

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

1. VARIABLES MORFOLÓGICAS.

Para poder analizar los efectos e interacciones producidas por las distintas concentraciones y combinaciones de nutrientes aportados, sobre la morfología de las plantas, se realizó un estudio de las variables morfológicas medidas, e índices de calidad elaborados.

En las tablas nº 1 y nº 2, del anexo nº 1 se recogen los datos de las variables morfológicas obtenidos en las primera y segunda medición, así como, los índices de calidad utilizados, que se exponen a continuación.

VARIABLES MORFOLÓGICAS E ÍNDICES DE CALIDAD:

- H: Longitud de la parte aérea en cm.
- D: Diámetro del cuello de la raíz en mm.
- PSA: Peso seco de la parte aérea en g.
- PSR: Peso seco del sistema radical en g.
- PST: Peso seco total de la planta en g.
- H/D: Coeficiente de esbeltez o relación entre la altura y el diámetro.
- PSA/PSR: Relación entre el peso seco de la parte aérea y el peso seco del sistema radical.
- PSA/PST: Relación entre el peso seco de la parte aérea y el peso seco total.
- PSR/PST: Relación entre el peso seco del sistema radical y el peso seco total.
- Q_i : Índice de calidad de Dickson.
- R_w : Tasa de crecimiento relativo.
- R_a : Ratio alométrico.

El estudio de las variables morfológicas de la primera medición consistió únicamente en una exploración estadística de cada variable, para conocer el comportamiento y evolución de la población, ampliando el estudio en las variables de la

segunda medición, en el que además de la exploración estadística, se realizó un análisis de varianza respecto de los nutrientes aportados y respecto del tratamiento aplicado.

1.1. EXPLORACIÓN ESTADÍSTICA.

Una vez obtenidos los valores de las variables morfológicas, tanto los correspondientes a la primera medición como los de la segunda, se realizó un análisis exploratorio de cada variable, utilizando técnicas de estadística descriptiva, con el objetivo de realizar una depuración de los datos, y obtener información sobre el comportamiento de la población.

En este análisis se verificó la hipótesis de normalidad según el test de Kolmogorov-Smirnov-Lilliefors y el de Shapiro-Wills, ambos con un nivel de significación del 5%. En los casos en los que la hipótesis de normalidad no se cumplió y fue posible se realizaron las transformaciones oportunas para conseguir niveles de significación aceptables. En el caso de la longitud de la parte aérea, tras realizar el análisis estadístico, se comprobó que alguno de los datos tomados en la segunda medición eran erróneos, por lo que se procedió a eliminarlos. Una vez eliminados estos datos la variable cumplió las hipótesis de normalidad.

A continuación se presenta el resumen estadístico de cada variable según el tratamiento aplicado, en primer lugar el de la variable correspondiente a la primera medición, seguido del correspondiente a la segunda medición; representando gráficamente la evolución de los valores medios por tratamiento de las mediciones, así como los valores medios por tratamiento de la segunda medición.

En el resumen estadístico se dan los valores por tratamiento, (T), de: el tamaño de la muestra, (N); la media; la mediana, (Med.); la moda; el máximo, (Max.); el mínimo, (Min.); el error estándar, (Error); la desviación típica de la media, (D.T.); el coeficiente de variación de la media, (C.V.); el coeficiente de asimetría, (C.A.); y el coeficiente de curtosis, (C.C.); para describir a la población.

De aquellas variables que no cumplieron la hipótesis de normalidad y que no se consiguió transformar, se utilizarán como valores representativos para la descripción: la mediana en lugar de la media y el rango intercuartílico, (R.I.C.), en lugar de la desviación típica de la media.

