiració estival del faig, (2) a l'orientació solana, i (3) a que, com els pendents són més suaus, el percentatge d'escorriment ràpid (quickflow) ha de ser menor a TMOR, deixant més aigua per a ser evaptraspirada més tard. Per altra banda, altres factors contribueixen a que la diferència no sigui tant greu com es podria esperar: l'alzinar té majors pèrdues per intercepció que la fageda; la fageda només transpira activament de mitjans de maig a mitjans d'octubre; la capacitat d'emmagatzematge d'aigua en els col.luvions i derrubis de pendent de TMP, especialment a la seva solana, deu ser considerable; i, finalment, el clima més càlid, amb menor humitat relativa, i menor nebulositat a TMP.

A RC, la concentració mitjana aritmètica de Cl és un 47.2% major que la de TMP. Suposant que aquesta relació sigui la mateixa en les mitjanes ponderades, i que la composició de la deposició global mesurada a la parcel.la experimental de LC sigui igualment vàlida per a la conca de RC,

es dedueix que l'escorriment anual a TMP és un 47.2% major que el de RC. Per a una precipitació de 950 mm/any també a RC, aixó resulta en 260 mm/any d'escorriment a RC (suposant 380 mm/any a TMP), i 690 mm/any d'evapotranspiració. Per les raons comentades a TMP, la xifra d'escorriment podria ser quelcom baixa respecte la mitjana esperable a llarg termini.

El punt important és que la major concentració de Cl a RC reflexa una evapotranspiració també major. L'orientació més solana de RC, i sobretot la important cobertura de derrubis de pendent, augmenten la reserva d'aigua ammagatzemada, i el subministrament de radiació fa que hi hagi una major evapotranspiració i major concentració de Cl. Per altra banda, l'efecte de "esponja" dels derrubis contribueix a la regulació hidrològica, tèrmica, i química observada a RC. En particular, RC no experimenta grans crescudes amb la facilitat que ho fa TMP, la qual cosa deriva de la retenció d'aigua en els vessants (i també de la menor pendent de part de la conca i de la presumible major sequedat superficial dels sòls), i resulta en un menor coeficient d'escorriment ràpic. En canvi, als estiatges, l'aigua ammagatzemada a RC s'allibera gradualment i els seus cabals de base es mantenen molt majors que els de TMP. En el conjunt de l'any però, com reflexen les dades del Cl, pesa més la reducció de les crescudes, i el cabal anual és bastant menor a RC que a TMP.

Un aspecte que altera l'anterior plantejament és la possibilitat de que part de l'enriquiment de RC en Cl derivi no de l'evapotranspiració, sinó del drenatge de les 2 masies habitades i dels seus conreus, així com del pas dels ramats. Aixó és molt difícil d'avaluar en el moment donat. Si part substancial del Cl a RC fos antropogènic, caldria augmentar l'estimació de l'escorriment i disminuir la de l'evapotranspiració.

Per a RCF no fem cap estimació del balanç d'aigua perquè en aquesta conca sí sembla bastant probable que hi hagi enriquiment antropogènic en Cl. Hem vist que RCF és en conjunt bastant més diluïda que RC, però en canvi la seva concentració de Cl és gairebé la mateixa (taula 8.1). Aixó és sospitosos perquè,

donada la topografia, geomorfologia, i vegetació de RCF no és esperable un evapotranspiració especialment alta. La conca de RCF conté quatre masies habitades, amb els seus conreus. i el drenatge d'aquestes podria contribuir a augmentar el Cl a RCF. Per altra banda, la conca de RCF està atravesada per la carretera de Palautordera a Seva. En un punt de la carretera, dintre de la conca, hi ha un piló de sal, utilitzada per a desgelar la carretera a l'hivern. El Cl procedent d'aquesta sal podria arribar eventualment a la xarxa de drenatge de RCF i augmentar el seu nivell. Observi's que RCF no presenta cap anomalia clara en les concentracions catióniques Aixó voldria dir que o bé la major part del catió o cations acompanyants del Cl (Na i quelcom de Mg en el cas de la sal marina; K quan s'utilitza potassa) és retingut per la conca, o bé que les concentracions naturals d'aquests cations a RCF serien quelcom més baixes de les obsevades.

El contrast entre el nivell de Cl a TRC i TMOR és molt fort: 73.9 v. 112.1 $\mu\text{eq/L}$. La parcel·la de SFA, en l'obaga de TRC, rep bastant menys Cl atmosfèric que SFF, en la conca de TMOR (taules 6.12 i 6.13), però aixó podria ser un efecte topogràfic particular del vessant NW del Turó Gros, de manera que a nivell de conca, les entrades de C, a TRC podrien ser semblants, o una mica inferiors a les de TMOR. Com les 2 rieres tenen una concentració de Cl molt constant, és de suposar que la relació entre les mitjenes ponderades per cabal sigui semblant a la de les mitjanes aritmètiques a les rieres. Aixó deixa l'evapotranspiració com a diferència principal en la concentració de Cl. La evapotranspiració de TRC seria menor que la de TMOR perquè:

- (1) l'altitud és molt major, amb reducció de la temperatura, augment de la nebulositat, i disminució de la radiació que arriba al terra.
- (2) només part de la conca (50%) és forestada
- (3) el pendent és molt abrupte, i el coeficient d'escorri-ment ràpid ha de ser molt més important que a TMOR, deixant menys aigua per a evapotranspirar.

- (4) potser, la capacitat de retenció d'aigua dels sòls esquelètics dels cims de TRC, i de les tarteres abundants als seus vessants, sigui menor que la dels saulons de TMOR.

La mitjana mesurada a la deposició global de SFA és de 22.7 $\mu\text{eq/L}$ de Cl. Suposarem que aquest és un nivell baix per al conjunt de la conca, perquè SFA està d'esquena al mar. Suposant que els aportats atmosfèrics de Cl, incluint la impactació, de TRC siguin només quelcom inferiors als de TMOR. tindríem uns 30-40 $\mu\text{eq/L}$ en l'aigua meteòrica. Suposarem que la mitjana ponderada de Cl a TRC és igual a l'aritmètica (73.9 $\mu\text{eq/L}$) ja que la concentració de Cl sembla ser constant a TRC (taula 8.6).

Aixó dóna un quocient d'enriquiment de Cl de 1.85 - 2.11, amb un 47-54% d'escorriment anual, i un 46-53% d'evapotranspiració (incluint les pèrdues per intercepció). Es a dir, obtenim que la meitat de l'aigua s'evapora i l'altra meitat surt per la riera. Per a una precipitació mesurada de 1193 mm/any a SFA, aixó dóna uns 600 mm/any tant d'evapotranspiració com d'escorriment. Per a comparació amb SFF, i com les precipitacions dels 2 llocs no difereixen sensiblement (apartat 5.3.6), a 1070 mm de precipitació anual obtindríem 535 mm/any de evapotranspiració a TRC, en front dels 630-660 mm/any que havíem estimat a TMOR.

En conjunt, els resultat obtinguts revelen, segons la nostra opinió, la utilitat dels fluxos de Cl per a comprovar o estimar balanços d'aigua a nivell de conca. Se es coneixen les entrades atmosfèriques i les concentracions mitjanes (ponderades, en el cas ideal, però la variació de Cl amb el cabal és modesta al Montseny) de Cl a la riera, es poden calcular valors per a l'evapotranspiració anual i per a l'escorriment. Si els valors utilitzats no són la mitjana de cert nombre d'anys, es corre evidentment el risc de que les variacions interanuals en les entrades de Cl i en les reserves hídriques de la conca falsegin els resultats.

Inclús quan no es disposa de dades relativament completes i costoses d'obtenir, les diferències en les concentracions puntuals del Cl en rieres properes, o en diferents punts d'una meteixa conca, poden estar molt relacionades amb diferències en l'evapotranspiració, especialment si altres factors importants com són el comportament del Cl a les crescudes, i els aportats atmosfèrics es poden suposar semblants en els llocs comparats. El potencial d'aquest enfoc per a estudiar la variació general de la evapotranspiració en funció de l'altitud, l'orientació, les formacions superficials, i la vegetació mereix ser explorat.

Tornant a la taula 8.18, podem comparar els quocients entre les concentracions dels diferents ions a la deposició global i a la riera, amb el del Cl. Els quocients molt menors que el del Cl indiquen que l'ió és retingut a la conca, mentre que els majors indiquen que hi ha una font d'aques ió dintre de la conca.

Es evident, a partir d'aquests quocients, que la conca de TMP reté NO_3 i PO_4 , i genera Na i Mg. Per la seva banda, la conca de TMOR reté NO_3 , però no PO_4 , i genera Na, però no (aparentment) Ca.

El Na (i en el cas de TMP, el Mg) afegits a l'aigua de drenatge en excés de l'efecte concentrador de l'evapotranspiració deriven evidentment de la meteorització dels silicats. Observi's que inclús utilitzant el quocient de TMOR respecte el trascol (es a dir, suposant que tot l'enriquiment del trascol és de deposició seca) s'obté una meteorització apreciable de Na a TMOR (taula 8.18).

Els quocients que no difereixin molt clarament del del Cl representen casos dubtosos, perquè la relació podria variar a les mitjanes ponderades per cabal, depenent del comportament de l'ió a les crescudes.

Pot sorprendre a primera vista que el Ca no aparegui com un ió de meteorització important. El quocient de 4.1 que hom

obté per al Ca a TMP és una mica més gran que el del Cl, però baixaria força si ponderessim per caba, perquè l'efecte de dilució és més gran per al Ca que per al Cl (fig. 8.6). A TMOR, fins i tot a les mitjanes aritmètiques, el quocient del Ca és bastant menor que el del Cl (taula 8.18).

Cal tenir present però que aquestes relacions no inclouen un capítol important del flux de nutrients a les conques forestades que no estan en estat estacionari: l'acumulació anual de biomassa. La demanda biològica de N, P, K, Ca, Mg, i S per part d'un bosc en creixement és gran i, en particular, la mineralomassa de Ca necessita d'una acumulació anual considerable d'aquest nutrient. A l'afegir l'increment anual de Ca a la mineralomassa, la meteorització del Ca superaria probablement la del Na a TMP. Aixó pot sorprendre, perquè les fil.lites ordovíciques són molt més riques en Na que en Ca però, en general, els aluminosilicats rics en Ca són més fàcilment meteoritzables que els rics en Na (Brunsdén 1979, Likens et al. 1977).

La situació a TMOR és quelcom diferent. El menor quocient d'enriquiment del Ca a la riera respecte el de Cl podria fer pensar en que les entrades de Ca són majors que les sortides i que, per tant, la conca acumula Ca atmosfèric. Si suposem que la deposició seca de Cl é major que la de Ca a TMOR, la diferència entre els quocients disminueix, i es fa creïble que TMOR estigui en estat estacionari respecte les entrades i sortides de Ca. Evidentment, la demanda de Ca per part de la fageda requereix meteorització adicional. Generalment, a les conques forestades silicatades, les sortides de Ca són majors que les entrades (Likens et al. 1977). Existeixen conques de boscos temperats que acumulen Ca atmosfèric, com les conques quarsítiques del Shenandoah N.P. (Shaffer 1982), però aquestes rieres estan sobre roques molt pobres en Ca i molt resistents a la meteorització, i representen segurament, un cas extrem.

La manca de retenció de PO_4 a TMOR pot ser deguda a que el nombre de mostres analitzades per aquest nutrient en aquesta riera és molt petit. Generalment els sòls adsorbeixen el PO_4 amb gran eficàcia, i les concentracions en les aigües de drenatge són molt baixes. Observi's, per exemple, com el PO_4 del trascol de LC és retingut pel sòl i no aflora a TMP (taula 8.18).

Ara bé, com TMOR està sobre roques granítiques, i com que un mineral accessori freqüent a les roques ígnees del Montseny és l'apatita (fluofosfat càlcic; IGME 1976), es pot plantejar la hipòtesi de que els nivells relativament molt alts de PO_4 observats a TMOR derivarien de la meteorització d'aques mineral. Altres rieres granítiques sobre fageda al Montseny han donat valors alts de PO_4 (A. Avila, dades inèdites), i com sembla que les fagedes sobre esuist no donen lloc a nivells apreciables de PO_4 , és possible que aquesta situació depengui més de la litologia que del tipus de bosc. Com el PO_4 és sovint limitant, i com el PO_4 a TMOR sembla ser suficientment mòvil (altrament no el trobaríem a la riera) és probable que aquest major subministrament afavoreixi la nutrició dels arbres i, potser se reflexi en la seva productivitat.

9. CONCLUSIONS

Les conclusions obtingudes de l'estudi de (1) la quantitat de precipitació i de trascol, (2) la composició química i els fluxos de nutrients de la deposició global i del trascol, i (3) la composició de diferents rieres, en un alzinar muntanyenc, una fageda, i una avetosa del Montseny (Barcelona), són les següents:

A) Quantitat de precipitació

- (1) La precipitació mitjana a l'alzinar de La Castanya durant 2 anys d'estudi va ser de 857 mm/any.
- (2) A la fageda de Santa Fe, la precipitació durant 20 mesos equivalgué a 1070 mm/any.
- (3) Utilitzant les dades disponibles de can Ramis (1135 m s.n.m., Santa Fe) posteriors al maig del 1977, les precipitacions a Santa Fe són significativament majors que les del Turó l'Home (1707 m). Segons aquestes dades, la precipitació mitjana a Santa Fe, reduïda amb la del Turó de l'Home 1941-1980, seria de 1257 mm/any. Aquesta estimació sembla confirmar que Santa Fe és un indret particularment plujós dintre del Montseny, tal i com considerà Llobet (1947) basant-se en 6 anys incomplets de mesures.
- (4) Malgrat que les respectives observacions aparellades no són significativament diferents, les precipitacions totals mesurades a la fageda (1165 m) foren un 6% majors que les de l'avetosa (1355 m), i les de l'avetosa foren un 6% majors que les del Turó de l'Home. És possible doncs que, en aquest sector del Montseny la pluviositat disminueixi amb l'altitud.

