

## 2. VARIABLES FISIOLÓGICAS.

### 2.1. ANÁLISIS DE NUTRIENTES DE LAS SEMILLAS.

Con el objetivo de conocer la cantidad de nutrientes de partida de las plantas y tener una idea general de la efectividad de los distintos tratamientos, se realizó un análisis de nutrientes de las semillas, en este análisis se analizaron los elementos: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio; obteniéndose los siguientes resultados:

Elemento.	Concentración.
Nitrógeno.	6.68%
Fósforo.	0.85%
Potasio.	0.87%
Calcio.	0.00%
Magnesio.	0.51%

### 2.2. ANÁLISIS DE NUTRIENTES DE LA PARTE AÉREA Y DEL SISTEMA RADICAL.

Se realizó un estudio de las variables correspondientes al análisis de nutrientes, tanto de las correspondientes a la parte aérea, como las correspondientes al sistema radical, con el objetivo de poder analizar, los efectos e interacciones, producidas por las distintas concentraciones y combinaciones de nutrientes aportados, sobre las citadas variables.

En las tablas nº 4 y nº 5, del anexo nº 2, se recogen los datos de las variables correspondientes al análisis de las concentraciones de nutrientes en la parte aérea y en el sistema radical. Figuran los datos correspondientes a las dos mediciones.

VARIABLES:

- N (a): % de la concentración de nitrógeno en la parte aérea.
- N (r): % de la concentración de nitrógeno en el sistema radical.

- P (a): % de la concentración de fósforo en la parte aérea.
- P (r): % de la concentración de fósforo en el sistema radical.
- K (a): % de la concentración de potasio en la parte aérea.
- K (r): % de la concentración de potasio en el sistema radical.
- Ca (a): % de la concentración de calcio en la parte aérea.
- Ca (r): % de la concentración de calcio en el sistema radical.
- Mg (a): % de la concentración de magnesio en la parte aérea.
- Mg (r): % de la concentración de magnesio en el sistema radical.

Con los datos de las concentraciones de nutrientes obtenidos en la primera medición, únicamente se realizó una exploración estadística, de cada uno de los elementos, para conocer el comportamiento y evolución de la población respecto de la concentración de los distintos elementos en los tejidos. En el caso de los datos obtenidos en la segunda medición realizada, además de la exploración estadística, se realizó un análisis de la varianza respecto de los nutrientes aportados y respecto del tratamiento aplicado.

Como complemento a todo esto se realizó un análisis de varianza multivariante respecto del tratamiento aplicado, con las variables: relación peso seco de la parte aérea-peso seco radical, (PSA/PSR); índice de calidad de Dickson, ( $Q_i$ ); y concentración de nitrógeno en la parte aérea.

### 2.2.1. EXPLORACIÓN ESTADÍSTICA.

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

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 concentración de nitrógeno en la parte aérea, tras realizar el análisis estadístico, se comprobó que alguno de los datos correspondientes a la segunda medición eran erróneos, por lo que se procedió a eliminarlos. Una vez eliminados estos datos la variable cumplió las hipótesis de normalidad.

Seguidamente se presentan los resúmenes estadísticos, según el tratamiento aplicado, de cada variable, exponiendo 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.

Como ya se ha mencionado anteriormente, en la primera medición realizada, el tamaño de la muestra del 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 se pudo dar el valor del coeficiente de curtosis, de ninguna de las variables de este tratamiento, al tener solo tres valores.

**Resumen estadístico de la concentración de nitrógeno en la parte aérea.**

(% N (a) ).