En la primera medición realizada, el tamaño de la muestra en el tratamiento ocho es menor que en el resto de los tratamientos, esto es porque cuando se extrajo la muestra, las plantas correspondientes al bloque dos de dicho tratamiento, eran demasiado pequeñas y no se tomó la muestra correspondiente a este bloque. Por este motivo no ha se podido dar el valor del coeficiente de curtosis de este tratamiento en las variable: ratio alométrico y tasa de crecimiento relativo, al tener solo tres valores por tratamiento.

Resumen estadístico de la longitud de la parte aérea.

(H, en cm.).

1ª Medición.

T.	N.	Media.	Med.	Moda.	Max.	Min.	Error.	D.T.	R.I.C.	C.V.	C.C.	C.A.
1	40	10.4	10.8	7.0	14.5	6.5	0.433	2.739	5.750	26.27	-1.492	-0.093
2	40	11.1	11.0	10.0	15.0	8.0	0.268	1.694	2.500	15.22	-0.887	0.161
3	40	12.0	12.0	13.5	15.0	8.0	0.264	1.670	2.500	13.93	-0.465	-0.377
4	40	10.9	10.5	13.0	16.0	7.0	0.387	2.445	4.000	22.43	-0.629	0.244
5	40	11.6	11.0	9.0	17.0	8.0	0.412	2.605	4.750	22.53	-1.056	0.425
6	40	11.4	11.5	12.0	17.0	7.5	0.328	2.077	3.000	18.24	0.220	0.247
7	40	11.8	12.0	12.0	16.5	7.5	0.327	2.066	2.875	17.51	-0.018	-0.044
8	30	11.0	10.3	8.0	17.5	7.5	0.501	2.743	4.625	25.05	-0.616	0.610
9	40	12.8	12.5	11.0	17.0	8.5	0.346	2.190	3.875	17.14	-0.907	0.104
10	40	12.4	12.0	11.0	18.0	8.0	0.426	2.696	4.250	21.78	-0.675	0.308
11	40	12.3	12.0	12.5	16.5	8.0	0.339	2.142	3.750	17.49	-0.910	0.168
12	40	12.6	12.8	13.5	17.0	8.5	0.361	2.281	3.875	18.07	-0.947	0.055

2ª Medición.

T.	N.	Media.	Med.	Moda.	Max.	Min.	Error.	D.T.	C.V.	C.C.	C.A.
1	18	13.7	14.0	11.0	19.0	9.0	0.704	2.986	21.76	-0.705	0.271
2	19	15.1	16.0	12.0	19.5	8.0	0.692	3.017	19.97	0.006	-0.601
3	20	14.4	14.5	16.5	17.5	10.0	0.501	2.243	15.63	-0.456	-0.504
4	20	15.3	15.3	16.4	19.0	11.5	0.473	2.115	13.84	-0.722	0.134
5	19	15.5	16.5	16.5	19.0	10.0	0.659	2.875	18.58	-0.475	-0.746
6	20	14.2	14.5	14.5	19.0	10.0	0.590	2.638	18.55	-0.900	-0.078
7	20	14.4	14.3	11.0	20.5	9.5	0.635	2.840	19.73	-0.303	0.340
8	18	16.0	17.3	13.5	21.0	10.0	0.811	3.441	21.47	-1.403	-0.216
9	18	18.4	19.0	20.0	22.0	13.5	0.543	2.302	12.50	-0.102	-0.665
10	20	15.4	15.8	14.0	19.0	10.5	0.576	2.575	16.75	-0.708	-0.418
11	19	15.8	15.5	15.0	20.0	12.0	0.560	2.440	15.48	-0.929	0.190
12	20	17.5	17.0	17.0	20.5	14.5	0.396	1.773	10.15	-1.014	0.006

Al realizar el análisis estadístico se tuvieron que eliminar algunos datos de altura de determinados tratamientos, correspondientes a la segunda extracción por ser erróneos.