No obstant, les diferències observades són petites, i no es comet un gran error si s'aplica la precipitació del Turó de l'Home a la resta de la vall de Santa Fe. Aquesta observació pot tenir un cert interès, perquè freqüentment s'expressen reserves sobre la representativitat de l'estació meteorològica del Turó de l'Home, situada al cim de la muntanya.

- (5) Les precipitacions mesurades a la fageda de Santa Fe (1165 m) foren un 45% majors que les del alzinar muntanyenc de

La Castanya (665 m) durant el mateix període. En l'any sec (1980), es recollí un 70% més de precipitació a Santa Fe que a La Castanya. Aquestes diferències, juntament amb la major freqüència de boires, deuen ser crucials per al manteniment d'una economia hídrica favorable a la fageda de Santa Fe.

B) Quantitat de trascol

- (6) El trascol representa els següents percentatges de la precipitació anual: alzinar 66%, fageda 80%, i avetosa 84%.

El percentatge de trascol obtingut a l'alzinar de La Castanya és el mateix que el de l'alzinar de Rouquet (Montpellier; Lossaint i Rapp 1971). El poc trascol de l'alzinar es deu a que les pèrdues per intercepció són molt elevades en aquest tipus de bosc.

El percentatge de trascol de la fageda de Santa Fe està en la gamma alta dels valors trobats a les fagedes europees. Com l'escolament cortical és important a la nostra parcel·la, això indica que les pèrdues per intercepció a la fageda de Santa Fe són només moderades.

El percentatge de trascol obtingut a l'avetosa de Passavets és probablement una sobreestimació.

- (7) No s'ha trobat una diferència significativa entre els percentatges de trascol de la fageda a les èpoques vegetativa i hivernal.
- (8) A la fageda i a l'avetosa el trascol està linealment correlacionat amb la precipitació. A l'alzinar la relació és curvilínia perquè, sorprenentment, les precipitacions abundoses només produeixen al voltant d'un 60% de trascol. Aquest percentatge tant baix, comprovat posteriorment amb una xarxa de 34 pluviòmetres dintre del bosc, deu ser ocasionat pel gran augment de l'escolament cortical que té lloc un cop les escorces clivellades de l'alzina es saturen d'aigua.

- (9) Malgrat l'ús de dades quinzenals i mensuals, s'han obtingut estimacions raonables de la capacitat d'emmagatzematge d'aigua a les superfícies de les capçades de l'alzinar i la fageda. Aquestes estimacions, que són els valors absoluts dels termes independents de les regressions lineals apropiades entre el trascol i la precipitació, valen (en mm, \pm error estàndar): alzinar 1.2 ± 0.6 , fageda 1.4 ± 1.6 .

C) Composició química i fluxos de nutrients en la deposició global

- (10) La composició química de la deposició global és bastant similar en els 3 llocs estudiats.
- (11) La deposició global del Montseny és actualment àcida. Els pHs migs obtinguts són: alzinar 4.82, fageda 4.61, i avetosa 4.62.

El pH mínim mesurat en aquest estudi és de 3.97, a l'alzinar. El pH varia estacionalment, amb valors mínims a l'hivern i màxims a l'estiu.

L'acidesa de les precipitacions al Montseny es deu molt probablement a l'efecte de la contaminació atmosfèrica procedent de Barcelona i del seu cinturó industrial.

- (12) Els aportes d'hidrogenions lliures a la deposició global són ($\text{meq}/\text{m}^2/\text{any}$): alzinar 13.0, fageda 26.3, i avetosa 28.8. Els aportes a la fageda durant el període de mostratge comú amb l'avetosa foren de $37.2 \text{ meq}/\text{m}^2/\text{any}$. Comparant amb l'alzinar, els majors aportes d'àcid a la fageda i a l'avetosa es deuen tant a un pH més baix de la deposició global com a una major precipitació en els dos darrers llocs.
- (13) Entre els ions analitzats, i en termes d'equivalents, la deposició global està dominada pel Ca, a tots tres llocs.

- (14) El Na i el Cl de la deposició global del Montseny són fonamentalment d'origen marí. Les concentracions mitjanes d'ambdós ions són només moderades (18-31 ueq/L), si tenim en compte que el mar es troba a poca distància (21-27 km). Es probable que la influència marítima es vegi mitigada pels vents dominants de l'oest, i per la dilució que experimenten els aerosols marins com a conseqüència de l'ascens orogràfic (Junge i Werby 1958).
- (15) A la fageda de Santa Fe, els aportats de Na i Cl a la deposició global són molt més elevats que a l'alzinar i a l'avetosa, indicant una major influència marítima a la fageda.
- (16) A partir de les proporcions iòniques, i suposant que tot el Na sigui d'origen marí, es poden calcular els percentatges dels aportats dels diferents ions que serien deguts als aerosols marins. Aquests percentatges són: Cl 90-95%, Mg 43-48%, K 14-27%, Ca 1.7-2.2%.
- (17) Els quocients Ca/Na i Mg/Na (i també Ca/Cl i Mg/Cl) són bons indicadors del grau d'influència continental en les precipitacions del Montseny.
- (18) En equivalents, el Ca és 8 vegades més abundant que el Mg en els aportats d'origen continental de la deposició global.
- (19) Les variables més positivament correlacionades amb el pH de la deposició global són les concentracions de Ca i Mg. Junt amb el punt anterior, això indicaria que les fraccions solubles d'origen continental d'ambdós metalls es troben a l'atmosfera del Montseny principalment en forma de carbonats. Com el Montseny és un massís bàsicament silicatat, aquests carbonats haurien de provenir de les regions carbonatades veïnes o llunyanes, o de les àrees urbanes i industrials.

- (20) La concentració mitjana ponderada de nitrat a la deposició global del Montseny és de 18-19 $\mu\text{eq/L}$. Aquest és un nivell moderat, però que indica la influència d'una atmosfera contaminada.
- (21) La concentració mitjana ponderada de K a la deposició global del Montseny és baixa (2.6-3.1 $\mu\text{eq/L}$), i la d'ortofosfat soluble és molt baixa (0.23-0.68 $\mu\text{eq/L}$).
- (22) Cap dels ions analitzats, excepte l'ió hidrogen, manifesta una variació estacional definida en els seus aportats a la deposició global.
- (23) Els pics d'aports de Na i Cl, i en menor mesura els de Mg, coincideixen amb pluges de llevant, abundoses i que venen de mar.
- (24) Els aportats anuals de nutrients a la deposició global del Montseny no es diferencien especialment dels de molts altres llocs d'Europa i Nord-amèrica. A l'alzinar de La Castanya, els aportats de 2 anys donaren (kg/ha/any):
Na 4.60, K 1.20, Ca 10.50, Mg 1.30, $\text{NO}_3\text{-N}$ 2.26, Cl 8.42, $\text{PO}_4\text{-P}$ 0.054 .
- A la fageda de Santa Fe, durant 20 mesos, s'obtingueren (kg/ha/any):
Na 6.28, K 1.31, Ca 11.11, Mg 1.56, $\text{NO}_3\text{-N}$ 2.82, Cl 11.62, $\text{PO}_4\text{-P}$ 0.060 .
- (25) Suposant que les mineralomasses arbòries de l'alzinar de La Castanya s'hagin acumulat durant 70 anys, es pot calcular que els aportats en la deposició global soluble equivalen als següents percentatges dels increments anuals de les mineralomasses: Na 6925%, K 22%, Ca 61%, Mg 85%, N >39% i P >4.6%. La xifra aparentment aberrant del Na es deu a que els aportats en la deposició global són iguals a la mineralomassa actual. Els percentatges per al N i el P són contribucions mínimes, perquè no hem mesurat l'amoni, el N orgànic, ni el P orgànic.

En conjunt, però, els percentatges anteriors posen de manifest la importància de la deposició global en el subministrament de nutrients als ecosistemes forestals del Montseny.

D) Composició química i fluxos de nutrients en el trascol

- (26) El trascol dels tres boscos estudiats és menys àcid que la deposició global. Els pHs migs del trascol són: alzinar 5.10, fageda 4.86, i avetosa 4.74 .

Es a dir, les capçades d'aquests boscos neutralitzen parcialment l'acidesa de la precipitació incident. Només els següents percentatges del flux d'hidrogenions lliures de la precipitació arriben al terra del bosc amb el trascol: alzinar 35%, fageda 45%, i avetosa 63%.

La retenció o neutralització d'hidrogenions lliures a les capçades és (meq/m²/any): alzinar 8.4, fageda 14.4, i avetosa 10.6 .

A l'alzinar, la taxa de neutralització de les precipitacions (meq/m²/any) és semblant a l'estació vegetativa i a l'hivernal. En canvi, a la fageda i l'avetosa la neutralització és molt major en l'època vegetativa.

- (27) Excepte l'ió hidrogen, tots els altres ions analitzats s'enriqueixen, respecte de la deposició global, en el trascol de tots 3 boscos. L'enriquiment és màxim per al K, i mínim per al Na.
- (28) En els aportos nets de l'alzinar, l'ió dominant, entre els analitzats, és el K, mentre que a la fageda i a l'avetosa és el Ca.

L'alzinar es caracteritza, a més a més, per tenir aportos nets en el trascol relativament grans en PO₄, relativament petits en Ca i molt petits en Na i NO₃.

Els aportos nets de K i Mg a l'alzinar de La Castanya són molt semblants als de l'alzinar de Le Rouquet (Rapp 1970),

però els aportats nets de Ca, i potser els de Na, són molt majors en aquest darrer bosc, que està sobre substracte calcari.

- (29) La fageda de Santa Fe no destaca especialment de les altres fagedes europees per els seus aportats nets en el trascol. En el conjunt de les fagedes estudiades, la de Santa Fe es situa en la gamma alta dels aportats nets de nitrat; en la intermitja pels de K, Ca, i PO_4 ; i en la baixa pels de Na i Mg.
- (30) L'avetosa es diferencia clarament dels altres dos boscos pels seus aportats nets molt elevats de tots els ions analitzats (excepte H i PO_4).

Les proporcions iòniques en els aportats nets de l'avetosa són molt semblants a les de la fageda, però diferents a les de l'alzinar. Es a dir, la precipitació renta molts més nutrients de les capçades dels avets que de les dels faigs, però ho fa en les mateixes proporcions per als diferents ions analitzats.

El major desenvolupament de les capçades, el major índex foliar, i la forma acicular de les fulles afavoreixen tant la deposició seca com la lixiviació a l'avetosa.

- (31) En cap dels 3 boscos estudiats sembla haver-hi una absorció neta anual del NO_3 de la precipitació per part de les capçades.
- (32) A l'alzinar de La Castanya, la deposició seca marina és petita ja que només trobem 0.4 kg/ha/any d'aportats nets de Na en el trascol. La impactació d'aerosols marins en les capçades d'aquest bosc explicaria només el 17% dels aportats nets de Cl i el 3% dels de Mg.
- (33) La deposició seca continental tampoc sembla ser molt gran a l'alzinar, ja que els aportats nets de NO_3 són petits, i els de Ca moderats.

(35) A l'alzinar, els aportats nets de K, PO_4 i Mg es caracteritzen per presentar màxims ben definits al juny-juliol, quan hi ha moltes fulles senescentes a les capçades, i quan el trascol presenta un màxim de color orgànic. La major part dels aportats nets de K i de PO_4 , i una part important dels de Mg serien de lixiviació, en aquest bosc.

En canvi, els aportats nets de Na, Ca, i NO_3 no variaren estacionalment. La deposició seca podria ser important en els aportats nets d'aquests ions.

(36) A la fageda, els aportats nets de Mg, Ca, NO_3 , i PO_4 estan correlacionats entre ells perquè tots quatre presentaren màxims importants a l'agost dels 2 anys d'estudi: aquests màxims es podrien deure a la lixiviació o a la deposició seca continental.

(37) La deposició seca marina és quelcom més important a la fageda que a l'alzinar, si ens guiem pels aportats nets de Na. A la fageda la impactació d'aerosols marins explicaria el 73% dels aportats nets de Cl, i el 18% dels de Mg.

(38) Els aportats nets de K a la fageda presenten un màxim durant la senescència foliar, a l'octubre-novembre, i un altre al juny. Aquest segon màxim, que s'observà als 2 anys de l'estudi, no sembla donar-se en les fagedes estudiades per altres autors.

(39) A la fageda i a l'avetosa només hi ha aportats nets apreciables de PO_4 durant l'estació vegetativa.

(40) A l'avetosa els aportats nets de tots els ions (excloent el H; i el PO_4 durant l'època hivernal) estigueren molt correlacionats entre ells. Aquesta forta correlació, que contrasta amb la situació dels altres 2 boscos, es podria deure a la importància de la lixiviació de tots els ions en aquest bosc, a l'eficàcia de captura de deposició seca per a tots els ions, o a un efecte del rentat progressiu de les intricades capçades dels avets.

E) Composició química de les rieres

- (41) El pH mig de les rieres estudiades estigué entre 6.6 i 7.8. L'acidesa de les precipitacions ha sigut totalment neutralitzada quan l'aigua surt per les rieres.

Aquesta neutralització va acompanyada d'un increment notable de les concentracions de Na, Ca, i Mg, respecte de la deposició global. Aixó ens indica que la neutralització s'aconsegueix amb la meteorització dels aluminosilicats que constitueixen els minerals del sòl.

- (42) La conca del Torrent de la Mina allibera certament Na i Mg, i reté amb gran eficàcia el NO_3 de la precipitació. El NO_3 és pràcticament inexistent ($<1 \mu\text{eq/L}$) en el cabal de base d'aquesta riera, i augmenta moderadament (2-5 $\mu\text{eq/L}$) a les crescudes. Les dades d'una surgència natural demostren que la major part de l'absorció del NO_3 té lloc abans de que l'aigua aflori al llit de la riera.

La conca potser retingui també el P atmosfèric, mentre que, jutjant pel factor de concentració del Cl, els fluxos de sortida del K i del Ca podrien ser semblants als d'entrada.

