

Supplemental information for:

Variation of key elements in soils and plant tissues in subalpine forests of the northern Rocky Mountains, U.S.A.

David P. Pompeani¹, Kendra K. McLauchlan¹, Barrie V. Chileen¹, Kyra D. Wolf², Philip E. Higuera^{2,3}

¹Department of Geography, Kansas State University, Manhattan, KS 66506

²Systems Ecology Intercollegiate Graduate Program, University of Montana, Missoula, MT 59812

³Department of Ecosystem and Conservation Sciences, University of Montana, Missoula, MT 59812

Table S1. Soil samples

Site Name	Subtype*	N %	C %	K %	Ca %	Mg %	Na %
Cliff	Litter	1.44	29.87	0.025	0.127	0.020	0.001
Cliff	Organic	1.30	24.36	0.036	0.078	0.019	0.001
Cliff	Mineral	0.22	4.00	0.008	0.018	0.008	0.002
Heart	Litter	1.38	33.92	0.020	0.119	0.020	0.001
Heart	Organic	0.71	17.17	0.012	0.064	0.013	0.001
Heart	Mineral	0.26	5.17	0.007	0.043	0.011	0.002
Hoodoo	Litter	1.25	36.06	0.025	0.147	0.010	0.001
Hoodoo	Organic	1.35	21.68	0.025	0.197	0.016	0.001
Hoodoo	Mineral	0.33	7.62	0.010	0.023	0.005	0.001
Hub	Litter	1.29	32.68	0.021	0.169	0.016	0.001
Hub	Organic	0.74	22.09	0.018	0.083	0.020	0.001
Hub	Mineral	0.40	9.07	0.010	0.040	0.008	0.001
Kid	Litter	1.53	39.01	0.009	0.047	0.008	0.000
Kid	Organic	0.99	21.93	0.007	0.024	0.005	0.001
Kid	Mineral	0.42	9.67	0.009	0.005	0.003	0.001
Little Montana	Litter	1.37	41.23	0.014	0.076	0.009	0.001
Little Montana	Organic	0.88	20.93	0.011	0.069	0.007	0.001
Little Montana	Mineral	0.23	5.38	0.012	0.009	0.004	0.001
Lost Lake	Litter	1.56	30.74	0.013	0.095	0.011	0.001
Lost Lake	Organic	0.73	11.55	0.015	0.132	0.014	0.001
Lost Lake	Mineral	0.47	7.00	0.013	0.067	0.008	0.001
Lower Bonanza	Litter	0.95	32.63	0.010	0.065	0.008	0.001
Lower Bonanza	Organic	0.21	8.13	0.011	0.041	0.007	0.001
Lower Bonanza	Mineral	0.12	2.69	0.007	0.016	0.003	0.001
Lower Oregon	Litter	1.48	36.88	0.014	0.158	0.010	0.001
Lower Oregon	Organic	0.89	21.20	0.013	0.156	0.010	0.001
Lower Oregon	Mineral	0.14	3.61	0.006	0.025	0.003	0.001
Missoula	Litter	1.09	38.45	0.013	0.083	0.008	0.000
Missoula	Organic	0.48	11.94	0.014	0.104	0.008	0.001
Missoula	Mineral	0.12	3.31	0.007	0.039	0.005	0.001
Moore	Litter	1.62	38.65	0.016	0.148	0.015	0.001
Moore	Organic	0.89	18.03	0.028	0.287	0.020	0.001
Moore	Mineral	0.30	6.43	0.009	0.041	0.004	0.001
Silver	Litter	1.27	39.07	0.019	0.079	0.009	0.000
Silver	Organic	0.91	17.70	0.033	0.079	0.016	0.001
Silver	Mineral	0.42	8.07	0.008	0.007	0.003	0.001
Surveyor	Litter	1.52	38.85	0.014	0.119	0.017	0.000
Surveyor	Organic	1.32	28.08	0.023	0.133	0.021	0.001
Surveyor	Mineral	0.23	5.24	0.010	0.056	0.010	0.001
Upper Bonanza	Litter	1.30	33.74	0.012	0.048	0.006	0.000
Upper Bonanza	Organic	0.36	11.39	0.013	0.014	0.004	0.001

Upper Bonanza	Mineral	0.23	4.57	0.008	0.003	0.003	0.001
Upper Oregon	Litter	0.73	22.26	0.013	0.243	0.014	0.000
Upper Oregon	Mineral	0.43	8.88	0.017	0.298	0.022	0.001

*Soil horizons are defined as litter, organic, and mineral. Litter refers to unconsolidated surface material recovered from soil test site. Organic refers to soil samples taken from depths of 0-10 cm below the surface. Mineral refers to soil samples taken from depths of 10-25 cm below the surface.