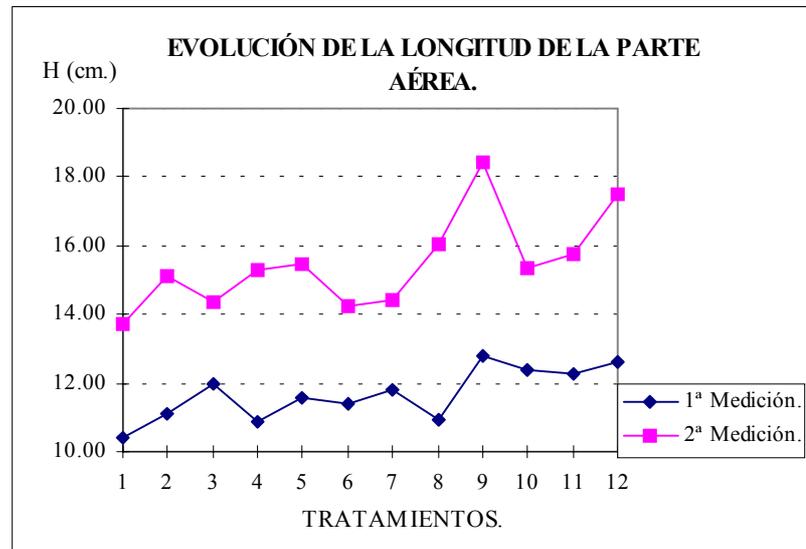


Gráfico n° 1: Evolución de los valores medios de la variable, longitud de la parte aérea, H (cm.), por tratamiento aplicado, correspondientes a la primera y segunda medición realizadas.

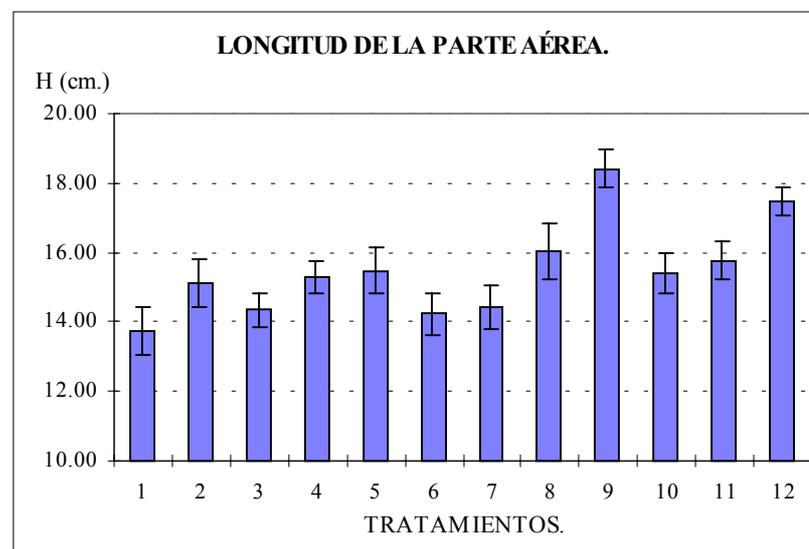


Gráfico n° 2: Valores medios de la variable longitud de la parte aérea, H (cm.), por tratamiento aplicado, correspondientes a la segunda medición realizada.

Resumen estadístico del diámetro del cuello de la raíz.

(D, en mm.).

1ª Medición.

