

Supplemental Table S1: Soil chemical parameters and nodules number of the study sites

Agro-ecological zone	Soil pH	Exch. Al	Exch. H	CEC	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Ca/Mg	Mg/K	Ext. P	NN
Region, District-village	(H ₂ O)	(cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹)							Ratio	Ratio	mg/kg	
Songwe												
Mbozi_Mbimba	4.74±0.006	0.23±0.006	0.06±0.006	8.40±0.006	4.10±0.006	0.70±0.006	0.39±0.006	0.01±0.006	5.89±0.041	1.77±0.011	3.40±0.006	3.33±1.45 ^{a-c}
Mbozi_Ivwanga	5.26±0.006	0.23±0.006	0.03±0.006	2.20±0.006	0.20±0.006	1.08±0.006	0.29±0.006	0.02±0.006	0.19±0.004	3.69±0.053	3.18±0.006	6.00±2.52 ^{a-i}
Mbozi_Nambala	4.48±0.006	0.00±0.000	0.00±0.000	4.60±0.006	2.04±0.006	0.74±0.006	0.16±0.006	0.01±0.006	2.76±0.014	4.53±0.125	2.94±0.006	4.00±0.58 ^{a-f}
Momba_Impumpila	5.34±0.006	0.00±0.000	0.00±0.000	3.01±0.002	1.60±0.002	0.55±0.002	0.10±0.002	0.01±0.002	2.93±0.006	5.50±0.073	10.42±0.002	11.67±2.19 ^{a-i}
Momba_Isanga	6.25±0.006	0.00±0.000	0.00±0.000	4.31±0.002	2.66±0.002	0.94±0.002	0.14±0.002	0.01±0.002	2.84±0.004	6.65±0.079	7.90±0.002	15.33±0.88 ^{a-j}
Momba_Kakozi	5.85±0.006	0.00±0.000	0.00±0.000	3.77±0.003	2.13±0.003	0.64±0.003	0.12±0.003	0.02±0.003	3.34±0.011	5.50±0.116	7.75±0.003	16.33±1.33 ^{a-j}
Ileje_Itumba	6.06±0.006	0.17±0.000	0.05±0.000	5.90±0.000	3.72±0.000	1.65±0.000	0.08±0.000	0.03±0.000	2.26±0.001	20.04±0.187	10.16±0.000	6.67±0.88 ^{a-i}
Ileje_Namangoni	6.89±0.006	0.00±0.000	0.00±0.000	10.60±0.100	7.92±0.100	1.63±0.100	0.40±0.100	0.12±0.100	4.89±0.225	4.44±0.690	19.49±0.100	12.67±2.73 ^{a-i}
Ileje_Isongole	7.44±0.006	0.85±0.003	0.35±0.003	8.74±0.003	4.54±0.003	1.79±0.003	0.78±0.003	0.03±0.003	2.54±0.003	2.31±0.005	136.03±0.003	10.00±1.16 ^{a-i}
Rukwa												
Nkasi_Milundikwa	5.61±0.006	0.26±0.030	0.06±0.030	5.73±0.030	2.51±0.030	1.53±0.030	0.27±0.030	0.03±0.030	1.64±0.012	5.82±0.485	14.34±0.03	15.00±1.16 ^{d-j}
Nkasi_Kasu	5.77±0.006	0.25±0.001	0.22±0.001	13.9±0.001	11.28±0.001	0.73±0.001	0.12±0.001	nd	15.39±0.027	6.29±0.063	6.27±0.001	9.33±0.88 ^{a-i}
Nkasi_Kantawa	5.79±0.006	0.00±0.000	0.00±0.000	3.79±0.001	2.59±0.001	0.65±0.001	0.08±0.001	0.01±0.001	3.99±0.006	8.47±0.132	40.4±0.001	14.33±1.76 ^{a-j}