Table S2. Vegetation samples

Site name	Species*	N %	C %	P %	K %	Ca %	Mg %	SO ₄ %	Fe %	Mn %	Zn %
Cliff	ABLA	1.46	49.11	0.14	0.65	0.49	0.11	0.07	0.015	0.04	0.002
Heart	MEFE	2.47	44.67	0.22	1.46	0.71	0.55	0.13	0.010	0.44	0.010
Heart	TSME	1.32	49.32	0.11	0.35	0.66	0.08	0.07	0.014	0.19	0.002
Heart	ABLA	1.22	50.72	0.12	0.44	0.58	0.05	0.07	0.012	0.12	0.003
Heart	PIEN	0.83	48.20	0.07	0.35	0.34	0.04	0.04	0.008	0.03	0.002
Hub	UNKN	1.71	47.96	0.26	0.81	0.51	0.11	0.08	0.003	0.09	0.004
Hub	UNKN	1.18	48.54	0.13	0.36	0.82	0.09	0.07	0.004	0.14	0.005
Kid	PICO	1.21	48.88	0.08	0.28	0.31	0.04	0.06	0.003	0.09	0.002
Kid	ABLA	1.57	48.09	0.23	1.02	0.36	0.12	0.08	0.010	0.07	0.004
Kid	ABLA	1.11	50.36	0.10	0.45	0.53	0.09	0.07	0.005	0.11	0.003
Kid	TSME	0.86	48.77	0.10	0.29	0.62	0.07	0.06	0.010	0.18	0.001
Kid	PIEN	0.75	48.65	0.07	0.27	0.44	0.04	0.05	0.004	0.13	0.004
Little Montana	ABLA	1.16	51.00	0.16	0.45	0.65	0.07	0.08	0.007	0.15	0.004
Little Montana	TSME	0.92	48.77	0.13	0.42	0.75	0.13	0.09	0.032	0.09	0.001
Little Montana	PIAL	1.36	48.95	0.15	0.37	0.31	0.10	0.07	0.005	0.11	0.003
Little Montana	PICO	1.00	50.67	0.07	0.30	0.45	0.08	0.06	0.009	0.02	0.002
Little Montana	TSME	1.19	48.44	0.14	0.55	0.27	0.10	0.06	0.015	0.04	0.001
Little Montana	ABLA	1.56	49.40	0.25	1.07	0.41	0.11	0.09	0.004	0.10	0.004
Little Montana	PIEN	0.77	47.28	0.11	0.36	0.52	0.08	0.11	0.007	0.11	0.005
Little Montana	PICO	1.33	49.00	0.14	0.36	0.25	0.14	0.08	0.004	0.02	0.003
Lost Lake	ABLA	1.44	48.75	0.23	0.76	0.54	0.13	0.10	0.007	0.04	0.004
Lost Lake	ABLA	1.07	50.29	0.11	0.32	0.83	0.10	0.08	0.007	0.03	0.003
Lost Lake	TSME	0.94	49.55	0.07	0.41	0.33	0.09	0.06	0.005	0.01	0.002
Lost Lake	PICO	1.36	48.28	0.17	0.44	0.12	0.13	0.07	0.004	0.01	0.004
Lost Lake	PICO	0.99	49.21	0.11	0.29	0.24	0.14	0.08	0.007	0.01	0.003
Lost Lake	PIEN	1.47	47.64	0.28	0.80	0.43	0.11	0.10	0.003	0.07	0.005
Lost Lake	PIEN	1.22	47.96	0.16	0.43	0.88	0.11	0.09	0.009	0.10	0.003
Lost Lake	LAOC	1.58	46.24	0.13	0.38	0.36	0.15	0.10	0.007	0.02	0.001
Lower Bonanza	ABLA	1.23	48.94	0.18	0.85	0.37	0.10	0.08	0.010	0.05	0.003
Lower Bonanza	ABLA	0.97	49.79	0.11	0.39	0.83	0.10	0.08	0.007	0.12	0.003
Lower Bonanza	PICO	0.93	49.37	0.08	0.30	0.37	0.10	0.07	0.027	0.05	0.002
Lower Bonanza	PIEN	1.08	47.48	0.21	0.95	0.18	0.08	0.07	0.006	0.06	0.004
Lower Bonanza	PIEN	1.01	48.49	0.12	0.40	0.58	0.06	0.08	0.006	0.17	0.004
Lower Bonanza	TSME	0.91	49.46	0.10	0.40	0.38	0.08	0.07	0.013	0.16	0.001
Lower Oregon	ABLA	1.37	49.30	0.22	0.98	0.41	0.13	0.09	0.004	0.03	0.004
Lower Oregon	ABLA	1.11	49.55	0.10	0.45	0.41	0.09	0.08	0.005	0.03	0.003
Lower Oregon	PIEN	1.04	47.20	0.20	1.04	0.24	0.09	0.07	0.003	0.04	0.004
Lower Oregon	PIEN	1.11	47.73	0.12	0.37	0.67	0.09	0.09	0.010	0.11	0.005
Lower Oregon	TSME	1.21	48.83	0.10	0.44	0.24	0.07	0.07	0.007	0.10	0.002
Missoula	UNKN	1.76	48.92	0.31	0.97	0.34	0.11	0.11	0.004	0.06	0.004
Missoula	UNKN	0.99	50.28	0.14	0.43	0.74	0.09	0.09	0.005	0.14	0.002
Missoula	ALVI	3.56	46.25	0.24	0.88	0.71	0.28	0.19	0.012	0.02	0.002
Moore	TABR	1.89	50.14	0.23	1.12	0.32	0.15	0.11	0.004	0.07	0.006
Moore	TABR	1.48	50.76	0.11	0.75	0.51	0.11	0.11	0.014	0.11	0.008
Moore	ABLA	1.34	49.33	0.16	0.99	0.54	0.10	0.09	0.005	0.04	0.003
Moore	ABLA	1.09	51.32	0.09	0.33	0.95	0.09	0.10	0.012	0.05	0.002
Moore	PIEN	1.04	47.56	0.15	0.52	0.51	0.09	0.08	0.007	0.06	0.005
Moore	PIEN	0.96	47.97	0.09	0.26	0.85	0.09	0.09	0.016	0.15	0.004
Moore	TSME	1.72	48.89	0.21	0.56	0.45	0.11	0.12	0.008	0.14	0.002
Silver	UNKN	1.24	49.31	0.17	0.39	0.91	0.06	0.11	0.010	0.12	0.002
Silver	MEFE	2.81	43.35								
Surveyor	PICO	1.28	48.32	0.13	0.42	0.23	0.13	0.09	0.004	0.02	0.003
Surveyor	ALVI	2.55	46.54	0.24	0.53	0.91	0.44	0.19	0.017	0.01	0.001
Surveyor	ABLA	1.52	48.55	0.19	1.24	0.47	0.12	0.12	0.005	0.02	0.003
Surveyor	ABLA	1.17	50.46	0.10	0.39	0.76	0.14	0.11	0.008	0.01	0.002