**1ª Medición.**

T.	N.	Media.	Med.	Moda.	Max.	Min.	Error.	D.T.	C.V.	C.C.	C.A.
1	4	1.42	1.36	-	1.18	1.79	0.131	0.262	18.43	2.258	1.332
2	4	1.37	1.36	-	1.29	1.47	0.039	0.078	5.72	-0.768	0.600
3	4	1.33	1.35	1.37	1.27	1.37	0.024	0.048	3.59	-1.289	-0.855
4	4	1.31	1.29	1.27	1.27	1.38	0.026	0.052	3.98	2.340	1.597
5	4	1.37	1.35	-	1.20	1.57	0.076	0.153	11.16	1.672	0.672
6	4	1.42	1.40	-	1.36	1.51	0.034	0.069	4.87	-0.360	1.008
7	4	1.40	1.38	-	1.30	1.52	0.047	0.094	6.72	0.377	0.744
8	3	1.46	1.42	-	1.41	1.54	0.042	0.072	4.97	-	1.695
9	4	1.46	1.49	1.49	1.30	1.56	0.056	0.112	7.65	2.735	-1.457
10	4	1.54	1.52	-	1.46	1.68	0.048	0.095	6.18	2.838	1.532
11	4	1.55	1.55	1.55	1.52	1.57	0.010	0.021	1.33	1.785	-0.713
12	4	1.53	1.51	-	1.48	1.64	0.037	0.074	4.81	2.858	1.700

**2ª Medición.**

T.	N.	Media.	Med.	Moda.	Max.	Min.	Error.	D.T.	C.V.	C.C.	C.A.
1	3	1.0	1.14	-	1.21	1.01	0.078	0.156	13.43	-1.474	0.609
2	4	1.08	1.09	-	1.11	1.04	0.016	0.032	2.93	-1.700	-0.632
3	4	1.13	1.12	-	1.23	1.04	0.042	0.085	7.50	-2.103	0.368
4	3	1.06	1.08	-	1.06	1.02	0.091	0.183	15.91	3.380	1.811
5	3	1.17	1.23	-	1.33	1.06	0.112	0.225	17.69	-1.178	0.741
6	4	1.16	1.17	-	1.20	1.11	0.019	0.039	3.32	0.984	-1.002
7	4	1.19	1.17	-	1.27	1.15	0.028	0.056	4.68	3.577	1.872
8	3	1.15	1.20	-	1.23	1.05	0.100	0.201	16.20	1.849	1.200
9	4	1.35	1.34	1.32	1.40	1.32	0.019	0.038	2.84	-1.289	0.855
10	4	1.35	1.36	-	1.41	1.29	0.028	0.057	4.20	-4.115	-0.130
11	4	1.25	1.25	-	1.35	1.16	0.041	0.081	6.50	-0.949	0.151
12	4	1.31	1.31	-	1.39	1.25	0.032	0.064	4.91	-2.865	0.411

Al realizar el análisis estadístico se tuvieron que eliminar algunos datos de la concentración de nitrógeno en la parte aérea de determinados tratamientos, correspondientes a la segunda medición por ser erróneos.

**Resumen estadístico de la concentración de nitrógeno en el sistema radical.**

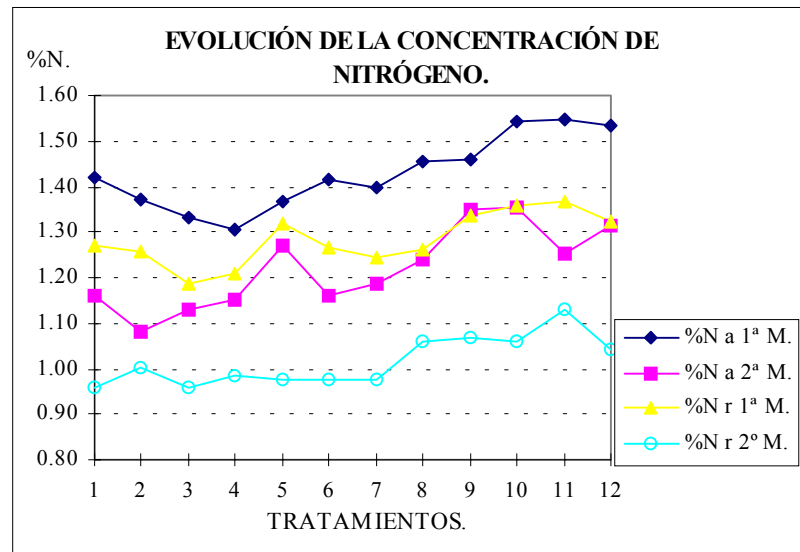
(% N (r).).