Sumbawanga TC_Chanji	6.55±0.006	0.00±0.000	0.00±0.000	4.80±0.000	3.79±0.000	0.41±0.000	0.08±0.000	0.01±0.000	9.15±0.013	5.04±0.033	15.78±0.000	3.33±0.88 ^{a-c}
SumbawangaTC_Kizitwe	6.4±0.006	0.00±0.000	0.00±0.000	6.50±0.000	4.26±0.000	1.10±0.000	0.12±0.000	0.01±0.000	3.87±0.002	9.40±0.048	12.46±0.000	1.67±0.88 ^{ab}
Sumbawanga TC_Ntendo	5.59±0.006	0.00±0.000	0.00±0.000	4.41±0.007	2.94±0.007	0.75±0.007	0.13±0.007	0.01±0.007	3.91±0.026	5.61±0.218	63.76±0.007	3.33±0.88 ^{a-c}
Sumbawanga R_Ndelema	6.39±0.006	0.00±0.000	0.00±0.000	6.21±0.013	3.79±0.013	0.87±0.013	0.15±0.013	0.02±0.013	4.37±0.051	5.80±0.388	19.12±0.013	2.00±0.58 ^{ab}
Sumbawanga R_Laela	7.43±0.006	0.00±0.000	0.00±0.000	7.09±0.004	5.36±0.004	0.50±0.004	0.08±0.004	0.01±0.004	10.74±0.072	6.32±0.258	29.04±0.004	3.00±1.16 ^{a-c}
Sumbawanga R_Lusaka	5.72±0.006	0.00±0.000	0.00±0.000	6.60±0.004	3.55±0.004	0.72±0.004	0.15±0.004	nd	4.96±0.020	4.65±0.089	48.20±0.004	4.33±1.45 ^{a-g}
Mbeya												
Mbeya rural_Mvunwa	7.00±0.058	0.00±0.000	0.00±0.000	9.01±0.007	7.57±0.007	0.76±0.007	0.26±0.007	0.01±0.007	9.94±0.078	2.94±0.048	3.64±0.007	10.67±1.67 ^{a-i}
Mbeya rural_Njelenje	5.89±0.006	0.00±0.000	0.00±0.000	4.21±0.013	2.92±0.013	0.76±0.013	0.20±0.013	0.03±0.013	3.83±0.049	3.81±0.175	2.35±0.013	9.33±2.33 ^{a-i}
Mbeya rural_Mshewe	6.03±0.006	0.00±0.000	0.00±0.000	8.50±0.003	5.87±0.003	1.40±0.003	0.18±0.003	0.02±0.003	4.19±0.007	7.80±0.115	20.17±0.003	8.33±0.67 ^{a-i}
Chunya_Chokaa	7.32±0.006	0.00±0.000	0.00±0.000	7.80±0.002	6.46±0.002	0.98±0.002	0.12±0.002	0.02±0.002	6.57±0.011	7.87±0.108	110.94±0.002	11.67±0.67 ^{a-i}
Chunya_Kibaoni	6.76±0.006	0.00±0.000	0.00±0.000	8.10±0.006	4.70±0.006	1.67±0.006	0.06±0.006	nd	2.82±0.006	26.98±2.414	48.35±0.006	11.67±0.67 ^{a-i}
Chunya_Mapogoro	6.75±0.044	0.00±0.000	0.00±0.000	8.20±0.000	6.19±0.000	1.09±0.000	0.05±0.000	0.05±0.000	5.68±0.003	20.84±0.243	14.59±0.000	13.67±0.88 ^{b-j}
Mbeya CC_Mponja	5.94±0.137	0.00±0.000	0.00±0.000	6.31±0.013	3.66±0.013	0.90±0.0130	0.47±0.013	0.02±0.013	4.08±0.045	1.92±0.026	23.92±0.013	17.33±2.03 ^{ij}
Mbeya CC_TARI Uyole	5.83±0.020	0.00±0.000	0.00±0.000	8.52±0.023	5.95±0.023	1.16±0.023	0.33±0.023	0.06±0.023	5.15±0.082	3.57±0.172	34.05±0.023	8.33±0.88 ^{a-i}

