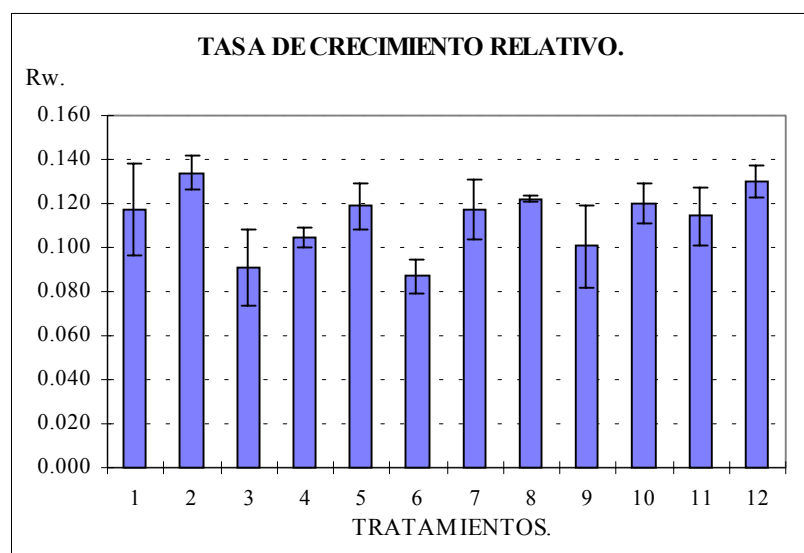


**Resumen estadístico de la Tasa de crecimiento relativo.** $(R_w)$ .

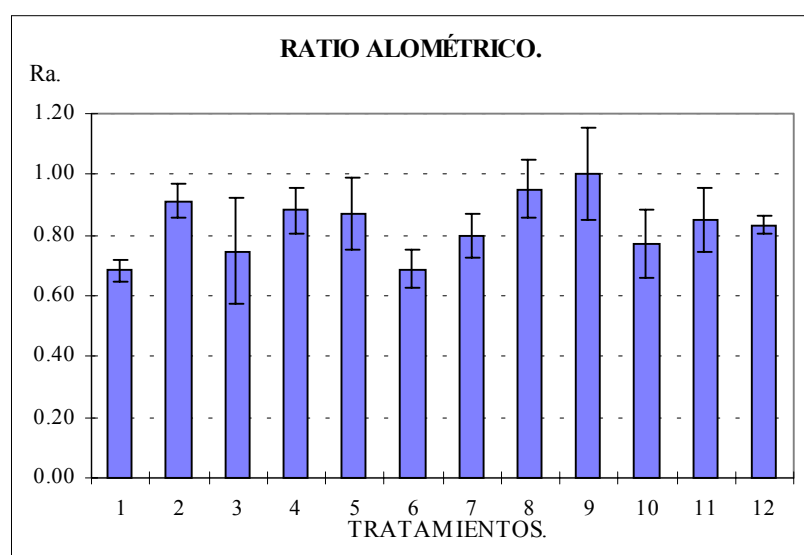
T.	N.	Media.	Med.	Moda.	Max.	Min.	Error.	D.T.	C.V.	C.C.	C.A.
1	4	0.117	0.119	-	0.165	0.066	0.021	0.042	35.84	-0.811	-0.213
2	4	0.134	0.132	-	0.152	0.120	0.008	0.016	11.91	-4.436	0.258
3	4	0.091	0.083	-	0.140	0.058	0.017	0.034	37.89	2.410	1.270
4	4	0.105	0.108	-	0.111	0.091	0.004	0.009	8.51	3.624	-1.868
5	4	0.119	0.116	-	0.146	0.098	0.010	0.021	17.51	-0.485	0.656
6	4	0.087	0.085	-	0.108	0.070	0.008	0.016	18.39	0.803	0.748
7	4	0.117	0.117	-	0.148	0.087	0.014	0.027	23.14	-2.634	0.026
8	3	0.122	0.114	-	0.200	0.100	0.015	0.026	22.81	-	0.132
9	4	0.101	0.090	-	0.154	0.069	0.019	0.037	37.16	2.279	1.475
10	4	0.120	0.117	-	0.146	0.102	0.009	0.018	15.23	2.110	1.097
11	4	0.114	0.111	-	0.149	0.086	0.013	0.027	23.49	-0.330	0.579
12	4	0.130	0.133	-	0.143	0.111	0.008	0.015	11.80	-2.106	-0.665