**1ª Medición.**

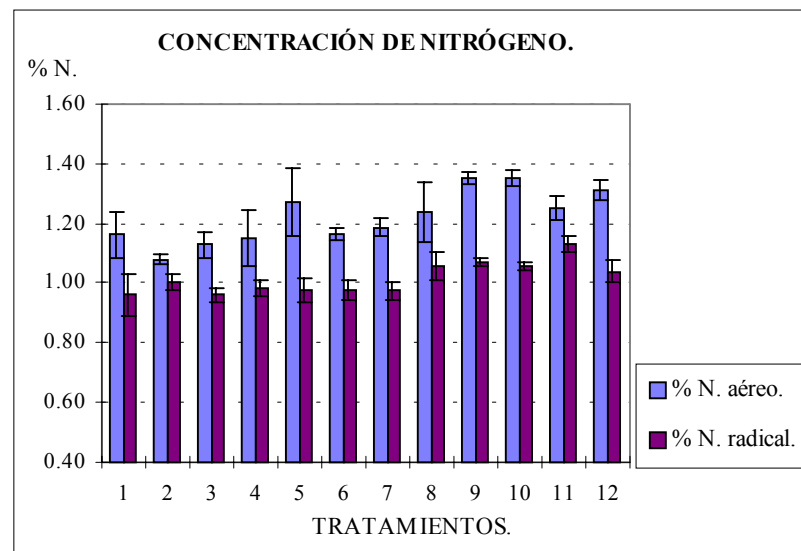
T.	N.	Media.	Med.	Moda.	Max.	Min.	Error.	D.T.	C.V.	C.C.	C.A.
1	4	1.27	1.23	-	1.12	1.51	0.084	0.169	13.29	2.329	1.402
2	4	1.26	1.23	-	1.21	1.36	0.035	0.070	5.62	3.735	1.920
3	4	1.19	1.18	-	1.15	1.24	0.019	0.039	3.27	2.356	1.377
4	4	1.21	1.19	-	1.14	1.31	0.040	0.079	6.57	-1.515	0.789
5	4	1.32	1.32	-	1.22	1.42	0.050	0.100	7.55	-5.121	0.000
6	4	1.27	1.29	-	1.17	1.32	0.034	0.068	5.40	1.829	-1.463
7	4	1.24	1.25	-	1.12	1.36	0.049	0.098	7.90	1.461	-0.152
8	3	1.26	1.25	-	1.19	1.34	0.044	0.075	5.99	-	0.586
9	4	1.34	1.34	-	1.21	1.45	0.049	0.098	7.38	1.347	-0.299
10	4	1.36	1.36	-	1.32	1.40	0.017	0.034	2.48	-0.161	0.000
11	4	1.37	1.37	-	1.34	1.39	0.011	0.022	1.62	-1.700	-0.482
12	4	1.33	1.33	-	1.28	1.37	0.018	0.037	2.79	1.139	0.000

**2ª Medición.**

T.	N.	Media.	Med.	Moda.	Max.	Min.	Error.	D.T.	C.V.	C.C.	C.A.
1	4	0.96	0.95	-	1.13	0.82	0.068	0.135	14.10	-1.144	0.508
2	4	1.00	1.00	-	1.07	0.95	0.025	0.050	4.98	1.738	0.862
3	4	0.96	0.97	-	1.01	0.90	0.023	0.045	4.74	1.500	-0.639
4	4	0.98	0.96	0.95	1.06	0.95	0.026	0.053	5.35	3.293	1.817
5	4	0.98	0.96	0.91	1.07	0.91	0.039	0.079	8.10	-3.321	0.475
6	4	0.98	0.95	0.94	1.08	0.94	0.034	0.068	7.01	3.901	1.972
7	4	0.98	0.97	-	1.06	0.91	0.031	0.062	6.41	1.863	0.920
8	4	1.06	1.02	-	1.20	0.99	0.049	0.097	9.21	2.932	1.723
9	4	1.07	1.08	1.09	1.09	1.03	0.014	0.028	2.64	1.500	-1.414
10	4	1.06	1.05	1.04	1.10	1.04	0.014	0.029	2.72	3.412	1.846
11	4	1.13	1.13	-	1.20	1.07	0.027	0.054	4.74	1.500	0.547
12	4	1.04	1.03	0.98	1.13	0.98	0.037	0.073	7.07	-2.944	0.544



*Gráfico n° 25:* Evolución de los valores medios de las concentraciones de nitrógeno, en la parte aérea, %N(a) y en el sistema radical, %N(r), por tratamiento aplicado, correspondientes a la primera y segunda medición realizadas.