- (43) En contrast radical amb el Torrent de la Mina, la Riera de La Castanya és rica en NO_3 : 58.5 $\mu\text{eq/L}$ de mitjana. Aquest nivell de NO_3 és segurament degut als conreus (6% de la conca) i a les 2 masies habitades que hi ha dintre de la conca.
- (44) Els sòls dels alzinars de La Castanya retenen amb gran eficàcia el K, el NO_3 , i el PO_4 del trascol.
- (45) En les 3 rieres estudiades al sector de La Castanya, Na, Ca, i Mg presenten un efecte de dilució molt marcat: les seves concentracions disminueixen en les crescudes, i augmenten durant l'estiatge. Els 3 cations dominants estan molt correlacionats entre ells, i amb la conductivitat.

- (46) Les 2 rieres estudiades a la vall de Santa Fe tenen un quimisme molt més constant que les del sector de La Castanya. En particular, el Torrent del Turó de Morou sembla estar regulat per l'intercanvi iònic en els sòls de la conca, més que pel subministrament directe d'ions alliberats per la meteorització
- (47) Les proporcions catióniques de les 4 rieres sobre pissarres i esquists són força semblants entre sí, mentre que la riera sobre roques granítiques (el Torrent del Turó de Morou) és relativament més rica en Na i molt més pobre en Mg que les altres 4 rieres.
- (48) El Torrent del Turó de Morou destaca també per un nivell alt de PO_4 i per ser proporcionalment ric en Cl. Aquest darrer fet resulta de la influència marítima a Santa Fe, i de l'efecte concentrador que té la transpiració de la fageda.
- (49) La Riera de La Castanya està més regulada hidrològicament i químicament i té majors concentracions catióniques i un pH més bàsic que el Torrent de la Mina. Aquest conjunt de propietats es deu als potents derrubis de pendent de la solana de la Riera de La Castanya, que permeten un considerable emmagatzematge d'aigua, i un contacte perllongat de l'aigua amb una gran superfície total de materials finament dividits, amb el resultat d'una major meteorització per unitat de flux d'aigua i una major regulació que al Torrent de la Mina, on aquests derrubis estan molt menys desenvolupats.
- (50) Al Torrent de la Mina i a la Riera de La Castanya s'observen cicles histerètics estacionals entre Na i Mg, i entre Na i Ca. En aquests cicles les concentracions de Mg i de Ca són menors, per a una mateixa concentració de Na, a l'estiu (quan les concentracions pugen) que a la tardor (quan les concentracions baixen). El dèficit estival de Mg i Ca respecte del Na podria estar associat a la demanda biològica d'aquests dos nutrients. A l'hivern i la primavera, l'anterior llaç histerètic desapareix per a convertir-se en una recta que reflecteix el control litològic del quimisme de la riera.

10. BIBLIOGRAFIA



- ABRAHAMSEN, G., HORNTVEDT, R. & TVEITE, B. 1975. Impacts of acid precipitation on coniferous forests ecosystems. SNSF, Research Report FR 2, Oslo-As.
- ALLEN, S.E., CARLISLE, A., WHITE, E.J. & EVANS, C.C. 1968. The plant nutrient content of rainwater. J.Ecol. 56:497-504.
- ALLEN, S.E., GRIMSHAW, H.M., PARKINSON, J.A. 1974. Chemical Analysis of Ecological Materials. Blackwell, Oxford.
- ALLERUP, P. & MADSEN, H. 1980. Accuracy of Point Precipitation Measurements. Nordic Hydrology 11:57-70.
- ALVERA, B. 1976. Contribución al estudio de la intercepción de las precipitaciones atmosféricas en el pinar de San Juan de la Peña. P.Centr.pir. Biol.exp. 7:95-100.
- ART, H.W., BORMANN, F.H., VOIGT, G.K. & WOODWELL, G.M. 1974. Barrier Island forest ecosystem: the role of meteorological nutrient inputs. Science 184:60-62.
- ASTRUP, M. & BULOW-OLSEN, A. 1979. Nutrient cycling in two Danish beech forests growing on different soil types. Holarctic Ecology 2:125-9.
- ATTIWILL, P.M. 1966. The chemical composition of rainwater in relation to recycling of nutrients in mature eucalyptus forest. Pl.Soil 24:390-406.
- AZEVEDO, J. & MORGAN, D.L. 1974. Fog precipitation in coastal California forests. Ecology 55:1135-1141.
- BALDWIN, A.D. 1971. Contribution of atmospheric chloride in water from selected coastal streams of Central California. Water Resources Res. 7(4): 1007-1012.
- BARRETT, E. & BRODIN, G. 1955. The acidity of Scandinavian precipitation. Fellus 7:251-257.
- BEAUFORD, W., BARBER, J. & BARRINGER, A.R. 1977. Release of particles containing metals from vegetation into the atmosphere. Science 195:571-573.
- BEST, G.R. & MONK, C.D. 1975. Cation flux in hardwood and white pine watersheds, in F.G. Howell, J.B. Gentry & M.H. Smith (eds.): Mineral Cycling in Southeastern Ecosystems, pp 847-861, U.S. National Technical Information Center, Springfield, Va.
- BINKLEY, D., KIMMINS, J.P. & FELLER, M.C. 1982. Water chemistry profiles in as early and a mid-successional forest in coastal British Columbia. Can.J.Fon.Res. 12:240-248.
- BOATMAN, D.J., HULME, P.D. & TOMLINSON, R.W. 1975. Monthly determinations of the concentration of sodium, potassium, magnesium and calcium in the rain and in pools on the Silver Flowe National Nature Reserve. J.Ecol. 63:903-912.
- BOLIN, B. 1979. On the role of the atmosphere in biogeochemical cycles. Quart J.R.Meteor.Soc. 105:25-42.
- BONSANG, B., NGUYEN, B.C., GAUDRY, A. & LAMBERT, G. 1980. Sulfate enrichment in marine aerosols owing to biogenic gaseous sulfur compounds. J.geophys Res. 85:7410-7416.
- BORMANN, F.H., LIKENS, G.E. & EATON, J.S. 1969. Biotic regulation of particulate and solution losses from a forested ecosystem. Bioscience 19(7): 600-610.
- BORMANN, F.H., LIKENS, G.E. & MELILLO, J. 1977. Nitrogen budget for an aggrading northern hardwood ecosystem. Science 196:981-983.
- BORMANN, F.H., LIKENS, G.E., SICCAMI, T.G., PIERCE, R.S. & EATON, J.S. 1974. The effect of deforestation on ecosystem export and the steady-state

condition at Hubbard Brook. Ecol.Monogr. 44(3):255-277.

- BRINSON, M.M., BRADSHAW, H.D., HOLMES, R.N. & ELKINS, J.B., Jr. 1980. Litterfall stemflow, and throughfall nutrient fluxes in an alluvial swamp forest. Ecology 61:827-835.
- BRUNSDEN, D. 1979. Weathering, in C. Embleton & J. Thornes (eds.): Process in geomorphology, pp 73-129, Edward Arnold. London.
- CARLISLE, A., BROWN, A.H.F. & WHITE, E.J. 1966. The organic matter and nutrient elements in the precipitation beneath a sessile oak (Quercus petraea) canopy. J.Ecol. 54:87-98.
- CARLISLE, A., BROWN, A.H.F. & WHITE, E.J. 1967. The nutrient content of tree stemflow and ground flora litter and leachates in a sessile oak (Quercus petraea) woodland. J.Ecol. 55:615-627.
- CASAS, A. 1979. Estudio litogeoquímico del paleozoico del Montseny. Tesi doctoral. Universitat de Barcelona.
- CHAMBERLAIN, A.C. 1975. The Movement of Particles in Plant Communities, in J.L. Monteith (ed.): Vegetation and the Atmosphere, vol. 1, pp 155-203, Academic Press. London.
- CHARLSON, R.J. & RODHE, H. 1982. Factors controlling the acidity of natural rainwater. Nature 295:683-685.
- CHRISTOPHERSEN, N. & SEIP, H.M. 1982. A model for streamwater chemistry at Birkenes Norway. Water Resour.Res. 18:977-996.
- COATS, R.N., LEONARO, R.L. & GOLDMAN, C.R. 1976. Nitrogen uptake and release in a forested watershed, Lake Tahoe basin, California. Ecology 57:995-1004.
- COGBILL, C.V. 1977. The effect of acid precipitation on tree growth in eastern North America. Water, Air, Soil Pollution 8:89-93.
- COGBILL, C.V. & LIKENS, G.E. 1974. Acid precipitation in the northeastern United States. Water Resources Res. 10:1133-1137.
- COLE, D.W. & JOHNSON, D.W. 1977. Atmospheric sulfate additions and cation leaching in a Douglas fir ecosystem. Water Resour.Res. 13:313-317.
- COLE, D.W. & RAPP, M. 1980. Elemental cycling in forest ecosystems, in D.E. Reichle (ed.): Dynamic Properties of Forest Ecosystems, pp 341-409, Cambridge University Press. Cambridge.
- COMERFORD, N.B. & WHITE, E.H. 1977. Nutrient content of throughfall in paper birch and red pine stands in northern Minnesota. Can.J.For.Res. 7:536-561.
- COOPER, H.B.H., LOPEZ, J.A. & DEMO, J.M. 1976. Chemical composition of acid precipitation in central Texas. Water, Air, Soil Pollution 6:351-359.
- CORBETT, E.S. 1967. Measurement and estimation of precipitation on experimental watersheds, in Sopper & Lull (eds.): International Symposium on Forest Hydrology, pp 107-129, Pergamon Press. Oxford.
- CRONAN, C.S. 1980. Solution chemistry of a New Hampshire subalpine ecosystem a biogeochemical analysis. Oikos 34:272-281.
- CRONAN, C.S., REINERS, W.A., REYNOLDS, R.C.S. & LANGE, G.E. 1978. Forest floor leaching: contributions from mineral, organic and carbonic acids in New Hampshire subalpine forests. Science 200:309-311.
- CRYER, R. 1976. The significance and variation of atmospheric nutrient inputs in a small catchment system. J.Hydrol. 29:121-137.
- CZARNOWSKI, M.S. & OLSZEWSKI, J.L. 1970. Number and spacing of rainfall-

- ganges in a deciduous forest stand. Oikos 21:48-51.
- DAWSON, G.A. 1978. Ionic composition of rain during sixteen convective showers. Atmos. Environ.
- BARY, E. de & JUNGE, C. 1963. Distribution of sulfur and chlorine over Europe. Tellus 15:370-381.
- DELMAS, R.J., ARISTARAIN, A. & LEGRAND, M. 1980. Acidity of Antarctic snow: a natural reference level for acid rains. Proc. Int. conf. ecol. impact acid precip. Norway 1980, SNSF project.
- DENAEYER-DE SMET, S. 1962. Contribution à l'étude du pluviollessivage du couvert forestier. Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. 94:285-308.
- DENAEYER-DE SMET, S. 1966. Bilan annuel des apports d'éléments minéraux par les eaux de précipitation sous couvert forestier dans la forêt mélangée caducifoliée de Blaimont (Virelles-Chimay). Bull. Soc. roy. Bot. Belgique 99:345-375.
- DENAEYER-DE SMET, S. 1969. Apports d'éléments minéraux par les eaux de précipitations, d'égouttement sous couvert forestier et d'écoulement le long des troncs (1965, 1966, 1967). Bull. Soc. roy. Bot. Belgique 102:355-372.
- DOCHINGER, L.S. & SELIGA, T.A. (eds.) 1976. Proceedings of the First International Symposium on Acid Precipitation and the Forest Ecosystem. U.S.D.A. Forest Service General Technical, Report NE-23.
- DRABLOS, D. & TOLLAND, A. (eds.) 1980. Ecological Impact of Acid Precipitation. Proc. Int. conf. on the ecological impact of acid precipitation, SNSF project, Norwegian Institute for Water Research, Oslo.
- EATON, J.S., LIKENS, G.E. & BORMANN, F.H. 1973. Throughfall and stemflow chemistry in a northern hardwood forest. J. Ecol. 61:495-508.
- EATON, J.S., LIKENS, G.E. & BORMANN, F.H. 1978. The input of gaseous and particulate sulfur to a forest ecosystem. Fellus 30(6):546-551.
- EPA 1979. Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes. EPA-600/4.79 020, Environmental Monitoring and Support Laboratory, U.S.EPA, Cincinnati, Ohio.
- EPSTEIN, E. 1972. Mineral Nutrition of Plants. John Wiley & Sons. New York.
- ERIKSSON, E. 1952. Composition of atmospheric precipitation. II. Sulfur, chloride, iodine compounds. Bibliography. Fellus 4:280-303, 215-232.
- ERIKSSON, E. 1960. The yearly circulation of chloride and sulfur in nature; meteorological, geochemical, and pedological implications. Part II. Fellus 12:63-109.
- FELLER, M.C. 1977. Nutrient movement through western hemlock - western redcedar ecosystems in southwestern British Columbia. Ecology 58:1269-1283.
- FERRES, Ll., RODA, F., VERDU, A.M.C. & TERRADAS, J.A. 1982. Nutrient cycling in a montane evergreen-oak forest at La Castanya (Montseny, Catalunya, NE Spain). Symposium on the Dynamics and Management of Mediterranean-type Ecosystems. June 22-26, 1981. San Diego, California.
- FOLCH, R. 1981. La vegetació dels Països Catalans. Ketres. Barcelona.
- FOWLER, O. 1980a. Wet and dry deposition of sulfur and nitrogen compounds from the atmosphere, in T.C. Hutchinson & M. Havas (eds.): Effects of Acid Precipitation on Terrestrial Ecosystems, pp 9-27, Plenum Press. New York.
- FOWLER, D. 1980b. Removal of sulphur and nitrogen compounds from the atmosphere in rain and by dry deposition. International Conference on the

ecological impact of acid precipitation, March 11-14 1980, Noruega.