T.	N.	Media.	Med.	Moda.	Max.	Min.	Error.	D.T.	R.I.C.	C.V.	C.C.	C.A.
1	40	2.01	2.03	2.03	2.47	1.48	0.042	0.266	0.235	13.24	-0.398	-0.417
2	40	2.05	2.09	2.20	2.54	1.59	0.030	0.190	0.298	9.26	0.236	-0.118
3	40	2.15	2.15	2.15	2.62	1.75	0.033	0.208	0.255	9.66	-0.398	0.095
4	40	2.43	2.11	2.14	3.94	1.56	0.117	0.737	1.118	30.34	-0.490	1.097
5	40	2.04	2.05	2.20	2.60	1.59	0.040	0.252	0.355	12.30	-0.634	0.216
6	40	2.03	2.10	2.10	3.10	1.07	0.074	0.467	0.408	23.02	0.035	-0.223
7	40	2.12	2.11	2.43	2.73	1.23	0.046	0.289	0.433	13.59	1.309	-0.466
8	30	2.12	2.14	1.86	2.43	1.73	0.037	0.202	0.348	9.53	-0.999	-0.201
9	40	2.31	2.24	2.24	3.90	1.78	0.063	0.400	0.268	17.34	5.946	2.062
10	40	2.14	2.09	1.99	2.70	1.70	0.036	0.226	0.300	10.56	-0.039	0.529
11	40	2.17	2.16	2.17	2.90	1.60	0.035	0.224	0.228	10.29	2.498	0.601
12	40	2.16	2.17	2.36	2.66	1.67	0.034	0.216	0.287	9.98	0.335	-0.049

2ª Medición.

T.	N.	Media.	Med.	Moda.	Max.	Min.	Error.	D.T.	R.I.C.	C.V.	C.C.	C.A.
1	20	2.50	2.48	2.27	3.47	1.89	0.083	0.373	0.545	14.55	0.540	0.536
2	20	2.68	2.70	2.70	2.90	1.95	0.049	0.220	0.288	8.22	5.672	-1.984
3	20	2.61	2.62	2.90	2.90	2.20	0.048	0.216	0.400	8.30	-1.137	-0.086
4	20	2.51	2.56	2.60	2.91	2.22	0.048	0.215	0.385	8.54	-1.116	0.124
5	20	2.78	2.78	2.90	3.50	2.40	0.056	0.251	0.343	9.04	2.357	0.988
6	20	2.76	2.71	2.70	3.70	2.13	0.075	0.334	0.365	12.10	2.356	0.895
7	20	2.69	2.70	2.90	3.00	1.98	0.057	0.257	0.378	9.55	1.512	-1.134
8	20	2.53	2.50	2.40	3.30	1.74	0.086	0.386	0.475	15.26	0.375	-0.308
9	20	2.76	2.80	2.80	3.21	2.00	0.074	0.330	0.445	11.95	0.001	-0.637
10	20	2.71	2.70	2.70	3.30	2.20	0.060	0.269	0.250	9.93	0.836	0.145
11	20	2.92	3.04	2.22	3.70	2.22	0.110	0.493	0.928	16.87	-1.390	-0.081
12	20	2.81	2.755	2.700	3.32	2.38	0.051	0.229	0.325	8.15	0.066	0.432

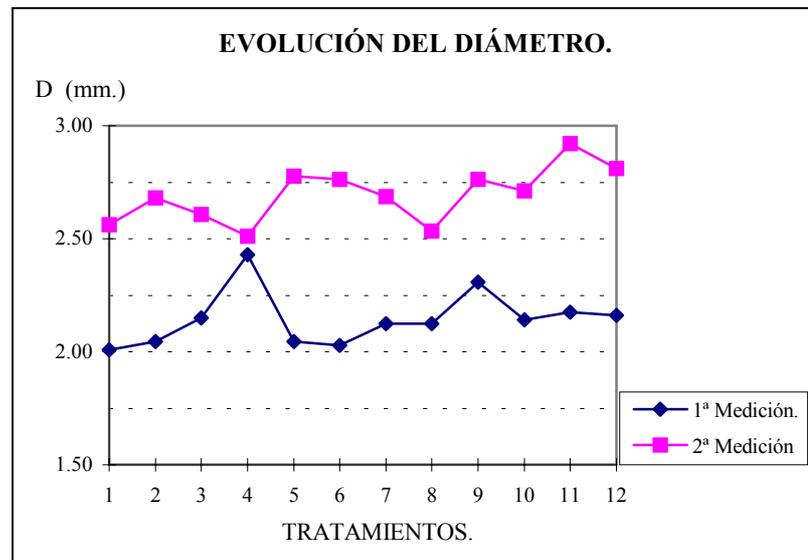


Gráfico n° 3: Evolución de los valores medios de la variable, diámetro del cuello de la raíz, D (mm.), por tratamiento aplicado, correspondientes a la primera y segunda medición realizadas.