*Gráfico n° 26:* Valores medios de las concentraciones de nitrógeno, en la parte aérea, %N(a) y en el sistema radical, %N(r), por tratamiento aplicado, correspondientes a la segunda medición realizada.

### **Resumen estadístico de la concentración de fósforo en la parte aérea.**

(% P (a) ).

**1ª Medición.**

T.	N.	Media.	Med.	Moda.	Max.	Min.	Error.	D.T.	R.I.C.	C.V.	C.C.	C.A.
1	4	0.16	0.15	0.12	0.12	0.22	0.024	0.048	0.088	30.39	-1.289	-1.414
2	4	0.48	0.49	-	0.11	0.84	0.192	0.383	0.695	79.84	-5.663	-0.200
3	4	0.34	0.22	-	0.18	0.72	0.129	0.259	0.420	77.17	3.695	-1.779
4	4	0.34	0.25	-	0.18	0.69	0.120	0.240	0.410	70.47	2.860	-1.469
5	4	0.42	0.39	-	0.10	0.79	0.172	0.345	0.638	82.54	-4.856	-0.487
6	4	0.29	0.19	-	0.14	0.65	0.120	0.241	0.385	83.09	3.849	-1.504
7	4	0.40	0.25	-	0.23	0.87	0.158	0.315	0.483	79.27	3.987	1.190
8	3	0.23	0.23	0.23	0.22	0.23	0.003	0.006	-	2.55	-	0.753
9	4	0.15	0.16	-	0.11	0.17	0.013	0.026	0.048	17.83	2.235	2.000
10	4	0.32	0.20	-	0.15	0.73	0.138	0.276	0.438	86.88	3.884	-1.414
11	4	0.38	0.29	-	0.25	0.70	0.107	0.214	0.034	56.32	3.880	-1.597
12	4	0.23	0.25	0.25	0.14	0.26	0.028	0.057	0.090	25.27	3.871	0.000

**2ª Medición.**

T.	N.	Media.	Med.	Moda.	Max.	Min.	Error.	D.T.	C.V.	C.C.	C.A.
1	4	0.15	0.16	0.16	0.16	0.13	0.007	0.014	9.43	1.500	-1.414
2	4	0.14	0.15	0.16	0.16	0.12	0.010	0.021	14.47	-4.858	-0.200
3	4	0.20	0.21	0.21	0.21	0.16	0.012	0.024	12.21	3.135	-1.779
4	4	0.19	0.20	-	0.22	0.13	0.020	0.040	21.50	2.031	-1.469
5	4	0.13	0.14	-	0.19	0.06	0.027	0.055	42.13	0.256	-0.487
6	4	0.13	0.15	-	0.17	0.07	0.022	0.043	32.83	2.646	-1.504
7	4	0.19	0.19	-	0.22	0.17	0.011	0.022	11.37	1.500	1.190
8	4	0.18	0.18	-	0.20	0.16	0.009	0.017	9.62	0.343	0.753
9	4	0.12	0.12	0.12	0.13	0.12	0.003	0.005	4.08	4.000	2.000
10	4	0.12	0.13	0.13	0.13	0.10	0.007	0.014	11.79	1.500	-1.414
11	4	0.18	0.19	-	0.20	0.13	0.016	0.031	17.77	2.704	-1.597
12	4	0.19	0.19	-	0.20	0.17	0.006	0.013	6.98	-1.200	0.000

**Resumen estadístico de la concentración de fósforo en el sistema radical.**

(% P (r) ).