Mbeya CC_Utukuyu	5.73±0.009	0.00±0.000	0.00±0.000	8.80±0.001	5.20±0.001	1.38±0.000	0.20±0.001	0.02±0.000	3.76±0.002	6.85±0.029	6.70±0.001	9.00±6.56 ^{a-i}
Iringa												
Iringa DC_Mgama	6.62±0.012	0.00±0.000	0.00±0.000	4.21±0.010	2.97±0.010	0.33±0.010	0.06±0.010	0.01±0.010	8.97±0.233	5.46±0.612	19.4±0.010	11.33±3.18 ^{a-i}
ringa DC_Ibumila	6.17±0.019	0.00±0.000	0.00±0.000	5.40±0.003	1.90±0.003	0.54±0.003	0.78±0.003	0.01±0.003	3.53±0.014	0.69±0.001	7.37±0.003	16.67±5.49 ^{b-j}
Iringa DC_Lyamgungwe	5.75±0.040	0.00±0.000	0.00±0.000	5.20±0.001	2.10±0.001	0.50±0.001	0.39±0.001	0.01±0.001	4.21±0.006	1.29±0.001	7.57±0.001	16.00±0.58 ^{f-j}
Kilolo_Mkoga	6.59±0.035	0.20±0.002	0.23±0.013	2.90±0.002	1.58±0.002	0.26±0.002	0.06±0.002	0.01±0.002	6.13±0.040	4.30±0.107	2.53±0.002	25.00±2.65 ^j
Kilolo_Mfyome	6.48±0.009	0.00±0.000	0.00±0.000	2.41±0.013	1.36±0.013	0.26±0.013	0.12±0.013	0.02±0.013	5.17±0.200	2.21±0.120	26.66±0.013	17.33±1.45 ^{ij}
Kilolo_Mtitu	5.69±0.009	0.26±0.007	0.06±0.007	3.41±0.007	1.60±0.007	0.52±0.007	0.04±0.007	0.01±0.007	3.05±0.026	13.86±1.853	6.17±0.007	11.67±3.84 ^{a-i}
Mufindi_Ikovano	7.81±0.017	0.00±0.000	0.00±0.000	11.1±0.001	9.37±0.001	0.88±0.001	0.03±0.001	0.03±0.001	10.69±0.011	25.85±0.734	59.16±0.001	12.00±2.08 ^{a-i}
Mufindi_Igomaa	7.92±0.012	0.00±0.000	0.00±0.000	9.20±0.000	7.74±0.000	0.39±0.000	0.06±0.000	nd	19.65±0.032	6.73±0.064	27.87±0.000	7.67±0.33 ^{a-i}
Mufindi_Ikweha	6.40±0.012	0.00±0.000	0.00±0.000	5.61±0.013	4.22±0.013	1.16±0.013	0.08±0.013	0.03±0.013	3.62±0.030	14.98±1.970	59.83±0.013	6.33±1.76 ^{a-i}
Njombe												
Wanging'ombe_Mngate	6.28±0.015	0.00±0.000	0.00±0.000	5.92±0.023	2.40±0.023	0.74±0.023	0.10±0.023	0.04±0.023	3.23±0.068	7.93±1.298	9.77±0.023	8.67±0.88 ^{a-i}
Wanging'ombe_Mlevela	5.16±0.012	0.00±0.000	0.00±0.000	3.31±0.007	1.36±0.007	0.47±0.007	0.13±0.007	0.03±0.007	2.91±0.027	3.63±0.129	4.19±0.007	9.00±1.16 ^{a-i}
Wanging'ombe_Ndandu	5.73±0.026	0.00±0.000	0.00±0.000	5.51±0.010	2.70±0.010	0.57±0.010	0.11±0.010	0.02±0.010	4.73±0.064	5.36±0.370	7.89±0.010	9.67±2.33 ^{a-i}