- GALLOWAY, J.N. 1979. Acid Precipitation: Spatial and Temporal Trends. Workshop on Acid Rain, ASCE/Boston, Mass./April 2-6 1979.
- GALLOWAY, J.N. & COWLING, F.B. 1978. The effects of precipitation on aquatic and terrestrial ecosystems: a proposed precipitation chemistry network. J. Air Pollut. Control Ass. 28:229-235.
- GALLOWAY, J.N. & LIKENS, G.E. 1976. Calibration of collection procedures for the determination of precipitation chemistry. Water, Air, Soil Pollution 6:241-258.
- GALLOWAY, J.N. & LIKENS, G.E. 1978. The collection of precipitation for chemical analysis. Tellus 30:71-82.
- GALLOWAY, J.N. & LIKENS, G.E. 1979. Acid precipitation: measurement of pH and acidity. Linnol. Oceanogr. 24:1161-1165.
- GALLOWAY, J.N., LIKENS, G.E. & EDGERTON, E.S. 1976a. Acid precipitation in northeastern United States: pH and acidity. Science 194:722-724.
- GALLOWAY, J.N., LIKENS, G.E. & EDGERTON, E.S. 1976b. Hydrogen ion speciation in the acid precipitation of the northeastern United States. Water, Air, Soil Pollution 6:423-433.
- GALLOWAY, J.N. & PARKER, G.G. 1980. Difficulties in measuring wet and dry deposition on forest canopies and soil surfaces, in T.C. Hutchinson & M. Havas (eds.): Effects of acid precipitation on terrestrial ecosystem, pp 57-68, Plenum Publishing Corporation.
- GATZ, D.F. & DINGLE, A.N. 1971. Trace substances in rain water: concentrations variations during convertive rains, and their interpretation. Tellus 23:14-27.
- GLOVER, G.M., KALLEND, A.S., MANCH, A.R.W. & WEBB, A.H. 1980. Ion relationship in acid precipitation and stream chemistry, in T.C. Hutchinson & M. Havas (eds.): Effects of Acid Precipitation on Terrestrial Ecosystems, pp 95-109, Plenum Press, New York.
- GOLOBERG, E.D. 1963. The Oceans as Chemical Systems, in M.N. Hill (ed.): The Sea, vol. 2, pp 3-25, Interscience Publishers, New York.
- GORE, A.J.P. 1968. The supply of six elements by rain to an upland peat area. J. Ecol. 56:483-495.
- GORHAM, E. 1955. On the acidity and salinity of rain. Geochim. cosmochim. Acta 7:231-239.
- GORHAM, E., VITOUSEK, P.M. & REINERS, W.A. 1979. The regulation of chemical budgets over the course of terrestrial ecosystem successions. Ann. Rev. Ecol. Syst. 10:35-84.
- GOSZ, J.R. 1978. Nitrogen inputs to stream water from forests along an elevational gradient in New Mexico. Water Res. 12:725-734.
- GOSZ, J.R. 1980. Nutrient budgets studies for forests along an elevational gradient in New Mexico. Ecology 61:515-521.
- GOSZ, J.R., LIKENS, G.E., EATON, J.S. & BORMANN, F.H. 1975. Leaching of nutrients from leaves of selected tree species in New Hampshire, in F.G. Howell, J.B. Gentry & M.H. Smith (eds.): Mineral Cycling in Southeastern Ecosystem, pp 630-641, U.S. National Technical Information Center, Springfield, Va.
- GRANAT, L. 1972a. On the relation between pH and the chemical composition in atmospheric precipitation. Fellus 24:550-560.
- GRANAT, L. 1972b. Deposition of sulfate and acid with precipitation over

- monthein Europe. Report AC-20 March 1972, UDC 551.510.4:550.4, Institute of Meteorology, University of Stockholm.
- GRANAT, L. 1978. Sulfate in precipitation as observed by the European atmospheric chemistry network. Atmos. Environ. 12:413-424.
- GRAUSTEIN, W. D. 1978. Measurement of dust input to a forested watershed using $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios. Geol. Soc. Am. Abst. 10:411.
- HARWELL, M. A., CROPPER, W. P. & RAGSDALE, H. L. 1977. Nutrient recycling and stability: A reevaluation. Ecology 58:660-666.
- HEINRICHS, H. & MAYER, R. 1977. Distribution and cycling of major and trace elements in two central European forest ecosystems. J. Environ. Qual. 6:402-407.
- HELVEY, J. O. & PATRIC, J. H. 1965. Canopy and litter interception of rainfall by hardwoods of eastern United States. Water Resour. Res. 1:193-206.
- HENDERSON, G. S., HARRIS, W. F., TODD, D. E., Jr. & GRIZZARD, T. 1977. Quantity and chemistry of throughfall as influenced by forest-type and season. J. Ecol. 65:365-374.
- HOFFMAN, W. A., Jr., LINDBERG, S. E. & TURNER, R. A. 1980a. Precipitation acidity: the role of the forest canopy in acid exchange. J. Envir. Qual. 9:95-100.
- HOFFMAN, W. A., LINDBERG, S. E. & TURNER, R. R. 1980b. Some observations of organic constituents in rain above and below a forest canopy. Environ. Sci. Technol. 14:999-1001.
- HOWELL, F. G., GENTRY, J. B. & SMITH, M. H. (eds.) 1975. Mineral Cycling in Southeastern Ecosystems. U.S. National Technical Information Center, Springfield, Va.
- HUTCHINSON, T. C. & HAVAS, M. (eds.) 1980. Effects of Acid Precipitation on Terrestrial Ecosystems. Proceedings of NATO Conference, May 1978, Toronto. NATO Conference Series 1, vol. 4. Plenum Press, New York, 654pp.
- IGME 1976. Mapa geológico de España, E 1:50.000, hoja nº 354: La Garriga. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- JOHNSON, N. M. 1979. Acid rain-neutralization within the Hubbard Brook ecosystem and regional implications. Science 204(4392):497-499.
- JOHNSON, N. M., DRISCOLL, C. T., EATON, J. S., LIKENS, G. E. & McDOWELL, W. H. 1981. Acid rain, dissolved aluminium and chemical weathering at the Hubbard Brook Experimental Forest, New Hampshire. Geochim. Cosmochim. Acta 45:1421-1437.
- JOHNSON, N. M., LIKENS, G. E., BORMANN, F. H., FISHER, D. N. & PIERCE, R. S. 1969. A working model for the variation in streamwater chemistry at the Hubbard Brook Experimental Forest, New Hampshire. Water Resource Res. 5(6):1353-1363.
- JOHNSON, N. M., LIKENS, G. E., BORMANN, F. H. & PIERCE, R. S. 1968. Rate of chemical weathering of silicate minerals in New Hampshire. Geochim. Cosmochim. Acta 32:531-545.
- JOHNSON, P. L. & SWANK, W. T. 1973. Studies of cation budgets in the southern Appalachians on four experimental watersheds with contrasting vegetation. Ecology 54(1):70-80.
- JORDAN, C., GOLLEY, F., HALL, J. & HALL, J. 1980. Nutrient scavenging of rainfall by the canopy of an Amazonian rain forest. Biotropica 12:61-66.
- JUANG, F. H. & JOHNSON, N. M. 1967. Cycling of chlorine through a forested watershed in New England. J. Geophys. Res. 72:5641-5647.
- JUNGE, C. E. & GUSTAFSON, P. E. 1957. On the distribution of sea salt over the

- United States and its removal by precipitation. Tellus 9:164-173.
- JUNGE, C.E. & WERBY, R.T. 1958. The concentration of chloride, sodium, potassium, calcium and sulfate in rain water over the United States. J. Meteorol. 15:417-425.
- KIMMINS, J.P. 1973. Some statistical aspects of sampling throughfall precipitation in nutrient cycling studies in British Columbian coastal forest. Ecology 54:1008-1019.
- KRAUSKOPF, K.B. 1979. Introduction to Geochemistry. 2^a ed., 617pp, McGraw-Hill, New York.
- LANG, C.E., REINERS, W.A. & HEIER, R.K. 1976. Potential alteration of precipitation chemistry by epiphytic lichens. Oecologia 25:229-241.
- LARCHER, W. 1977. Ecofisiología Vegetal. Omega. Barcelona.
- LECHER, D.W. 1976. Precipitation pH in Central New Jersey and its relationship to certain storm characteristics. Bull. New Jersey Acad. Sci. 21:10-12.
- LEE, R. 1980. Forest Hydrology. Columbia University Press, New York.
- LEGG, B.J. & PRICE, R.I. 1980. The contribution of sedimentation to aerosol deposition to vegetation with a large leaf area index. Atmos. Environ. 14:305-309.
- LEMEE, G. 1974. Recherches sur les écosystèmes des réserves biologiques de la forêt de Fontainebleau. IV. Entrées d'éléments minéraux par les précipitations et transfert au sol par le pluviollessivage. Oecol. Plant. 9(3):187-200.
- LEONARD, R.E. 1961. Interpretation of precipitation by northern hardwoods. U.S. Forest Service, NE Forest Experiment Station, Paper n^o 159, Upper Darby, PA.
- LEONARD, R.L., KAPLAN, L.A., ELDER, J.F., COATS, R.N. & GOLDMAN, C.R. 1979. Nutrient transport in surface runoff from a subalpine watershed, Lake Tahoe Basin, California. Ecol. Monogr. 49:281-310.
- LEWIS, W.M., Jr. & GRANT, M.C. 1978. Sampling and chemical interpretation for mass balance studies. Water Resour. Res. 14:1098-1104.
- LEWIS, W.M., Jr. & GRANT, M.C. 1979. Changes in the output of ions from a watershed as a result of the acidification of precipitation. Ecology 60:1093-1097.
- LIKENS, G.E., BORMANN, F.H. & JOHNSON, N.M. 1981. Interactions between major biogeochemical cycles in terrestrial ecosystems, in G.E. Likens (ed.): Some perspectives of the Major Biogeochemical Cycles, pp 93-112, Wiley, Chichester.
- LIKENS, G.E., BORMANN, F.H., JOHNSON, N.M. & PIERCE, R.S. 1967. The calcium, magnesium, potassium and sodium budgets for a small forested ecosystem. Ecology 48:772-785.
- LIKENS, G.E., BORMANN, F.H., PIERCE, R.S., EATON, J.S. & JOHNSON, N.M. 1977. Biochemistry of a Forested Ecosystem. Springer-Verlag. New York.
- LIKENS, G.E., WRIGHT, R.F., GALLOWAY, J.N. & BUTLER, T.J. 1979. Acid Rain. Sci. Amer. 241:43-51.
- LITTLE, P. 1977. Deposition of 2.75, 5.0 and 8.5 particles to plant and soil surfaces. Environ. Pollut. 12:293-305.
- LLOBET, S. 1947. La Vida y el Medio en el Montseny. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Barcelona.
- LLOBET, S. 1974. El Vallès, in Ll. Solé Sabarís (dir.): Geografía de Catalu-

- nya, vol. III, Aedos. Barcelona.
- LLOBET, S. 1975. Materiales y depósitos periglaciares en el macizo del Montseny. Antecedentes y Resultados. Revista de Geografía 9:35-58.
- LLOBET, S. 1977. El Montseny. Guía cartográfica. Alpina. Granollers.
- LOSSAINT, P. & RAPP, M. 1978. La forêt méditerranéenne de chênes verts (Quercus ilex L.), in M. Lamotte & F. Bourlière (eds.): Problèmes d'écologie structure et fonctionnement des écosystèmes terrestres, pp 129-185, Masson. Paris.
- MADGWICK, H.A.I. & OVINGTON, J.D. 1959. The chemical composition of precipitation in adjacent forest and open plats. Forestry 32:14-22.
- MARGALEF, R. 1974. Ecología. Omega. Barcelona.
- MARTIN, A. 1979. Distribution of Sulphur Emissions and the Environment, 8-10 Mai 1979, London.
- MARTIN, C.W. 1979. Precipitation and streamwater chemistry in an undisturbed forested watershed in New Hampshire. Ecology 60:36-42.
- MASON, B.H. 1980. Geochemical distribution of elements. Encyclopaedia Britannica vol. 6:700-713. William Benton Publ., Chicago.
- MATZNER, E., KHANNA, P.K., MEIWES, K.J., LINDHEIM, M., PRENZEL, J. & ULRICH, B. 1982. Elementflüsse in Waldökosystemen im Solling. Daterdokumentation. Göttinger Bodenkundliche Berichte 71:1-267.
- MAYER, R. & ULRICH, B. 1974. Conclusions on the filtering action of forests from ecosystems analysis. Oecol.Plant. 9:157-168.
- MAYER, R. & ULRICH, B. 1977. Acidity of precipitation as influenced by the filtering of atmospheric sulphur and nitrogen compounds - its role in the element balance and effect on soil. Water, Air, and Soil Pollution 7:409-416.
- MAYER, R. & ULRICH, B. 1980. Input to soil, especially the influence of vegetation in intercepting and modifying inputs - a review, in T.C. Hutchinson & M. Havas (eds.): Effects of acid precipitation on terrestrial ecosystems, pp 173-182, Plenum Press. New York.
- MCCOLL, J.G. & BUSH, D.S. 1978. Precipitation and throughfall chemistry in the San Francisco Bay area. J.Environ.Qual. 7:352-357.
- MILLER, J.M., GALLOWAY, J.N. & LIKENS, G.E. 1978. Origin of air masses producing acid precipitation at Ithaca, New York. A preliminary report. Geophys.Res.Let. 5:757-760.
- MILLER, R.B. 1963. Plant nutrients in hard beech. III. The cycle of nutrients. N.Z.Jl.Sci. 6:388-413.
- MILLER, W.R. & DREVER, J.I. 1977. Water chemistry of a stream following a storm, Absaroka Mountains, Wyoming. Geol.Soc.Am.Bull. 88:286-290.
- MOLCHANOV, A.A. 1963. The Hydrological role of forests, 407 pp, trad. rus, Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem.
- MOROTO, K., WATANABE, S., KITAZAWA, M. & ARAKIDA, K. 1979. Runoff in a small watershed. J.Jap.For.Soc. 61:302-304.
- MUNN, R.E. & RODHE, H. 1971. On the meteorological interpretation of the chemical composition of monthly precipitation samples. Tellus 23:1-13.
- NEFF, E.L. 1977. How much rain does a rain gage gage? J.Hydrol. 35:213-220.
- NIHLGARD, B. 1970. Precipitation its chemical composition and effect on soil water in a beech and spruce forest in South Sweden. Oikos 21:208-217.