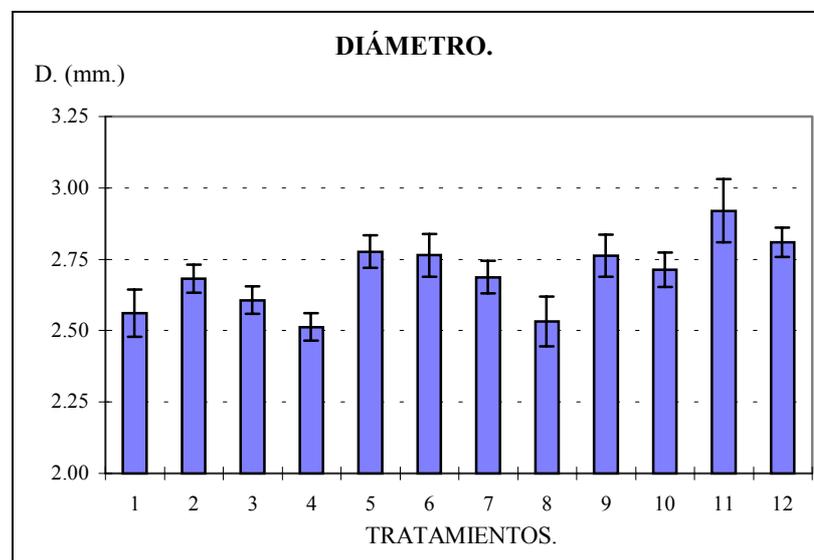


Gráfico n° 4: Valores medios de la variable diámetro del cuello de la raíz, D (mm.), por tratamiento aplicado, correspondientes a la segunda medición realizada.

Resumen estadístico del peso seco de la parte aérea.

(PSA, en g.).

1ª Medición.

T.	N.	Media.	Med.	Moda.	Max.	Min.	Error.	D.T.	R.I.C.	C.V.	C.C.	C.A.
1	40	0.960	0.937	-	1.781	0.314	0.052	0.332	0.508	34.58	-0.166	0.314
2	40	1.023	1.004	-	1.511	0.581	0.029	0.184	0.224	17.96	0.508	0.182
3	40	1.101	1.085	0.926	1.584	0.572	0.037	0.236	0.351	21.42	-0.296	-0.217
4	40	1.041	1.006	1.208	1.453	0.682	0.032	0.204	0.324	19.63	-0.840	0.209
5	40	1.025	0.944	0.937	1.673	0.663	0.037	0.235	0.283	22.97	0.612	0.821
6	40	1.143	1.092	1.198	1.689	0.725	0.039	0.248	0.293	21.67	0.034	0.767
7	40	1.105	1.094	-	1.630	0.430	0.040	0.256	0.342	23.17	0.425	-0.136
8	30	1.102	1.071	1.182	1.548	0.788	0.034	0.188	0.266	17.03	-0.231	0.527
9	40	1.288	1.295	1.376	1.805	0.755	0.042	0.268	0.338	20.80	-0.473	-0.279
10	40	1.152	1.134	1.059	1.990	0.806	0.038	0.243	0.293	21.13	2.179	1.048
11	40	1.245	1.212	1.203	1.776	0.803	0.039	0.247	0.350	19.87	-0.328	0.452
12	40	1.255	1.242	-	2.016	0.659	0.049	0.310	0.422	24.69	-0.104	0.349

2ª Medición.