Njombe DC_Tagamenda	5.18±0.015	0.00±0.000	0.00±0.000	2.00±0.003	1.16±0.003	0.26±0.003	0.06±0.003	0.01±0.003	4.52±0.042	3.95±0.143	5.94±0.003	4.00±0.58 ^{a-f}
Njombe DC_Itipingi	5.84±0.006	0.00±0.000	0.00±0.000	4.62±0.020	1.94±0.020	0.47±0.020	0.07±0.020	0.03±0.020	4.10±0.125	7.66±1.484	6.40±0.020	10.00±1.73 ^{a-i}
Njombe DC_Kichiwa	5.14±0.015	0.00±0.000	0.00±0.000	3.80±0.003	1.36±0.003	0.37±0.003	0.06±0.003	nd	3.68±0.022	6.50±0.306	6.14±0.003	1.33±0.33 ^a
Ludewa_Njelela	5.53±0.022	0.24±0.007	0.16±0.003	3.49±0.007	2.26±0.007	1.08±0.007	0.08±0.007	nd	2.10±0.007	13.87±1.190	2.58±0.007	5.00±2.08 ^{a-h}
Ludewa_Mtumamo	6.01±0.009	0.20±0.020	0.07±0.02	4.72±0.020	2.86±0.020	1.29±0.020	0.07±0.020	0.03±0.02	2.22±0.019	19.26±3.851	7.03±0.020	6.00±1.53 ^{a-i}
Ludewa_Amani	6.38±0.009	0.13±0.006	0.1±0.006	6.69±0.006	4.07±0.006	1.90±0.006	0.12±0.006	nd	2.15±0.004	15.24±0.760	16.66±0.006	5.67±2.60 ^{a-i}
Ruvuma												
Madaba_Lituta	5.48±0.006	0.00±0.000	0.00±0.000	6.40±0.000	1.91±0.000	0.60±0.000	0.07±0.000	0.01±0.000	3.17±0.001	8.61±0.037	7.66±0.000	2.33±0.33 ^{a-c}
Madaba_Kipingo	5.81±0.012	0.00±0.000	0.00±0.000	4.20±0.003	2.86±0.003	0.80±0.003	0.06±0.003	0.01±0.003	3.56±0.011	13.88±0.698	63.23±0.003	1.67±1.20 ^{ab}
Madaba_Ndelenyuma	6.48±0.009	0.00±0.000	0.00±0.000	6.50±0.001	3.69±0.001	0.69±0.001	0.06±0.001	0.01±0.001	5.33±0.008	11.81±0.252	19.39±0.001	2.67±1.67 ^{a-c}
Songea DC_Mlete	6.13±0.012	0.00±0.000	0.00±0.000	3.71±0.010	2.17±0.010	0.58±0.010	0.05±0.010	0.02±0.010	3.74±0.047	12.47±1.925	7.95±0.010	7.00±1.16 ^{a-i}
Songea DC_Mang'ua	5.74±0.012	0.00±0.000	0.00±0.000	5.30±0.003	2.35±0.003	0.56±0.003	0.06±0.003	nd	4.20±0.015	9.02±0.3580	36.7±0.003	1.00±0.58 ^a
Songea DC_Seed farm	5.18±0.047	0.41±0.003	4.74±0.003	7.70±0.003	1.53±0.003	0.44±0.003	0.04±0.003	0.02±0.003	3.52±0.019	11.69±0.866	25.28±0.003	4.67±1.20 ^{a-h}
Songea DC_Nambehe	5.78±0.012	0.22±0.000	0.09±0.000	3.00±0.000	1.74±0.000	0.39±0.000	0.04±0.000	0.01±0.000	4.50±0.005	8.76±0.089	13.55±0.000	7.00±1.53 ^{a-i}
Namtumbo_Msindo	5.88±0.015	0.00±0.000	0.00±0.000	3.80±0.003	1.73±0.003	0.51±0.003	0.05±0.003	nd	3.36±0.014	11.08±0.691	22.93±0.003	6.33±2.03 ^{a-i}
Namtumbo_Ruvuma	5.83±0.006	0.00±0.000	0.00±0.000	4.41±0.007	1.60±0.007	0.65±0.007	0.08±0.007	0.01±0.007	2.44±0.015	8.63±0.609	8.63±0.007	5.00±2.31 ^{a-h}