- NIHLGÅRD, B. & LINDGREN, L. 1977. Plant biomass, primary production and biö-elements of three mature beech forests in South Sweden. Oikos 28:95-104.
- NILSSON, S.I., MILLER, H.G. & MILLER, J.D. 1982. Forest growth as a possible cause of soil and water acidification: an examination of the concepts. Oikos 39:40-49.
- OLSON, R.K., REINERS, W.A., CRONAN, C.S. & LANG, G.E. 1981. The chemistry and flux of throughfall and stemflow in subalpine balsam fir forests. Holarctic Ecology 4:291-300.
- O'NEILL, R.V., AUSMUS, B.S., JACKSON, D.R., VAN HOOK, R.I., VAN VORIS, P., WASHBURN, C. & WATSON, A.P. 1977. Monitoring terrestrial ecosystems by analysis of nutrient export. Water, Air and Soil Pollution 8:271-277.
- OVERREIN, L.N., SEIP, H.M. & TOLLAN, A. 1981. Acid precipitation - effects on forest and fish. Final report of the SNSF - project 1972-1980. FR 19/80. Oslo.
- PANAREDA, J.M. 1978. L'estructura i la dinàmica del paisatge actual al Montseny: els impactes humans sobre els sistemes naturals. Tesi Doctoral. Departament de Geografia. Universitat de Barcelona.
- PANAREDA, J.M. & NUET, J. 1979. El Clima i les Aigües dels Països Catalans, in O. Riba, O. de Bolòs, J.M. Panareda, J. Nuet & J. Gosálbez: Geografia Física dels Països Catalans, pp 69-103, Ketres. Barcelona.
- PATTERSON, D.T. 1975. Nutrient return in the stemflow and throughfall of individual trees in the piedmont deciduous forest, in F.G. Howell, J.B. Gentry & M.H. Smith (eds.): Mineral cycling in Southeastern Ecosystem, pp 800-812, ERDA Symposium Series n° 36, National Technical Information Center. Springfield, Virginia.
- PEARCE, A.J., ROWE, L.K. & STEWART, J.B. 1980. Nighttime, wet canopy evaporation rates and the water balance of an evergreen mixed forest. Water Resour. Res. 16:255-259.
- PEDEN, M.E., SKOWRON, L.M. & MCGURK, F.F. 1979. Precipitation sample handling, analysis, and storage procedures. Research Report 4, COO-1199-57, Atmospheric Sciences Section. Illinois State Water Survey, Urbana, Illinois.
- PETRENCHUK, O.P. 1980. On the budget of sea salts and sulfur in the atmosphere. J. geophys. Res. 85:7439-7444.
- RAPP, M. 1969. Apport d'éléments minéraux au sol par les eaux de pluviollessivage sous des peuplements de Quercus ilex L., Quercus lanuginosa Lamk. et Pinus halepensis Mill. Oecol. Plant. 4:71-92.
- RAPP, M. 1970. Cycle de la matière organique et des éléments minéraux dans quelques écosystèmes méditerranéens. Prog. Biol. Internat. Recherche Cooperative C.N.R.S., n° 40. Paris.
- RAPP, M. & ROMANE, F. 1968. Contribution à l'étude du bilan de l'eau dans les écosystèmes méditerranéens. I. Egouttement des précipitations sous des peuplements de Quercus ilex L. et de Pinus halepensis Mill. Oecol. Plant 3:271-284.
- RASMUSSEN, S., NIELSEN, K. & HANSEN, J.P.N. 1982. The climate of a Danish beech wood, Hestehaven, eastern Jutland. Holarctic Ecology 5:412-419.
- REUSS, J.O. 1976. Chemical and biological relationships relevant to the effect of acid rainfall on the soil-plant system, in L.S. Dochinger & T.A. Seliga (eds.): Proceedings of the First International Symposium on acid precipitations and the forest ecosystem, pp 791-813, USDA For. Serv. Tech. Rep. NE-23.

- REYNOLDS, R.C. & JOHNSON, N.M. 1972. Chemical weathering in the temperate glacial environment of the Northern Cascade Mountains. Geochim. Cosmochim. Acta 36:537-554.
- RIBA, M. 1982. Aspectes dels cicles biogeoquímics en les fagedes del Montseny: contingut en matèria orgànica i dinàmica dels cations a la virosita. Tesis de Llicenciatura, Departament d'Ecologia, Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra.
- RICHTER, A. & GRANAT, L. 1978. Pine forest canopy throughfall measurements. Report AC-43, Department of Meteorology of the University of Stockholm & International Meteorological Institute in Stockholm, 25pp.
- RODDA, J.C. 1967. The systematic error in rainfall measurement. J. Inst. Water Eng. 21:173-177.
- RODHE, H., CRUTZEN, P. & VANDERPOL, A. 1981. Formation of sulfuric acid and nitric acid in the atmosphere during long-range transport. Tellus 33:132-141.
- ROLFE, G.L., AKHTAR, M.A. & ARNOLD, L.E. 1978b. Nutrient fluxes in precipitation, throughfall and stemflow in an oak-hickory forest. Water Resour. Bull. 14:1220-1226.
- RUTTER, A.J. 1975. The Hydrological Cycle in Vegetation, in J.L. Monteith (ed.): Vegetation and the Atmosphere, vol. 1, pp 111-154, Academic Press, London.
- RUTTER, A.J., KERSHAW, K.A., ROBINS, P.C. & MORTON, A.J. 1971. A Predictive model of rainfall interception in forests. I. Derivation of the model from observations in a plantation of Corsican pine. Agric. Meteorol. 9:367-384.
- RUTTER, A.J. & MORTON, A.J. 1977. A predictive model of rainfall interception in forests. III. Sensitivity of the model to stand parameters and meteorological variables. J. Appl. Ecol. 14:567-588.
- RUTTER, A.J., MORTON, A.J. & ROBINS, P.C. 1975. A predictive model of rainfall interception in forests. II. Generalization of the model and comparison with observations in some coniferous and hardwood stands. J. Appl. Ecol. 12:367-380.
- SACHS, L. 1978. Estadística Aplicada, Labor. Barcelona.
- SAVE, R., GASCÓN, E. & RABELLA, R. 1981. Hydric economy of Fagus sylvatica L. near the southern and of its range. Proceedings of the II International Congress of the European Federation of Societies of Plant Physiology. Santiago de Compostela, Octubre 1980.
- SAVOIE, D.L. & PROSPERO, S.M. 1980. Water-soluble potassium, calcium and magnesium in the aerosols over the tropical North Atlantic. J. Geophys. Res. 85:385-392.
- SCHLESINGER, W.H. 1978. Community structure, dynamics and nutrient cycling in the Okefenokee cypress swamp-forest. Ecol. Monogr. 48:43-65.
- SCHLESINGER, W.H. & GRAY, J.T. 1981. Atmospheric as a Source of Nutrients in Chaparral Ecosystems, presented at the Symposium on Dynamics and Management of Mediterranean-type ecosystem, June 22-26, 1981. San Diego, California.
- SCHLESINGER, W.H. & HASEY, M.M. 1980. Nutrient content of precipitations, dry fallont, and intercepted aerosols in the chaparral of southern California. Am. Midl. Nat. 103:114-122.
- SCHLESINGER, W.H. & REINERS, W.A. 1974. Deposition of water and cations on artificial foliar collectors on fir Krummholz of New England mountains.

Ecology 55:378-386.

- SCOTT, B.C., BARRIE, L.A., GATZ, D.F., MILLER, J.M. & PACK, D.M. 1980. Guide for estimating deposition rates of gases and aerosols, in J.N. Galloway, S.J. Eisenreich & B.C. Scott: Toxic substances in atmospheric deposition: A review and assessment, pp 114-133, National Atmospheric Deposition program NC-141.
- SEYMOUR, M.D., SCHUBERT, S.A., CLAYTON, J.W. & FERNANDO, Q. 1978. Variation in the acid content of rainwater in the course of a single precipitation. Water, Air and Soil Pollution 10:147-162.
- SHAFFER, P. 1982. Precipitation and streamwater chemistry, input and output budgets in the SWAS watersheds, in J.N. Galloway, G.M. Hornberger & K.J. Beven: Shenandoah Watershed Acidification Study: Three year Summary Report, V appendix, Department of Environmental Sciences, University of Virginia, Charlottesville, Virginia.
- SHARON, D. 1980. The distribution of hydrologically effective rainfall incident on sloping ground. J. Hydrol. 46:165-188.
- SIJP, J.W.Ch. Van der 1951. Petrography and geology of Montseny-Guilleries (NE Spain). Tesi doctoral, Universitat d'Utrecht.
- SLACK, K.V. & FELTZ, H.R. 1968. Tree leaf control on low flow water quality in a small Virginia stream. Environ.Sci.Tech. 2:126-131.
- SLINN, W.G.N. 1976. Some approximations for the wet and dry removal of particles and gases from the atmosphere, in L.S. Dochinger & T.A. Seliga: Proceedings of the First International Symposium on Acid Precipitation and the Forest Ecosystem, pp 857-894, U.S.D.A. Forest Service General Technical Report NE-23.
- SMITH, W.H. 1981. Air Pollution and Forests. Springer-Verlag. New York.
- SODERLUND, R. & SVENSSON, B.H. 1976. The global nitrogen cycle, in B.H. Svensson & R. Söderlund (eds.): Nitrogen, Phosphorus and Sulphur - Global Cycles, pp 23-73, SCOPE Report 7. Ecol.Bull. 22. Stockholm.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. 1979. Biometría. Blume. Madrid.
- SOLER, X. 1976. Estudio de la dinámica hidrogeológica en una cuenca experimental (Alto Foix y Riera de Pontons, prov. Barcelona). Tesi Doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra.
- SOLLINS, P., GRIER, C.C., McCORISON, F.M., CROMACK, K., Jr., FOGEL, R. & FREDRIKSEN, R.L. 1980. The internal element cycles of an old-growth Douglas-fir ecosystem in Western Oregon. Ecol.Monogr. 50:261-285.
- SOPPER, W.E. & LULL, H.W. (eds.) 1967. International Symposium on Forest Hydrology. Pergamon Press, New York, 813pp.
- STANIER, R.Y., DOUDOROFF, M. & ADELBERG, E.A. 1970. General Microbiology. Macmillan Press, London.
- STEINHARDT, V. 1973. Input of chemical elements from the atmosphere. A tabular review of literature. Göttinger Bodenkundliche Berichte 29:93-132.
- STENLID, G. 1958. Salt losses and redistribution of salts in higher plants, in W. Ruhland (ed.): Encyclopaedia of Plant Physiology. IV. Mineral Nutrition, pp 615-637, Springer Verlag. Berlin.
- SWANK, W.T. & HENDERSON, G.S. 1976. Atmospheric Input of some cations and anions to forest ecosystems in North Carolina and Tennessee. Water Resour.Res. 12:541-546.
- SZABO, M. 1977. A nutrient content of throughfall and stemflow water in an oak-forest (Quercetum petraea-cerris) ecosystem. Acta Agron.Acad. Scient.Hung. 26:241-258.

- TAMES, C., AGUIRRE, J. & PERAL, M.T. 1952. Importancia de los compuestos nitrogenados aportados por las precipitaciones atmosféricas. Anal.Inst.Nac. Invest.Agron. (Boletín) 12(26):195-231.
- TAMM, C.O. & TROEDSON, T. 1955. An example of the amounts of plant nutrients supplied to the ground in road dust. Oikos 6:61-70.
- TECHNICON INDUSTRIAL SYSTEMS 1973. Ortophosphate in water and seawater. Technicon Industrial Method nº 155-71W/Tentative. Tarrytown, New York.
- TECHNICON INDUSTRIAL SYSTEMS 1978. Nitrate and nitrite in water and wastewater. Technicon Industrial Method nº 100-70W/B. Tarrytown, New York.
- TERRADAS, J.A., ESCARRE, A., BELLOT, J., LLEDO, M.J., LOPEZ SORIA, L., RABELLA, R., RODA, F., SAVE, R. & VERDU, A.M.C. 1979. Jornades d'estudi de l'ecologia del faig A Santa Fe (Montseny). Bellaterra, Barcelona (no publicat).
- TERRADAS, J.A., RABELLA, R., SAVE, R. & VERDU, A.M.C. 1981. Els ecosistemes forestals del Montseny. Ciència 9:20-27.
- THOMAS, W.A. 1969. Accumulation and cycling of calcium by dogwood trees. Ecol.Monogr. 39:101-120.
- TIEDEMANN, A.R., HELVEY, J.D. & ANDERSON, J.D. 1980. Effects of chemical defoliation of an Abies grandis habitat on amounts and chemistry of through fall and stemflow. J.Environ.Qual. 9:320-328.
- TOMAS, C. 1982. Estudi dendromètric de la producció del faig a la vall de Santa Fe del Montseny. Tesi de Llicenciatura, Departament d'Ecologia, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra.
- TUKEY, H.B. 1970. The leaching of substances from plants. Ann.Rev.Plant Physiol. 21:305-324.
- TUKEY, H.B., Jr. & MECKLENBURG, R.A. 1964. Leaching of metabolites from foliage and subsequent reabsorption and redistribution of the leachate in plants. Amer.Jour.Bot. 51:737-742.
- TUKEY, H.B., Jr., MECKLENBURG, R.A. & MORGAN, J.V. 1965. A mechanism for the leaching of metabolites from foliage. Radiation and Isotopes in Soil-Plant Nutrition Studies, pp 371-385. Int.Atomic Energy Agency, Viena.
- TUKEY, H.B., Jr., TUKEY, H.B. & WITTWER, S.H. 1958. Loss of nutrients by foliar leaching as determined by radioisotopes. Proc.Am.Soc.hort.Sci. 71:496-506.
- UGOLINI, F.C., MINDEN, R., DAWSON, H. & ZACHARA, J. 1977. An example of soil processes in the Abies Amabilis zone of Central Cascades, Washington. Soil Sci. 124:291-302.
- ULRICH, B., MAYER, R. & KHANNA, P.K. 1980. Chemical changes due to acid precipitation in a loess-derived soil in central Europe. Soil Sci. 130:193-199.
- VERDU, A.M.C., FERRÉS, Ll., RODA, F. & TERRADAS, J.A. 1980. Estructura y funcionamiento de un encinar montano en el Montseny. IV.Producción de hojarasca. Mediterránea 4:51-68.
- VERSTRATEN, J.M. 1977. Chemical erosion in a forested watershed in the Oesling, Luxembourg. Earth Surface Processes 2:175-184.
- VILADEVALL, M. 1975. Estudio petrológico y estructural de las rocas metamórficas y graníticas del sector N-oriental del macizo del Montseny. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.
- VITOUSEK, P.M. 1977. The regulation of element concentrations in mountain streams in the northeastern United States. Ecol.Monogr. 47:65-87.
- VITOUSEK, P.M., GOSZ, J.R., GRIER, C.C., MELILLO, J.M., REINERS, W.A. & TODD, R.L.