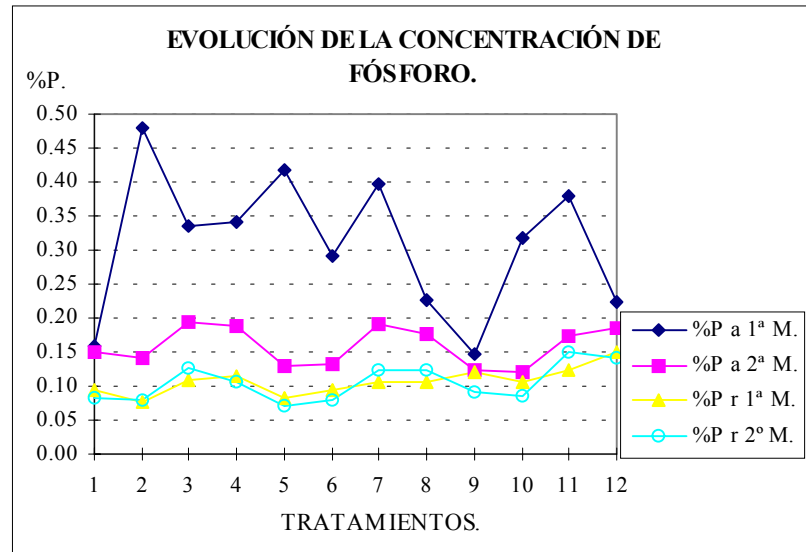
**1ª Medición.**

T.	N.	Media.	Med.	Moda.	Max.	Min.	Error.	D.T.	R.I.C.	C.V.	C.C.	C.A.
1	4	0.10	0.09	0.08	0.08	0.13	0.012	0.024	0.040	25.06	3.135	1.779
2	4	0.08	0.08	0.07	0.07	0.09	0.005	0.010	0.018	12.35	-1.289	0.855
3	4	0.11	0.11	0.12	0.09	0.12	0.008	0.015	0.028	13.95	-3.901	-0.370
4	4	0.12	0.13	-	0.07	0.14	0.016	0.031	0.055	27.04	2.704	-1.597
5	4	0.08	0.09	-	0.06	0.10	0.009	0.017	0.033	20.70	0.343	-0.753
6	4	0.10	0.09	0.08	0.08	0.12	0.010	0.019	0.035	20.16	-1.289	0.855
7	4	0.11	0.11	0.11	0.10	0.11	0.003	0.006	0.010	5.50	-6.000	0.000
8	3	0.11	0.10	0.10	0.10	0.12	0.007	0.012	-	10.83	-	1.732
9	4	0.12	0.11	0.10	0.10	0.17	0.017	0.034	0.055	28.05	3.576	1.887
10	4	0.11	0.11	0.11	0.08	0.12	0.009	0.017	0.030	16.50	2.889	-1.540
11	4	0.12	0.14	-	0.07	0.15	0.018	0.036	0.063	29.34	3.014	-1.696
12	4	0.15	0.14	0.14	0.12	0.20	0.017	0.035	0.060	23.09	2.889	1.540