Morogoro												
Kilosa_TARI Ilonga	6.38±0.015	0.00±0.000	0.00±0.000	9.00±0.001	5.53±0.001	1.50±0.001	0.10±0.001	nd	3.70±0.002	15.05±0.191	2.48±0.001	5.00±1.53 ^{a-h}

Kilosa_Msowero	6.75±0.042	0.00±0.000	0.00±0.000	5.22±0.017	2.90±0.017	0.98±0.017	0.08±0.017	0.02±0.017	2.97±0.033	13.72±2.272	23.04±0.017	4.33±3.38 ^{a-g}
Kilosa_Mvumi	6.83±0.009	0.00±0.000	0.00±0.000	8.20±0.000	5.49±0.000	1.55±0.000	0.24±0.000	0.01±0.000	3.55±0.001	6.50±0.015	103.79±0.000	3.67±2.67 ^{a-c}
Mvomero_Kipera	6.62±0.009	0.00±0.000	0.00±0.000	10.42±0.02	6.59±0.020	2.62±0.020	0.27±0.020	0.09±0.02	2.51±0.011	9.68±0.591	47.15±0.020	3.00±1.16 ^{a-d}
Mvomero_Chanagalawe	6.84±0.024	0.00±0.000	0.00±0.000	10.8±0.003	6.51±0.003	2.84±0.003	0.32±0.003	nd	2.29±0.001	8.95±0.067	10.94±0.003	4.67±2.60 ^{a-h}
Mvomero_Kinyenze	6.84±0.015	0.00±0.000	0.00±0.000	11.7±0.003	6.89±0.003	3.06±0.003	0.09±0.003	0.02±0.003	2.25±0.001	34.57±1.215	64.01±0.003	6.33±1.76 ^{a-i}
Morogoro_R-Muhungamkola	6.67±0.012	0.00±0.000	0.00±0.000	10.9±0.004	6.91±0.004	1.71±0.004	0.17±0.004	0.02±0.004	4.05±0.008	10.20±0.244	54.34±0.004	7.00±1.16 ^{a-i}
Morogoro_R-Lukonde	6.67±0.012	0.00±0.000	0.00±0.000	7.70±0.000	4.72±0.000	1.59±0.000	0.21±0.000	0.01±0.000	2.97±0.001	7.50±0.019	31.48±0.000	3.33±1.45 ^{a-c}
Morogoro_R-Maleta	6.04±0.015	0.00±0.000	0.00±0.000	5.01±0.013	3.21±0.013	0.83±0.013	0.10±0.013	0.02±0.013	3.89±0.046	8.61±0.905	3.10±0.013	6.33±2.33 ^{a-i}
Arusha												
Meru_Seliani Kisongo	7.03±0.012	0.00±0.000	0.00±0.000	20.8±0.001	14.38±0.001	3.48±0.001	1.77±0.001	0.02±0.001	4.13±0.001	1.96±0.001	122.52±0.001	15.00±1.73 ^{d-h}
Meru_Kikatiti	6.67±0.012	0.00±0.000	0.00±0.000	17.94±0.023	12.23±0.023	2.84±0.023	1.54±0.023	0.07±0.023	4.30±0.027	1.85±0.013	111.96±0.023	2.67±0.88 ^{a-c}
Meru_NM-AIST	6.54±0.009	0.00±0.000	0.00±0.000	19.10±0.000	14.03±0.000	2.97±0.000	0.43±0.000	0.1±0.000	4.72±0.001	6.98±0.009	84.93±0.000	5.00±1.73 ^{a-h}
Karatu_Marera	6.82±0.110	0.00±0.000	0.00±0.000	13.5±0.002	9.15±0.002	2.80±0.002	0.32±0.002	0.01±0.002	3.27±0.001	8.67±0.040	38.04±0.002	3.67±1.20 ^{a-c}