1979. Nitrate losses from disturbed ecosystems. Science NY 204(4392): 469-474.
- VITOUSEK, P.M. & MELILLO, J.M. 1979. Nitrate losses from disturbed forests: patterns and mechanisms. Forest Sci. 25:605-619.
- WHITE, E.J. & TURNER, F. 1970. A method of estimating income of nutrients in catch of airborne particles by a woodland canopy. J.Appl.Ecol. 7: 441-461.
- WITTWER, S.H. & TEUBNER, F.G. 1959. Foliar absorption of mineral nutrients. A.Rev.Pl.Physiol. 10:13-32.
- WOLAVER, T.G. & LIETH, H. 1972. U.S. Precipitation Chemistry. Theory and quantitative models. Univ. North Carolina, Division Ecol.Res. Chapel Hill, 75pp.
- WOOD, T. & BORMANN, F.H. 1975. Increases in foliar leaching caused by acidification of an artificial mist. Ambio 4(4):169-171.
- WOODCOCK, A.H. 1953. Salt nuclei in marine air as a function of altitude and wind force. J.Meteorol. 10:362-371.
- YUE, G.K. & MOHNEN, V.A. 1976. A mechanism for hydrochloric acid production in cloud, in L.S. Dochinger & T.A. Seliga (eds.): Proceedings of the First International Symposium on Acid Precipitation and the Forest Ecosystem, pp 181-203, USDA Forest Service HGeneral Technical Report NE-23.
- ZALL, D.M., FISHER, D. & GARNER, M.Q. 1956. Photometric determination of chlorides in water. Anal.Chem. 28:1665.
- ZINKE, P.J. 1967. Forest Interpretation Studies in the United States, in W.E. Sopper & H.W. Lull (eds.): International Symposium on Forest Hydrology, pp 137-161, Pergamon Press. Oxford.

ADDENDA

- ALVERA, B. 1980. Retorno al suelo de materia orgánica y bioelementos minerales en dos bosques altoaragoneses. P.Cent.pir.Biol.exp. 12:55-62.
- ANONIM. 1976. Plan especial del Parque Natural del Montseny. 1. Memoria informativa. 90pp. Diputació Provincial de Barcelona.
- GALBALLY, I.E., GARLAND, J.A. & WILSON, M.J.G. 1979. Sulphur uptake from the atmosphere by forest and farmland. Nature, Lond. 280(5717):49-50.
- DUVIGNEAUD, P. & DENAEYER-DE SMET, 1970. Biological cycling of minerals in temperate deciduous forests, in D.E. Reichle (ed.): Analysis of Temperate Forest Ecosystems, pp 199-225, Springer-Verlag, New York.
- GARLAND, J.A. & BRANSON, J.R. 1977. The deposition of sulphur dioxide to pine forest assessed by a radioactive tracer method. Tellus 29:445-454.
- INGHAM, G. 1950. Effects of materials absorbed from the atmosphere in maintaining soil fertility. Soil Sci. 70:205-212.
- OSTMAN, N.L. & WEAVER, G.T. 1982. Autumnal nutrients transfers by retranslocation, leaching, and litter fall in a chestnut oak forest in southern Illinois. Can.J.For.Res. 12:40-51.
- PUIGDEFABREGAS, J. & ALVERA, B. 1977. Biomasa, producción y desfronde en el pinar con acebo de San Juan de la Peña (Huesca). P.Cent.pir.Biol.exp. 8:23-41.
- SWANSON, F.J., FREDRIKSEN, R.L. & McCORISON, F.M. 1982. Material Transfer in a Western Oregon Forested Watershed, in R.L. Edmonds (ed.): Analysis of Coniferous Forest Ecosystems in the Western United States, pp 233-266, US/IBP Synthesis Series/14. Hutchinson Ross, Stroudsburg, PA.
- TAMM, C.O. 1951. Removal of plant nutrients from tree crowns by rain. Physiol.Plant. 4:184-188.
- WHITEHEAD, H.C. & FETH, J.G. 1964. Chemical composition of rain, dry fallout and bulk precipitation at Menlo Park, California, 1957-1959. J.Geo-phys.Res. 19:3319-3333.
- WHITTAKER, R.H., LIKENS, G.E., BORMANN, F.H., EATON, J.S. & SICCAMA, T.G. 1979. The Hubbard Brook Ecosystem Study: Forest nutrient cycling and element behavior. Ecology 60:203-220.

11. APÈNDIXS

Concentracions: µeq/L
 Conductivitat : µS/cm a 20 °C

mm

N	DE	A	D	PREC	COND	pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	Σ+
7	24-6-78	7-7-78	14	48.8	--	6.5	32.2	10.8	266	24.8	--	--	--	
8	8-7-78	21-7-78	14	0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9	22-7-78	4-8-78	14	16.5	--	--	137.5	15.0	202	53.6	--	--	--	
10	5-8-78	19-8-78	15	0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
11	20-8-78	31-8-78	12	46.2	--	4.75	27.3	6.5	82.0	19.4	--	--	--	
12	1-9-78	24-9-78	24	46.6	--	5.15	32.1	2.8	34.1	10.9	--	--	--	
13	25-9-78	6-10-78	12	35.5	--	6.0	62.3	4.7	170	29.1	--	--	--	
14	7-10-78	22-10-78	16	98.6	--	5.5	20.7	0.9	47.9	8.6	--	--	--	
15	23-10-78	4-11-78	13	1.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
16	5-11-78	18-11-78	14	2.8	--	--	--	9.1	--	--	--	--	--	
17	19-11-78	2-12-78	14	1.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
18	3-12-78	15-12-78	13	23.7	--	5.25	12.0	2.5	38.2	14.2	9.5	--	--	
19	16-12-78	14-1-79	30	230*	--	5.6	19.6	2.5	43.0	8.9	8.5	--	--	
20	15-1-79	28-1-79	14	183.3	--	4.79	17.4	0.8	20.4	5.8	7.3	--	--	
21	29-1-79	11-2-79	14	12.2	15.8	5.1	13.6	3.5	51.0	16.5	19.7	--	--	

Concentracions: µeq/L
 Conductivitat : µS/cm a 20 °C

mm

N	DE	A	D	PREC	COND	pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	Σ ⁺
22	12-2-79	28-2-79	17	8.5	17.0	--	36.2	4.0	48.9	18.3	14.3	--	--	
23	1-3-79	14-3-79	14	4.0	--	--	39.9	10.6	--	--	--	--	--	
24	15-3-79	29-3-79	15	48.0	31	6.36	103	5.5	126	35.3	34.9	--	--	
25	30-3-79	8-4-79	10	9.1	--	--	58.0	8.8	150	41.5	59.2	--	--	
26	9-4-79	22-4-79	14	14.4	--	5.41	34.5	5.0	89.8	27.1	25.7	--	--	
27	23-4-79	6-5-79	14	22.8	25	6.48	71.6	4.1	129	24.1	23.7	--	--	
28	7-5-79	19-5-79	13	11.0	--	--	20.2	9.9	157	32.7	54.2	--	--	
29	20-5-79	20-5-79	1	22.9	19.8	6.97	16.7	3.3	186	20.4	13.6	--	--	
30	21-5-79	31-5-79	11	2.8	--	--	11.0	5.1	154	23.5	--	--	--	
31	1-6-79	8-6-79	8	42.5	30	6.49	8.8	5.1	179	25.1	36.4	--	--	
32	9-6-79	16-6-79	8	39.0	21	5.98	8.4	4.4	102	17.3	36.0	11.4	0.97	
33	17-6-79	30-6-79	14	10.0	58	5.89	134	28.6	200	66.2	101	140	--	
34	1-7-79	18-7-79	18	3.8	--	--	33.4	10.0	160	53.6	--	--	--	
35	19-7-79	31-7-79	13	4.1	--	--	63.2	28.0	649	89.7	168	--	--	
36	1-8-79	14-8-79	14	40.3	22	5.27	8.8	3.4	117	13.9	35.6	11.2	0.97	

Concentracions: µeq/L
 Conductivitat : µS/cm a 20 °C

mm

N	DE	A	D	PREC	COND	pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	Σ+
37	15-8-79	31-8-79	17	65.8	15.7	5.81	22.4	3.2	76.4	14.1	22.5	24.8	0.41	
38	1-9-79	15-9-79	15	54.0	21	5.02	7.8	2.6	54.4	12.6	25.3	8.8	1.01	
39	16-9-79	30-9-79	15	21.0	14.7	6.20	9.6	3.1	60.4	10.4	26.6	16.4	1.19	
40	1-10-79	6-10-79	6	9.3	25	5.47	45.7	16.6	136	27.1	36.7	47.7	2.49	
41	7-10-79	15-10-79	9	62.5	24	6.34	52.9	3.9	--	17.7	13.9	57.8	0.4	
42	16-10-79	19-10-79	4	18.9	17.9	4.71	57.3	2.0	12.5	12.8	5.7	60.6	0.2	
43	20-10-79	31-10-79	12	118.2	11.8	4.66	5.4	1.7	15.0	3.7	10.0	8.5	<0.2	
44	1-11-79	15-11-79	15	22.3	15.3	4.66	11.3	2.3	29.4	5.7	24.9	13.4	0.42	
45	16-11-79	2-12-79	17	0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
46	3-12-79	16-12-79	14	0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
47	17-12-79	31-12-79	15	23.2	8.8	5.22	3.9	1.9	41.9	5.4	11.2	6.9	--	
48	1-1-80	16-1-80	16	8.3	48	4.03	62.2	4.0	36.9	20.5	36.8	65.1	1.55	
49	17-1-80	30-1-80	14	15.6	12.4	4.63	5.3	1.8	10.5	2.3	10.2	8.9	<0.2	
50	31-1-80	14-2-80	15	5.9	--	6.01	11.7	5.2	139	23.5	--	--	5.0	
51	15-2-80	29-2-80	15	136.5	18	4.57	29.6	1.9	25.4	9.9	7.8	34.7	<0.2	

Concentracions: µeq/L
 Conductivitat: µS/cm a 20 ºC

mm

N	DE	A	D	PREC	COND	pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	Σ ⁺
52	1-3-80	14-3-80	14	0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
53	15-3-80	29-3-80	15	28.1	15.2	4.63	7.9	2.0	30.2	6.7	12.4	10.1	<0.2	
54	30-3-80	29-4-80	31	77.2	28	5.81	43.9	5.1	121	18.7	34.4	46.2	0.22	
55	30-4-80	16-5-80	17	69.9	20.5	4.36	6.1	2.0	30.9	4.4	17.9	9.3	0.46	
56	17-5-80	31-5-80	15	37.6	52.5	3.97	13.5	7.2	60.4	10.4	35.0	17.5	0.18	
57	1-6-80	15-6-80	15	29.5	18.9	4.61	6.1	6.4	33.4	7.0	13.4	17.0	0.63	
58	16-6-80	30-6-80	15	23.5	24	4.84	15.8	8.4	61.8	12.4	26.1	20.5	2.7	
59	1-7-80	15-7-80	15	18.7	29.5	6.36	19.8	--	104	20.8	40.5	28.6	3.1	
60	16-7-80	31-7-80	16	11.6	--	4.60	8.1	2.6	39.7	5.6	21.8	11.8	0.50	
61	1-8-80	15-8-80	15	7.3	--	6.43	32.0	21.7	337	37.2	52.4	44.1	--	
62	16-8-80	1-9-80	17	7.2	20.5	6.48	22.8	28.1	86.7	19.0	13.4	--	--	
63	2-9-80	16-9-80	15	5.5	--	--	31.8	7.3	117	18.0	50.9	--	--	
64	17-9-80	30-9-80	14	8.5	--	6.53	42.8	29.0	207	28.2	15.2	57.2	5.1	
65	1-10-80	15-10-80	15	15.4	11.6	4.79	3.2	5.1	23.4	3.9	13.3	7.2	3.1	
66	16-10-80	3-11-80	19	29.2	18.8	5.58	62.7	2.8	52.8	18.0	10.9	74.0	1.7	