Surveyor	TSME	0.92	49.17	0.09	0.47	0.35	0.07	0.08	0.005	0.03	0.001
Surveyor	TSME	0.90	48.83	0.06	0.29	0.66	0.09	0.09	0.006	0.04	0.001
Surveyor	PIEN	0.82	48.58	0.07	0.36	0.71	0.07	0.09	0.004	0.02	0.007
Surveyor	THPL	1.30	48.02	0.13	0.72	0.88	0.13	0.12	0.009	0.01	0.002
Surveyor	PIAL	1.21	49.92	0.08	0.32	0.41	0.15	0.10	0.033	0.00	0.002
Upper Bonanza	ABLA	1.33	48.95	0.24	1.09	0.44	0.11	0.14	0.022	0.07	0.004
Upper Bonanza	ABLA	0.90	50.43	0.11	0.43	0.66	0.05	0.12	0.005	0.11	0.003
Upper Bonanza	PIEN	0.80	47.09	0.07	0.21	1.26	0.06	0.14	0.010	0.40	0.011
Upper Bonanza	TSME	0.95	49.66	0.11	0.39	0.40	0.07	0.13	0.007	0.14	0.003
Upper Bonanza	PICO	1.19	49.06	0.11	0.34	0.34	0.08	0.14	0.012	0.07	0.002
Upper Oregon	ABLA	1.40	48.85	0.16	0.97	0.40	0.08	0.14	0.007	0.04	0.004
Upper Oregon	ABLA	1.28	50.07	0.09	0.54	0.82	0.06	0.15	0.005	0.06	0.003
Upper Oregon	PIEN	1.16	48.64	0.13	0.63	0.27	0.07	0.06	0.007	0.02	0.005
Upper Oregon	PIEN	0.86	48.43	0.07	0.29	0.77	0.06	0.07	0.027	0.06	0.004
Upper Oregon	PICO	1.17	49.29	0.11	0.39	0.55	0.11	0.07	0.009	0.04	0.005
Upper Oregon	PICO	0.90	50.51	0.06	0.22	1.26	0.09	0.09	0.005	0.06	0.003
Upper Oregon	TSME	0.94	49.90	0.06	0.15	0.51	0.10	0.06	0.023	0.05	0.003
Upper Oregon	PIAL	1.08	47.78	0.10	0.36	0.16	0.09	0.06	0.004	0.01	0.004