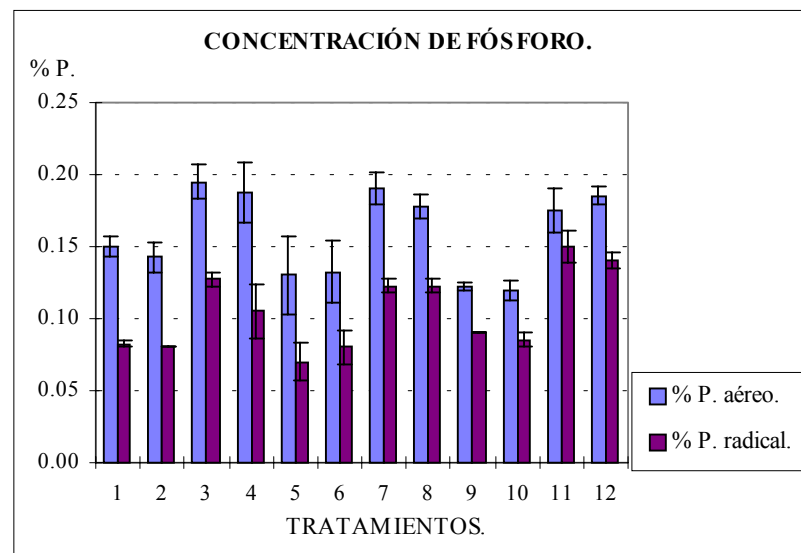
**2ª Medición.**

T.	N.	Media.	Med.	Moda.	Max.	Min.	Error.	D.T.	C.V.	C.C.	C.A.
1	4	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08	0.002	0.005	6.06	4.000	2.000
2	4	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.000	0.000	0.00	-	-
3	4	0.13	0.13	0.12	0.14	0.12	0.005	0.010	7.51	-1.289	0.855
4	4	0.11	0.12	0.13	0.13	0.05	0.019	0.038	36.06	2.615	-1.659
5	4	0.07	0.08	0.08	0.09	0.03	0.014	0.027	38.69	3.483	-1.813
6	4	0.08	0.09	0.1	0.10	0.05	0.012	0.024	30.62	-2.944	-0.544
7	4	0.12	0.13	0.13	0.13	0.11	0.005	0.010	7.82	-1.289	-0.855
8	4	0.12	0.13	0.13	0.13	0.11	0.005	0.010	7.82	-1.289	-0.855
9	4	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.000	0.000	0.00	-	-
10	4	0.09	0.09	0.09	0.09	0.07	0.005	0.010	11.76	4.000	-2.000
11	4	0.15	0.16	-	0.17	0.12	0.011	0.022	14.40	1.500	-1.190
12	4	0.14	0.14	0.13	0.15	0.13	0.006	0.012	8.25	-6.000	0.000





*Gráfico n° 27:* Evolución de los valores medios de las concentraciones de fósforo, en la parte aérea, %P(a) y en el sistema radical, %P(r), por tratamiento aplicado, correspondientes a la primera y segunda medición realizadas.



*Gráfico n° 28:* Valores medios de las concentraciones de fósforo, en la parte aérea, %P(a) y en el sistema radical, %P(r), por tratamiento aplicado, correspondientes a la segunda medición realizada.

### **Resumen estadístico de la concentración de potasio en el la parte aérea.**

( % K (a) ).

**1ª Medición.**

T.	N.	Media.	Med.	Moda.	Max.	Min.	Error.	D.T.	R.I.C.	C.V.	C.C.	C.A.
1	4	0.70	0.74	0.77	0.56	0.77	0.049	0.099	0.175	14.14	1.500	-1.414
2	4	0.49	0.47	0.22	0.22	0.80	0.157	0.313	0.560	63.97	-5.677	0.056
3	4	0.61	0.72	0.77	0.24	0.77	0.126	0.253	0.423	41.27	3.235	-1.803
4	4	0.63	0.73	-	0.23	0.82	0.136	0.272	0.475	43.57	2.578	-1.640
5	4	0.41	0.40	0.22	0.22	0.60	0.107	0.214	0.375	52.78	-5.956	0.008
6	4	0.58	0.66	-	0.19	0.79	0.132	0.264	0.460	45.98	3.042	-1.648
7	4	0.61	0.66	-	0.23	0.90	0.140	0.279	0.513	45.62	1.946	-0.974
8	3	0.70	0.72	-	0.58	0.80	0.064	0.111	-	15.91	-	-0.782
9	4	0.50	0.62	-	0.07	0.69	0.144	0.289	0.483	58.01	3.490	-1.855
10	4	0.58	0.69	-	0.19	0.77	0.133	0.266	0.448	45.58	3.451	-1.829
11	4	0.61	0.72	-	0.23	0.78	0.128	0.255	0.420	41.88	3.684	-1.899
12	4	0.70	0.70	-	0.62	0.77	0.031	0.062	0.118	8.87	1.020	-0.234