Concentracions: µeq/L
 Conductivitat : µS/cm a 20 °C

mm

N	DE	A	D	PREC	COND	pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	Σ ⁺
1	3-6-79	11-6-79	9	66.7	21.5	4.68	3.0	1.8	34.9	6.3	20.9	6.2	0.55	
2	12-6-79	2-7-79	21	40.3	30.5	5.26	34.6	6.2	120	20.7	39.5	38.8	0.83	
3	3-7-79	1-8-79	30	7.2	--	--	75.3	45.5	833	93.8	162	--	15.4	
4	2-8-79	1-9-79	31	99.9	18.3	5.31	16.5	3.5	82.8	13.7	21.5	22.7	0.24	
5	2-9-79	1-10-79	30	69.9	28.5	4.41	11.7	2.5	67.4	10.4	34.2	13.6	0.42	
6	2-10-79	6-10-79	5	19.9	19.0	5.00	20.9	2.1	85.8	18.8	21.3	29.2	0.20	
7	7-10-79	19-10-79	13	109.9	15.1	5.85	40.7	1.9	79.4	14.0	8.7	46.9	0.41	
8	20-10-79	2-11-79	14	111.0	11.3	4.83	11.6	1.6	20.3	10.3	10.9	13.4	<0.2	
9	3-11-79	1-12-79	29	46.6	15.8	4.52	5.2	2.3	25.0	7.2	20.3	5.7	--	
10	2-12-79	2-1-80	32	28.2	--	4.88	29.1	4.4	98.3	13.3	35.6	29.6	2.05	
11	3-1-80	31-1-80	29	*46.7	23.5	4.43	31.3	2.1	22.5	9.3	24.8	33.3	0.56	
12	1-2-80	3-3-80	32	*239.8	32	4.28	67.0	2.2	32.9	20.5	15.4	73.1	0.34	
13	4-3-80	2-4-80	30	52.5	17.0	5.17	14.4	2.1	62.9	9.0	21.4	17.3	<0.2	
14	3-4-80	1-5-80	29	161.6	26.5	4.66	39.6	2.4	73.4	17.5	24.7	50.3	0.22	
15	2-5-80	14-5-80	13	77.5	23	4.32	6.5	1.7	24.5	4.8	18.9	16.0	<0.2	

Concentracions: µeq/L
 Conductivitat : µS/cm a 20 °C

mm

N	DE	A	D	PREC	COND	pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	Σ ⁺
1	4-8-79	1-9-79	29	100.7	19.2	5.61	13.7	4.0	90.6	14.5	26.8	20.5	<0.2	
2	2-9-79	1-10-79	30	70.4	28	4.57	10.4	2.6	53.4	11.4	35.6	14.9	0.84	
3	2-10-79	6-10-79	5	29.5	16.0	4.85	13.9	1.8	52.9	9.9	20.5	19.2	0.60	
4	7-10-79	19-10-79	13	99.3	15.3	6.19	38.3	1.8	75.3	13.2	8.7	43.7	<0.2	
5	20-10-79	2-11-79	14	131.2	11.0	4.82	8.5	1.9	21.5	7.4	13.1	11.8	<0.2	
6	3-11-79	1-12-79	29	30.8	15.0	4.91	5.2	2.6	52.4	5.9	28.9	8.1	0.67	
7	2-12-79	2-1-80	32	25.4	--	5.75	39.1	8.5	155	17.6	40.8	--	1.31	
8	3-1-80	31-1-80	29	46.7*	33.5	4.25	30.9	2.5	20.5	9.2	31.4	35.4	0.41	
9	1-2-80	3-3-80	32	239.8*	17.4	4.56	26.1	1.6	17.0	7.5	8.3	30.8	<0.2	
10	4-3-80	1-4-80	29	33.1	14.9	5.36	7.6	2.2	57.9	9.1	16.9	12.4	<0.2	
11	2-4-80	1-5-80	30	133.6	21.5	4.80	23.5	2.2	64.9	13.6	23.0	27.5	<0.2	
12	2-5-80	1-6-80	31	154.1	32	4.18	6.1	1.8	27.9	4.9	18.8	11.8	<0.2	
13	2-6-80	3-7-80	32	56.7	20.5	4.54	6.7	4.5	53.9	7.6	12.8	9.9	<0.2	
14	4-7-80	1-8-80	29	37.6	18.7	5.01	9.6	7.4	62.1	9.0	21.9	14.5	0.88	
15	2-8-80	2-9-80	32	48.8	17.0	6.30	8.0	9.5	74.5	10.4	22.6	13.0	--	
16	3-9-80	1-10-80	29	42.7	21	5.42	16.8	12.9	74.7	11.8	32.9	18.0	2.61	

Concentracions: µeq/L
 Conductivitat : µS/cm a 20 °C

N	DE	A	D	PREC	COND	pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	Σ+
7	24-6-78	7-7-78	14	31.3	--	6.09	120	157	271	68.6	--	--	--	
8	8-7-78	21-7-78	14	0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9	22-7-78	4-8-78	14	9.1	--	--	--	439	720	242	--	--	--	
10	5-8-78	19-8-78	15	0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
11	20-8-78	31-8-78	12	35.6	--	5.69	90.5	158	482	112	--	--	--	
12	1-9-78	24-9-78	24	38.3	--	5.62	68.3	36.2	97.1	32.3	--	--	--	
13	25-9-78	6-10-78	12	27.0	--	5.52	113	97.0	406	93.9	--	--	--	
14	7-10-78	22-10-78	16	59.0	--	5.19	34.5	32.2	103	25.5	--	--	--	
15	23-10-78	4-11-78	13	0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
16	5-11-78	18-11-78	14	0.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
17	19-11-78	2-12-78	14	0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
18	3-12-78	15-12-78	13	17.6	--	4.84	25.2	89.7	216	74.9	--	--	--	
19	16-12-78	14-1-79	30	146.0	--	5.30	28.2	30.9	67.2	17.7	--	--	--	
20	15-1-79	28-1-79	14	101.7	14.3	4.97	26.3	25.9	49.4	13.4	6.5	--	--	
21	29-1-79	11-2-79	14	8.4	32	4.75	30.1	69.9	138	44.2	22.3	--	--	

mm

Concentracions: µeq/L
 Conductivitat : µS/cm a 20 °C

N	DE	A	D	PREC	COND	pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	Σ ⁺
22	12-2-79	28-2-79	17	3.7	34	4.7	39.0	66.0	132	48.9	19.1	--	--	
23	1-3-79	14-3-79	14	1.5	--	--	77.9	86.8	--	--	114	--	--	
24	15-3-79	29-3-79	15	27.5	55	5.59	122	82.2	233	63.0	61.3	--	--	
25	30-3-79	8-4-79	10	5.0	--	--	75.0	86.1	250	89.9	95.8	--	--	
26	9-4-79	22-4-79	14	9.9	51	5.34	67.8	109	244	65.9	62.6	--	--	
27	23-4-79	6-5-79	14	14.7	56	5.95	102	77.7	290	63.4	84.6	--	--	
28	7-5-79	19-5-79	13	6.6	73	5.29	97.0	117	392	90.6	102	--	--	
29	20-5-79	20-5-79	1	13.7	40.5	6.12	40.0	87.0	258	50.3	82.6	--	--	
30	21-5-79	31-5-79	11	2.5	--	--	14.5	34.1	296	27.6	9.8	--	--	
31	1-6-79	8-6-79	8	21.6	63	5.99	28.0	180	280	76.2	48.7	--	--	
32	9-6-79	16-6-79	8	27.6	56.5	5.90	19.6	207	210	77.6	33.9	--	--	
33	17-6-79	30-6-79	14	8.0	119	5.65	113	294	432	175	155	158	48.1	
34	1-7-79	18-7-79	18	1.9	--	--	43.0	161	244	105	60.0	--	--	
35	19-7-79	31-7-79	13	0.9	--	--	114	300	891	346	543	--	--	
36	1-8-79	14-8-79	14	30.9	61	5.74	27.3	99.6	192	66.0	121	56.6	17.3	

Concentracions: µeq/L
 Conductivitat : µS/cm a 20 °C

N	DE	A	D	PREC	COND	pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	Σ ⁺
37	15-8-79	31-8-79	17	42.3	36	6.23	44.0	66.1	109	44.7	39.9	65.3	7.2	
38	1-9-79	15-9-79	15	37.3	34	5.16	21.2	71.8	101	46.1	43.8	37.2	11.2	
39	16-9-79	30-9-79	15	15.5	31.5	5.66	14.5	77.7	90.8	39.4	31.3	32.0	30.7	
40	1-10-79	6-10-79	6	8.0	67	4.85	58.7	118	246	105	87.1	114	27.8	
41	7-10-79	15-10-79	9	41.7	36.5	5.94	62.6	59.1	111	37.1	10.6	85.4	15.3	
42	16-10-79	19-10-79	4	10.9	22	5.41	66.1	34.4	35.1	20.2	3.1	76.4	21.8	
43	20-10-79	31-10-79	12	64.3	14.7	5.00	12.0	29.6	29.8	14.3	7.3	14.8	9.3	
44	1-11-79	15-11-79	15	17.9	30	5.87	40.5	66.0	88.7	38.1	33.5	27.2	9.3	
45	16-11-79	2-12-79	17	0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
46	3-12-79	16-12-79	14	0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
47	17-12-79	31-12-79	15	16.0	53.5	5.77	36.3	125	159	67.4	58.9	53.8	35.8	
48	1-1-80	16-1-80	16	*5.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
49	17-1-80	30-1-80	14	14.8	39.5	4.92	34.0	75.0	103	56.1	23.7	58.7	12.5	
50	31-1-80	14-2-80	15	3.5	89	5.35	57.4	169	280	119	123	97.2	5.0	
51	15-2-80	29-2-80	15	86.1	32	4.82	46.5	45.4	67.5	30.0	9.8	58.4	2.6	

Concentracions: µeq/L
 Conductivitat : µS/cm a 20 °C

mm

N	DE	A	D	PREC	COND	pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	Σ ⁺
52	1-3-80	14-3-80	14	0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
53	15-3-80	29-3-80	15	23.5	46	4.75	28.3	72.2	138	53.0	58.6	50.9	5.2	
54	30-3-80	29-4-80	31	51.5	52	5.24	62.1	84.4	143	54.3	63.3	85.4	3.6	
55	30-4-80	16-5-80	17	49.5	30.5	4.70	18.3	60.9	76.8	28.0	12.9	25.1	6.4	
56	17-5-80	31-5-80	15	23.8	61.5	4.33	22.7	133	135	48.1	60.2	46.0	6.4	
57	1-6-80	15-6-80	15	22.9	40	5.39	20.9	144	107	45.8	17.9	41.0	17.8	
58	16-6-80	30-6-80	15	20.7	71	5.85	38.5	364	157	97.8	1.4	77.7	41.8	
59	1-7-80	15-7-80	15	13.8	86.5	4.99	53.5	417	183	111	0.3	109	41.9	
60	16-7-80	31-7-80	16	9.6	49.5	6.39	26.8	178	191	66.9	31.1	56.2	21.7	
61	1-8-80	15-8-80	15	4.9	195	6.32	137	422	1051	261	216	332	72.3	
62	16-8-80	1-9-80	17	5.0	99	5.72	69.7	240	358	115	190	166	67.0	
63	2-9-80	16-9-80	15	5.1	127.5	5.37	117	255	615	180	172	212	43.0	
64	17-9-80	30-9-80	14	2.7	165	5.67	135	365	769	215	229	263	55.1	
65	1-10-80	15-10-80	15	12.8	85.5	5.51	38.8	220	350	122	90.0	99.5	32.1	
66	16-10-80	3-11-80	19	20.6	43.5	5.07	85.3	79.9	140	47.7	11.0	135	8.3	

Concentracions: µeq/L
 Conductivitat : µS/cm a 20 °C

mm

N	DE	A	D	PREC	COND	pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	Σ+
1	3-6-79	11-6-79	9	65.6	25	5.85	8.3	36.3	104	22.9	36.1	12.9	<1	
2	12-6-79	2-7-79	21	39.6	61.5	6.16	56.9	92.1	307	61.4	101	74.8	4.6	
3	3-7-79	1-8-79	30	5.2	--	--	161	146	1671	255	618	251	48.1	
4	2-8-79	1-9-79	31	85.1	60.5	6.86	50.1	32.8	365	48.5	78.8	64.9	7.3	
5	2-9-79	1-10-79	30	54.1	45	5.59	25.8	47.9	206	37.2	68.7	34.7	1.4	
6	2-10-79	6-10-79	5	14.3	52.5	5.67	50.9	45.3	270	50.2	94.7	85.3	4.0	
7	7-10-79	19-10-79	13	81.0	31	6.00	86.1	44.0	121	26.5	16.7	110	<1	
8	20-10-79	2-11-79	14	80.6	15.1	5.63	21.8	42.9	43.1	15.1	13.4	32.2	<1	
9	3-11-79	1-12-79	29	33.8	21	5.21	16.5	40.9	63.4	11.7	40.3	26.7	<1	
10	2-12-79	2-1-80	32	22.8	45	5.88	48.3	78.0	227	34.6	91.9	--	3.5	
11	3-1-80	31-1-80	29	*38.3	42	4.25	63.6	11.0	46.1	18.4	47.3	68.4	1.3	
12	1-2-80	3-3-80	32	*215	36.5	4.35	73.9	9.0	42.4	23.0	23.6	85.1	<1	
13	4-3-80	2-4-80	30	43.7	24.5	5.25	28.5	10.6	87.2	19.4	44.8	33.7	1.4	
14	3-4-80	1-5-80	29	117.2	28	4.79	41.8	9.2	86.3	18.4	35.8	49.1	<1	
15	2-5-80	14-5-80	13	59.5	23	4.77	16.4	31.6	66.3	19.2	33.6	24.4	<1	