Karatu_Kilimatembo	6.51±0.034	0.00±0.000	0.00±0.000	5.42±0.017	0.95±0.017	3.09±0.017	0.43±0.017	0.02±0.017	0.31±0.004	7.23±0.233	7.68±0.017	1.33±0.88 ^a
Karatu_Rhotia Juu	6.47±0.019	0.00±0.000	0.00±0.000	15.5±0.001	11.20±0.001	2.72±0.001	0.65±0.001	0.01±0.001	4.12±0.001	4.19±0.005	52.00±0.001	3.00±2.08 ^{a-d}
Monduli_Ngarashi	6.59±0.003	0.00±0.000	0.00±0.000	1.91±0.013	0.42±0.013	0.18±0.013	0.41±0.013	0.04±0.013	2.38±0.096	0.43±0.018	47.71±0.013	3.33±1.20 ^{a-i}
Monduli_Sepeko	6.46±0.009	0.00±0.000	0.00±0.000	15.60±0.000	10.38±0.000	3.36±0.000	0.55±0.000	0.02±0.000	3.09±0.000	6.14±0.006	76.87±0.000	6.67±1.45 ^{a-i}
Monduli_Rasharasha	6.63±0.007	0.00±0.000	0.00±0.000	15.83±0.030	10.86±0.030	3.07±0.030	0.73±0.030	0.06±0.030	3.54±0.025	4.21±0.126	88.84±0.030	4.33±1.76 ^{a-g}
Kilimanjaro												
Siha_Njaru	6.51±0.012	0.00±0.000	0.00±0.000	18.91±0.007	14.01±0.007	2.91±0.007	0.56±0.007	0.04±0.007	4.81±0.009	5.24±0.050	135.25±0.007	4.33±1.45 ^{a-g}
Siha_Fuka-Sanya Juu	6.64±0.015	0.00±0.000	0.00±0.000	12.70±0.002	11.20±0.002	0.83±0.002	0.49±0.002	0.01±0.002	13.53±0.035	1.69±0.003	47.86±0.002	4.67±2.33 ^{a-h}
Siha_Koboko Kusini	6.22±0.021	0.00±0.000	0.00±0.000	12.61±0.010	11.32±0.010	0.83±0.010	0.31±0.010	0.03±0.010	13.64±0.150	2.64±0.051	34.1±0.010	3.33±0.88 ^{a-c}
Hai_Lambo mferejini	6.50±0.012	0.00±0.000	0.00±0.000	12.60±0.003	9.52±0.003	1.70±0.003	0.37±0.003	0.03±0.003	5.61±0.008	4.61±0.030	166.18±0.003	6.33±1.45 ^{a-i}
Hai_Kia	6.63±0.027	0.00±0.000	0.00±0.000	17.7±0.003	11.00±0.003	2.29±0.003	2.69±0.003	0.25±0.003	4.80±0.006	0.85±0.000	8.60±0.003	4.00±3.00 ^{a-f}
Hai_Narumu - Machame	5.29±0.006	0.00±0.000	0.00±0.000	6.40±0.000	4.80±0.000	0.85±0.000	0.15±0.000	0.01±0.000	5.63±0.004	5.65±0.021	4.56±0.000	5.33±0.88 ^{a-i}
Moshi_R_Boro Masoka	5.64±0.015	0.00±0.000	0.00±0.000	7.41±0.010	4.95±0.010	1.15±0.010	0.23±0.010	0.02±0.010	4.30±0.028	4.95±0.162	3.86±0.010	3.67±1.45 ^{a-c}
Moshi_R_Longuo A	6.73±0.006	0.00±0.000	0.00±0.000	16.45±0.050	12.06±0.050	3.46±0.050	0.41±0.050	0.06±0.050	3.49±0.035	8.63±0.828	78.05±0.05	7.67±4.10 ^{a-i}
Moshi_R_Kidachini	6.65±0.038	0.00±0.000	0.00±0.000	15.93±0.033	11.76±0.033	2.31±0.033	0.32±0.033	0.06±0.033	5.08±0.058	7.30±0.589	93.44±0.033	7.00±1.16 ^{a-i}