**2ª Medición.**

T.	N.	Media.	Med.	Moda.	Max.	Min.	Error.	D.T.	C.V.	C.C.	C.A.
1	4	0.56	0.58	-	0.62	0.47	0.033	0.067	11.93	0.056	-1.005
2	4	0.61	0.60	-	0.67	0.56	0.024	0.049	7.99	-0.946	0.688
3	4	0.61	0.60	-	0.69	0.56	0.029	0.057	9.37	1.500	1.285
4	4	0.69	0.70	-	0.75	0.62	0.032	0.065	9.39	-4.849	-0.162
5	4	0.58	0.54	0.48	0.77	0.48	0.068	0.137	23.60	0.778	1.264
6	4	0.61	0.59	-	0.72	0.55	0.038	0.075	12.34	3.144	1.688
7	4	0.60	0.62	-	0.65	0.50	0.036	0.072	12.16	-0.827	-0.940
8	4	0.60	0.58	0.58	0.73	0.50	0.048	0.096	16.07	2.120	1.045
9	4	0.54	0.56	-	0.60	0.44	0.034	0.068	12.74	2.538	-1.389
10	4	0.61	0.61	-	0.68	0.56	0.027	0.054	8.78	-1.714	0.574
11	4	0.55	0.55	-	0.60	0.49	0.024	0.048	8.74	-1.518	-0.239
12	4	0.62	0.61	-	0.72	0.53	0.041	0.081	13.18	0.051	0.631

**Resumen estadístico de la concentración de potasio en el sistema radical.**

(% K (r).).

**1ª Medición.**

T.	N.	Media.	Med.	Moda.	Max.	Min.	Error.	D.T.	R.I.C.	C.V.	C.C.	C.A.
1	4	0.08	0.09	-	0.06	0.10	0.009	0.017	0.033	20.70	0.343	-0.753
2	4	0.13	0.11	-	0.07	0.22	0.033	0.067	0.120	53.27	2.120	1.463
3	4	0.10	0.10	-	0.07	0.13	0.014	0.028	0.053	28.24	-3.033	0.323
4	4	0.11	0.09	0.08	0.08	0.17	0.022	0.044	0.070	41.51	3.751	1.932
5	4	0.10	0.09	0.07	0.07	0.17	0.024	0.047	0.083	46.02	1.980	1.517
6	4	0.09	0.08	0.08	0.06	0.12	0.013	0.025	0.045	29.61	2.227	1.129
7	4	0.09	0.09	-	0.07	0.10	0.006	0.013	0.025	15.19	-1.200	0.000
8	3	0.08	0.07	0.07	0.07	0.11	0.013	0.023	-	27.71	-	1.732
9	4	0.25	0.09	0.09	0.07	0.76	0.169	0.338	0.516	134.05	3.985	1.995
10	4	0.09	0.10	-	0.06	0.12	0.014	0.028	0.053	29.77	-3.033	-0.323
11	4	0.09	0.09	0.08	0.08	0.11	0.007	0.014	0.025	15.71	1.500	1.414
12	4	0.09	0.09	0.10	0.08	0.10	0.006	0.012	0.020	12.83	-6.000	0.000

**2ª Medición.**

T.	N.	Media.	Med.	Moda.	Max.	Min.	Error.	D.T.	C.V.	C.C.	C.A.
1	4	0.13	0.13	-	0.16	0.09	0.017	0.033	25.91	-3.869	-0.229
2	4	0.13	0.13	0.12	0.16	0.12	0.009	0.019	14.29	2.615	1.659
3	4	0.15	0.15	0.16	0.16	0.14	0.006	0.012	7.70	-6.000	0.000
4	4	0.15	0.16	-	0.17	0.11	0.013	0.026	17.83	2.235	-1.443
5	4	0.13	0.12	0.12	0.15	0.11	0.009	0.017	13.86	2.889	1.540
6	4	0.17	0.17	0.16	0.18	0.16	0.005	0.010	5.72	-1.289	0.855
7	4	0.15	0.15	0.15	0.16	0.14	0.004	0.008	5.44	1.500	0.000
8	4	0.14	0.13	-	0.21	0.11	0.023	0.046	32.09	3.380	1.811
9	4	0.15	0.16	-	0.19	0.11	0.017	0.033	21.67	1.166	-0.437
10	4	0.16	0.18	0.19	0.19	0.11	0.019	0.038	23.23	0.848	-1.278
11	4	0.18	0.18	0.19	0.19	0.16	0.007	0.015	8.45	-3.901	-0.370
12	4	0.18	0.19	-	0.21	0.15	0.012	0.025	13.70	0.928	-0.560