Concentracions: µeq/L
 Conductivitat : µS/cm a 20 °C

N	DE	A	D	PREC	COND	pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	Σ ⁺
1	4-8-79	1-9-79	29	92.8	101	6.22	87.6	148	569	80.5	101	153	7.5	
2	2-9-79	1-10-79	30	50.5	83.5	4.89	59.3	151	415	70.7	109	92.5	4.4	
3	2-10-79	6-10-79	5	26.8	67	5.34	56.5	108	320	51.8	141	84.0	8.6	
4	7-10-79	19-10-79	13	82.2	46	5.25	90.3	90.4	197	35.5	14.7	126	<0.3	
5	20-10-79	2-11-79	14	118.0	23.5	5.21	35.1	72.3	84.7	18.0	14.4	41.1	<0.3	
6	3-11-79	1-12-79	29	27.5	42	5.32	30.1	117	168	29.6	87.3	40.6	2.6	
7	2-12-79	2-1-80	32	11.5	124.5	5.33	--	--	--	--	347	164	3.5	
8	3-1-80	31-1-80	29	*36.9	35.5	4.21	37.1	5.0	26.9	10.3	26.4	36.8	<0.3	
9	1-2-80	3-3-80	32	*215	58	4.62	77.9	82.9	239	49.4	58.8	90.1	<0.3	
10	4-3-80	1-4-80	29	29.9	74	4.84	62.7	55.4	333	63.3	140	80.8	<0.3	
11	2-4-80	1-5-80	30	131.9	60.5	4.70	60.0	63.4	282	51.8	101	69.5	<0.3	
12	2-5-80	1-6-80	31	114.6	53.5	4.39	34.5	63.8	222	38.1	65.2	42.8	<0.3	
13	2-6-80	3-7-80	32	48.4	87.5	4.80	67.2	160	450	76.8	95.2	90.5	6.6	
14	4-7-80	1-8-80	29	24.3	118.5	5.55	118	174	662	106	209	165	10.3	
15	2-8-80	2-9-80	32	37.3	117	5.98	82.2	283	605	97.9	213	170	22.0	
16	3-9-80	1-10-80	29	26.3	142	5.81	123	358	563	108	255	236	13.6	

APÈNDIX N° 3

TMP : Torrent de la Mina

Full 1

Concentracions: µeq/L
 Conductivitat : µS/cm a 20 °C

N	DE	A	D	PREC	COND	pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	Σ ⁺
1	2-12-78				--	--	328	8.2	280	186	<0.5	102	<0.3	802
2	15-12-78				85	7.40	331	8.4	303	215	<0.5	--	--	857
3	14-1-79				47	--	173	8.4	156	108	4.9	86.3	<0.2	446
4	20-1-79				--	--	158	10.1	--	--	2.0	76.5	0.3	--
5	28-1-79				42	7.10	172	8.8	146	101	--	76.1	1.9	428
6	2-2-79				--	--	180	8.4	148	106	4.0	74.8	2.6	442
7	5-2-79				--	--	190	9.3	158	113	2.3	75.3	1.2	470
8	9-2-79				48	7.00	199	9.7	162	118	--	--	0.6	489
9	11-2-79				49	7.10	199	9.4	174	121	3.2	77.1	0.8	504
10	16-2-79				--	--	197	9.2	168	123	3.0	--	<0.3	498
11	23-2-79				--	--	209	9.0	197	123	1.6	81.0	<0.3	538
12	25-2-79				50	7.20	213	9.0	180	131	1.7	81.4	<0.3	533
13	14-3-79				58	7.40	246	9.4	217	153	<0.5	89.3	<0.3	625
14	29-3-79				45	7.28	196	8.1	166	120	<0.5	75.0	<0.3	490
15	8-4-79				--	--	210	9.6	189	134	<0.5	--	<0.3	543

Concentracions: µeq/L
 Conductivitat : µS/cm a 20 °C

N	DE	A	D	PREC COND	pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	Σ ⁺
16	22 -4- 79			55	7.51	227	8.3	207	145	<0.5	--	<0.3	587
17	6 -5- 79			52.5	7.55	219	8.4	199	140	<0.5	80.2	<0.3	566
18	19 -5- 79			--	--	250	10.1	258	154	1.2	83.3	<0.3	673
19	20 -5- 79			55	7.42	219	10.2	215	152	--	80.1	<0.3	596
20	31 -5- 79			75	7.53	254	8.2	240	170	<0.5	77.3	<0.3	672
21	6 -6- 79			--	--	241	8.6	240	163	--	88.4	<0.3	653
22	8 -6- 79			75	7.52	247	7.8	244	165	<0.5	70.4	<0.3	663
23	16 -6- 79			58.5	7.44	193	7.1	187	133	--	62.5	<0.3	519
24	30 -6- 79			73	7.50	240	7.3	242	168	<0.5	71.0	<0.3	657
25	18 -7- 79			87.5	7.35	320	8.2	280	193	0.6	82.6	<0.3	801
26	31 -7- 79			92	7.22	348	7.1	348	210	--	82.4	<0.3	913
27	11 -8- 79			--	--	344	7.7	353	207	--	109	<0.3	911
28	14 -8- 79			96.5	7.67	362	8.7	352	211	0.5	112	<0.3	933
29	31 -8- 79			92	7.53	309	7.2	341	209	<0.5	105	<0.3	866
30	15 -9- 79			83	7.64	292	6.5	331	202	--	96.6	<0.3	831

Concentracions: µeq/L
 Conductivitat : µS/cm a 20 °C

N	DE	A	D	PREC	COND	pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	Σ ⁺
31	30 -9- 79				85	7.47	307	6.1	340	206	<0.5	89.8	<0.3	859
32	6-10-79				86.5	7.57	309	6.3	344	214	<0.5	93.6	<0.3	873
33	15-10-79				60	7.23	187	6.6	210	132	0.8	96.9	<0.3	535
34	19-10-79				54.5	7.20	164	5.9	196	125	1.5	88.6	<0.3	491
35	31-10-79				45	6.96	173	6.5	173	108	3.4	88.8	<0.3	460
36	15-11-79				51	7.34	202	6.7	212	133	<0.5	88.6	<0.3	554
37	2-12-79				61	7.31	227	6.5	237	150	<0.5	86.6	<0.3	620
38	15-12-79				--	--	251	6.2	263	170	<0.5	82.9	<0.3	690
39	16-12-79				65	7.48	258	6.4	267	170	<0.5	87.9	<0.3	702
40	17-12-79				--	--	227	6.0	260	160	<0.5	75.3	<0.3	654
41	30-12-79				64	7.52	245	6.6	265	171	<0.5	91.9	<0.3	688
42	31-12-79				63	7.53	243	6.5	262	173	<0.5	90.4	<0.3	683
43	16 -1- 80				63	7.52	249	6.0	265	173	<0.5	83.3	<0.3	693
44	30 -1- 80				51	7.55	195	6.3	198	134	0.9	72.5	<0.3	533
45	14 -2- 80				60	7.55	235	6.4	248	163	--	79.2	<0.3	653

Concentracions: µeq/L
 Conductivitat : µS/cm a 20 °C

N	DE	A	D	PREC	COND	pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	Σ+
46	29 -2- 80				48	7.29	169	6.9	--	106	1.8	77.0	<0.3	--
47	14 -3- 80				52.5	7.47	212	7.1	216	141	1.0	80.1	<0.3	576
48	29 -3- 80				54	7.45	210	7.4	215	137	<0.5	75.3	<0.3	570
49	29 -4- 80				52	7.46	206	7.1	207	134	<0.5	78.8	<0.3	554
50	16 -5- 80				47	7.14	184	7.3	176	112	<0.5	75.3	<0.3	480
51	19 -5- 80				47	7.37	185	6.4	176	116	<0.5	74.6	<0.3	484
52	31 -5- 80				50	7.45	194	6.9	192	125	<1.0	70.7	<0.3	517
53	15 -6- 80				59	7.61	226	6.7	236	145	<1.0	75.3	<0.3	613
54	30 -6- 80				67	7.43	255	6.6	269	172	<1.0	76.9	<0.3	703
55	15 -7- 80				71.5	7.59	275	6.3	225	178	<1.0	84.4	<0.3	685
56	31 -7- 80				77.5	7.52	301	5.7	297	190	<1.0	85.0	<0.3	794
57	15 -8- 80				81.5	7.39	318	6.9	318	202	<1.0	93.2	<0.3	845
58	1 -9- 80				83.5	7.45	344	5.8	317	203	<1.0	93.8	<0.3	870
59	16 -9- 80				86.5	7.61	351	5.7	327	208	<1.0	93.8	<0.3	892
60	30 -9- 80				88	7.81	361	5.7	339	221	<1.0	94.5	<0.3	926

Concentrations: µeq/L
 Conductivitat : µS/cm a 20 °C

N	DE	A	D	PREC	COND	pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	Σ ⁺
1	16-12-79				105	7.81	354	11.4	522	271	59.6	133	0.4	1158
2	31-12-79				103	7.79	348	11.7	500	273	51.5	120	0.5	1133
3	16-1-80				107	7.75	353	11.0	535	280	61.4	130	0.6	1179
4	30-1-80				103	7.83	340	11.0	519	270	50.2	120	0.6	1140
5	14-2-80				107	7.83	351	10.7	538	284	59.2	130	0.5	1184
6	29-3-80				98	7.82	327	11.9	481	244	42.7	120	<0.2	1064
7	29-4-80				87	7.77	292	10.5	434	216	18.0	112	0.8	953
8	16-5-80				71	7.54	239	10.2	329	162	--	98.9	0.4	740
9	31-5-80				85.5	7.81	276	10.6	415	207	9.8	104	<0.2	909
10	15-6-80				98	7.92	314	11.3	478	234	68.1	116	<0.2	1037
11	30-6-80				107.5	7.82	340	11.4	533	260	53.8	118	0.7	1144
12	15-7-80				111	7.78	359	12.4	489	282	--	132	0.5	1142
13	31-7-80				117.5	7.94	378	12.2	439	288	70.3	132	1.0	1117
14	15-8-80				122	7.81	396	13.3	488	306	71.2	143	0.6	1203
15	1-9-80				123	7.78	406	12.4	582	306	69.7	143	1.1	1306

Concentracions: µeq/L
 Conductivitat : µS/cm

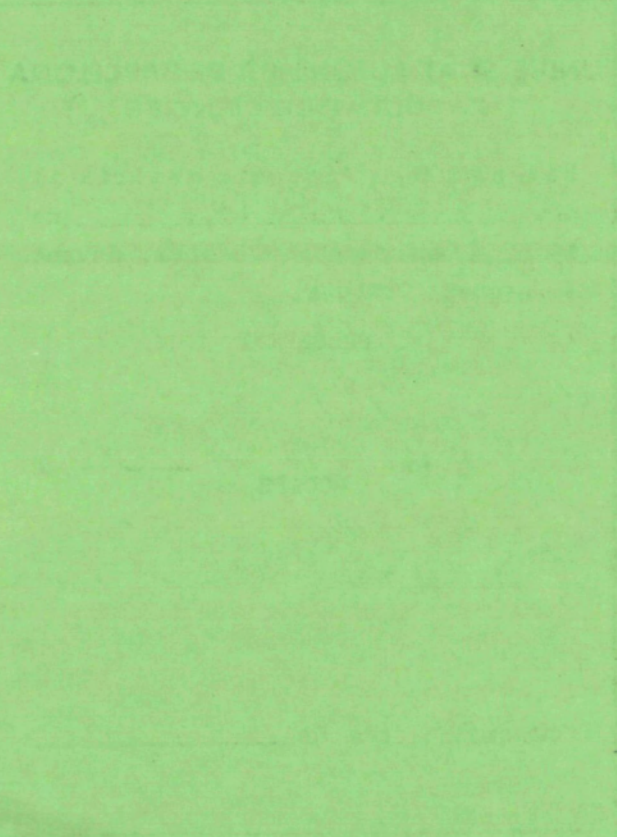
N	DE	A	D	PREC	COND	pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	Σ ⁺
1	16-12-79				74	7.65	241	9.1	328	213	26.4	119	0.2	791
2	31-12-79				--	7.64	237	9.5	328	216	28.0	119	0.2	790
3	16-1-80				75.5	7.62	242	9.8	334	218	31.8	121	0.3	804
4	30-1-80				54	7.62	175	6.3	233	155	11.2	91.3	0.3	569
5	14-2-80				67	7.68	209	7.90	292	190	21.4	115	<0.2	699
6	29-2-80				62	7.52	196	9.4	243	148	19.6	114	0.6	596
7	14-3-80				64	7.54	223	9.4	293	169	28.3	125	0.3	694
8	29-3-80				72.5	7.68	236	10.3	310	199	21.0	124	<0.2	755
9	29-4-80				67	7.57	217	7.7	292	189	13.6	114	<0.2	706
10	16-5-80				54	7.44	180	6.1	228	146	8.8	86.1	<0.2	560
11	31-5-80				62	7.69	205	6.8	264	170	<0.5	101	<0.2	646
12	15-6-80				71	7.79	229	8.72	299	191	9.9	113	<0.2	728
13	30-6-80				78	7.70	244	9.2	330	219	16.3	120	<0.2	802
14	15-7-80				78	7.72	245	10.2	322	222	25.5	126	<0.2	799
15	31-7-80				83.5	7.85	258	9.4	306	230	30.7	134	0.5	803




Concentracions: µeq/L
 Conductivitat : µS/cm

N	DE	A	D	PREC	COND	pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	Σ ⁺
1	2-6-79				40	6.61	217	10.1	101	34.9	--	113	--	363
2	12-8-79				--	--	242	9.0	115	34.2	--	113	--	400
3	6-10-79				40	6.62	244	9.3	117	36.1	--	116	--	406
4	17-12-79				--	--	235	9.3	115	35.3	--	114	--	395
5	2-1-80				35.5	6.60	221	10.1	115	35.9	--	119	--	382
6	31-1-80				36	6.50	240	10.7	115	35.8	--	116	--	402
7	3-3-80				29	6.24	203	9.9	116	39.4	--	108	--	368
8	1-5-80				33	6.30	211	8.6	116	38.9	--	107	--	375
9	14-5-80				33.5	6.42	211	8.4	113	37.3	--	103	--	370
10	1-6-80				34	6.44	213	8.1	114	38.2	--	105	--	373
11	3-7-80				35.5	6.94	224	8.2	113	36.8	--	109	--	382
12	1-8-80				36	6.77	217	8.4	98.8	31.3	3.7	108	1.9	356
13	2-9-80				35	6.91	225	8.5	103	31.9	4.6	112	2.1	368
14	1-10-80				36.5	6.82	229	9.1	107	31.9	6.0	113	3.0	377
15	16-10-80				37.5	6.74	230	12.6	106	32.2	7.9	120	3.1	381






Universitat Autònoma de Barcelona

Servei de Biblioteques

Reg. 224994

Sig. TUAB/2855

Ref. 12500