T.	N.	Media.	Med.	Moda.	Max.	Min.	Error.	D.T.	C.V.	C.C.	C.A.
1	20	1.387	1.3945	-	1.989	0.732	0.088	0.394	28.42	-1.226	-0.030
2	20	1.708	1.755	-	2.408	0.876	0.077	0.343	20.08	1.819	-0.747
3	20	1.490	1.501	1.630	2.243	0.888	0.070	0.314	21.09	0.802	0.240
4	20	1.547	1.600	-	1.995	1.037	0.070	0.313	20.22	-1.271	-0.170
5	20	1.604	1.584	-	2.208	0.930	0.087	0.387	24.16	-0.910	-0.072
6	20	1.523	1.446	-	2.088	0.758	0.085	0.382	25.07	-0.983	-0.150
7	20	1.684	1.696	-	2.210	1.083	0.061	0.275	16.30	0.299	0.031
8	20	1.579	1.604	-	2.499	0.708	0.116	0.520	32.94	-0.781	0.270
9	20	1.941	2.003	-	2.880	1.139	0.107	0.480	24.74	-0.640	0.263
10	20	1.770	1.761	-	2.293	1.118	0.075	0.334	18.85	-0.643	-0.295
11	20	1.923	1.901	-	2.729	1.258	0.099	0.444	23.10	-1.198	0.153
12	20	2.026	1.973	-	2.551	1.668	0.057	0.256	12.63	-0.175	0.675

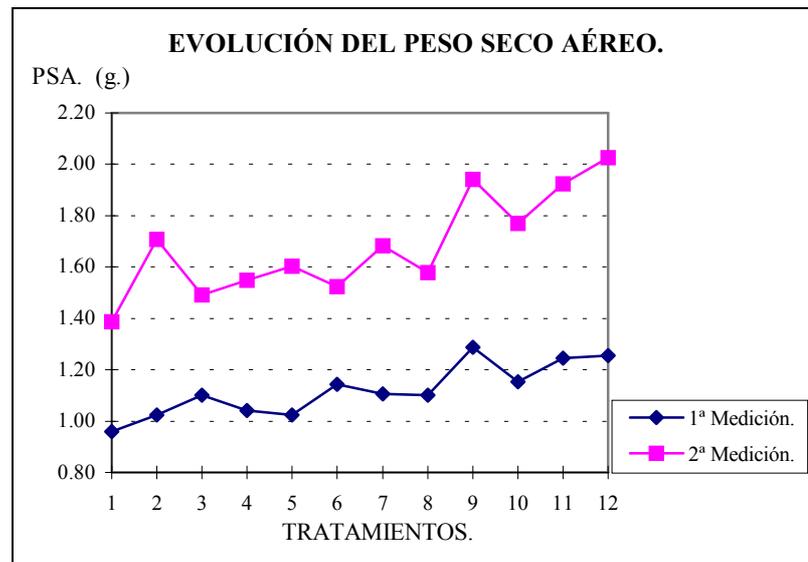


Gráfico n° 5: Evolución de los valores medios de la variable, peso seco de la parte aérea, PSA (g.), por tratamiento aplicado, correspondientes a la primera y segunda medición realizadas.