*Species are *Abies lasiocarpa* (ABLA), *Alnus viridis* (ALVI), *Larix occidentalis* (LAOC), *Menziesia ferruginea* (MEFE), *Pinus albicaulis* (PIAL), *Pinus contorta* (PICO), *Picea engelmannii* (PIEN), *Taxus brevifolia* (TABR), *Thuja plicata* (THPL), and *Tsuga mertensiana* (TSME).

	N	C	K	Ca	Mg	Na
N	1	0.94	0.59	0.47	0.56	-0.42
C	0.94	1	0.45	0.39	0.43	-0.52
K	0.59	0.45	1	0.54	0.74	-0.04
Ca	0.47	0.39	0.54	1	0.74	-0.1
Mg	0.56	0.43	0.74	0.74	1	0.09
Na	-0.42	-0.52	-0.04	-0.1	0.09	1

Fig. S1) Correlation matrix for soil element concentrations.

	<i>N</i>	<i>C</i>	<i>K</i>	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>Na</i>
<i>N</i>	NA	0	0	0.002	0	0.006
<i>C</i>	0	NA	0.003	0.009	0.004	0
<i>K</i>	0	0.003	NA	0	0	0.811
<i>Ca</i>	0.002	0.009	0	NA	0	0.51
<i>Mg</i>	0	0.004	0	0	NA	0.566
<i>Na</i>	0.006	0	0.811	0.51	0.566	NA

Fig. S2) P-values for soil correlation matrix. Values= 0 are p<0.001.

	<i>Z</i>	<i>C</i>	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>SO4.S</i>	<i>Fe</i>	<i>Mn</i>	<i>Zn</i>
<i>N</i>	1	-0.41	0.67	0.56	0.02	0.75	0.62	0	0.02	0.09
<i>C</i>	-0.41	1	-0.38	-0.3	0.05	-0.53	-0.27	0.04	-0.24	-0.26
<i>P</i>	0.67	-0.38	1	0.8	-0.21	0.47	0.41	-0.15	-0.01	0.19
<i>K</i>	0.56	-0.3	0.8	1	-0.21	0.42	0.35	-0.17	0.05	0.33
<i>Ca</i>	0.02	0.05	-0.21	-0.21	1	0.15	0.38	0.19	0.35	0.19
<i>Mg</i>	0.75	-0.53	0.47	0.42	0.15	1	0.5	0.13	0.22	0.21
<i>SO4.S</i>	0.62	-0.27	0.41	0.35	0.38	0.5	1	0.07	0.12	0.18
<i>Fe</i>	0	0.04	-0.15	-0.17	0.19	0.13	0.07	1	0.03	-0.16
<i>Mn</i>	0.02	-0.24	-0.01	0.05	0.35	0.22	0.12	0.03	1	0.54
<i>Zn</i>	0.09	-0.26	0.19	0.33	0.19	0.21	0.18	-0.16	0.54	1

Fig. S3) Correlation matrix for vegetation element concentrations.

	N	C	P	K	Ca	Mg	SO ₄ .S	Fe	Mn	Zn
N	NA	0	0	0	0.891	0	0	0.996	0.853	0.454
C	0	NA	0.002	0.015	0.689	0	0.025	0.778	0.047	0.031
P	0	0.002	NA	0	0.091	0	0.001	0.215	0.936	0.122
K	0	0.015	0	NA	0.094	0	0.004	0.163	0.671	0.007
Ca	0.891	0.689	0.091	0.094	NA	0.216	0.002	0.127	0.003	0.13
Mg	0	0	0	0	0.216	NA	0	0.292	0.069	0.081
SO ₄ .S	0	0.025	0.001	0.004	0.002	0	NA	0.575	0.352	0.154
Fe	0.996	0.778	0.215	0.163	0.127	0.292	0.575	NA	0.817	0.208
Mn	0.853	0.047	0.936	0.671	0.003	0.069	0.352	0.817	NA	0
Zn	0.454	0.031	0.122	0.007	0.13	0.081	0.154	0.208	0	NA

Fig. S4) P-values for vegetation correlation matrix. Values= 0 are p<0.001.