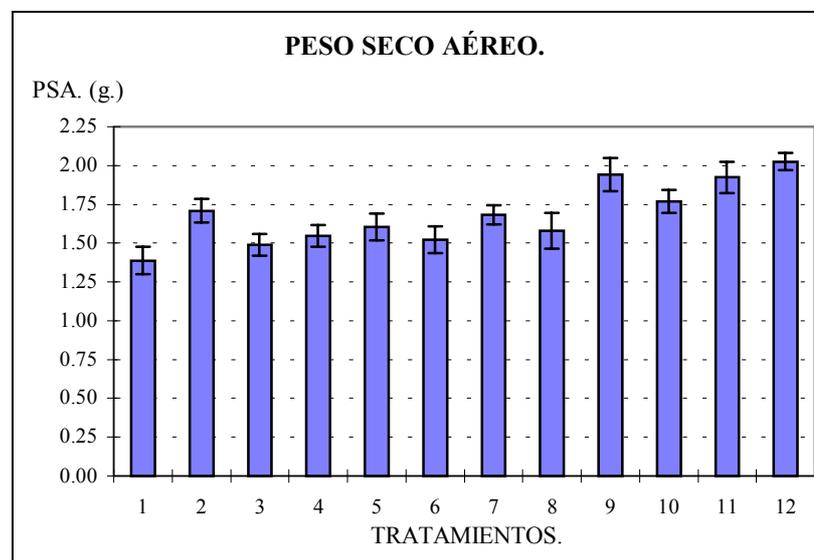


Gráfico n° 6: Valores medios de la variable peso seco de la parte aérea, PSA (g.), por tratamiento aplicado, correspondientes a la segunda medición realizada.

Resumen estadístico del peso seco del sistema radical.

(PSR, en g.).

1ª Medición.

T.	N.	Media.	Med.	Moda.	Max.	Min.	Error.	D.T.	C.V.	C.C.	C.A.
1	40	0.717	0.747	0.440	1.176	0.240	0.038	0.240	33.50	-0.877	-0.008
2	40	0.750	0.770	0.777	0.975	0.392	0.021	0.130	17.33	-0.155	-0.511
3	40	0.820	0.782	-	1.188	0.409	0.027	0.172	20.93	0.165	0.288
4	40	0.783	0.786	-	1.023	0.448	0.022	0.141	17.99	-0.208	-0.255
5	40	0.752	0.766	0.907	1.104	0.427	0.024	0.149	19.85	-0.167	-0.109
6	40	0.796	0.792	-	1.193	0.498	0.022	0.139	17.50	0.738	0.336
7	40	0.810	0.776	0.695	1.156	0.541	0.024	0.154	19.03	-0.290	0.515
8	30	0.841	0.786	0.728	1.199	0.585	0.031	0.172	20.45	-1.047	0.444
9	40	0.846	0.827	0.767	1.249	0.360	0.026	0.166	19.67	1.261	-0.026
10	40	0.739	0.739	0.768	1.043	0.494	0.019	0.120	16.27	0.106	0.394
11	40	0.827	0.819	0.782	1.174	0.431	0.025	0.160	19.34	0.224	0.036
12	40	0.812	0.783	0.616	1.342	0.400	0.031	0.193	23.78	0.500	0.368

2ª Medición.

T.	N.	Media.	Med.	Moda.	Max.	Min.	Error.	D.T.	C.V.	C.C.	C.A.
1	20	1.228	1.295	1.340	1.841	0.622	0.073	0.327	26.61	-0.518	-0.280
2	20	1.321	1.292	-	1.857	0.915	0.047	0.211	16.01	1.223	0.321
3	20	1.295	1.258	-	1.853	0.865	0.068	0.303	23.39	-0.831	0.337
4	20	1.232	1.308	1.321	1.566	0.792	0.056	0.250	20.28	-1.051	-0.413
5	20	1.274	1.308	-	1.825	0.760	0.061	0.273	21.41	-0.042	-0.249
6	20	1.219	1.329	-	1.593	0.487	0.065	0.292	23.95	0.340	-0.877
7	20	1.368	1.320	-	2.083	0.804	0.076	0.341	24.97	-0.110	0.482
8	20	1.237	1.216	-	1.821	0.616	0.084	0.378	30.54	-1.245	-0.183
9	20	1.281	1.421	-	1.820	0.766	0.070	0.315	24.60	-1.132	-0.239
10	20	1.297	1.272	-	2.001	0.619	0.074	0.330	25.41	0.624	0.132
11	20	1.370	1.404	-	1.895	0.917	0.061	0.272	19.84	-0.495	-0.051
12	20	1.443	1.415	-	1.931	0.963	0.069	0.311	21.54	-1.448	-0.015