*Gráfico n° 20:* Valores medios, por tratamiento aplicado, de la tasa de crecimiento relativo.

**Resumen estadístico del ratio alométrico.**(R<sub>a</sub>).

T.	N.	Media.	Med.	Moda.	Max.	Min.	Error.	D.T.	C.V.	C.C.	C.A.
1	4	0.684	0.684	-	0.770	0.598	0.036	0.072	10.46	0.462	0.004
2	4	0.913	0.954	-	0.990	0.754	0.055	0.111	12.12	2.142	-1.551
3	4	0.747	0.667	-	1.237	0.417	0.174	0.347	46.51	2.418	1.277
4	4	0.881	0.901	-	1.030	0.692	0.075	0.150	17.05	-1.457	-0.568
5	4	0.871	0.823	-	1.193	0.644	0.116	0.232	26.66	1.901	1.124
6	4	0.688	0.708	-	0.817	0.518	0.064	0.127	18.52	0.627	-0.827
7	4	0.798	0.796	-	0.965	0.636	0.075	0.149	18.71	-3.128	0.059
8	3	0.951	0.930	-	1.100	0.800	0.096	0.166	17.46	-	0.565
9	4	1.005	0.949	-	1.414	0.709	0.152	0.303	30.16	0.685	0.941
10	4	0.772	0.739	-	1.064	0.546	0.110	0.220	28.49	0.659	0.789
11	4	0.852	0.832	-	1.104	0.641	0.107	0.214	25.10	-3.211	0.317
12	4	0.833	0.841	-	0.894	0.753	0.031	0.063	7.52	-1.394	-0.601



*Gráfico n° 21:* Valores medios, por tratamiento aplicado, del ratio alométrico.

## 1.2. ANÁLISIS DE LA VARIANZA

Una vez realizada la exploración estadística de las variables morfológicas y como paso previo al análisis de varianza de las variables correspondientes a la segunda medición, se comprobó que dichas variables cumplieran la hipótesis de homocedasticidad según el test de Levene ( $p > 0.05$ ).

En los casos en los que las condiciones del análisis de varianza no se cumplieron se realizaron las transformaciones necesarias: transformación inversa de la raíz cuadrada, de la relación peso seco de la parte aérea-peso seco del sistema radical (PSA/PSR). En el caso de las variables ( diámetro del cuello de la raíz, peso seco de la parte aérea, tasa de crecimiento relativo y ratio alométrico) que no fue posible transformar se les aplicó técnicas de estadística no paramétrica, aplicando el test de Kruskal-Wallis.

### \* Análisis de varianza de tres vías.

En el análisis de la varianza de tres vías realizado con las variables de morfología respecto de los tres factores, N,P,K, aportados, únicamente se obtuvieron diferencias significativas respecto de los diferentes niveles, del factor nitrógeno aportado, respecto de los otros dos factores no se obtuvieron diferencias significativas en ninguna de las variables.

Según los resultados de la ANOVA de tres vías se recogen en el anexo nº 5. :

Hay diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la longitud de la parte aérea y en el coeficiente de esbeltez, respecto del nitrógeno aportado, e interacciones entre el fósforo y el potasio aportados, gráficos nº 21 y 22.

En el peso seco total, y en las relaciones PSA/PSR, PSA/PST, PSR/PST, las diferencias en relación con el nitrógeno aportado son muy significativas, ( $p = 0.000$ ), en el peso seco del sistema radical y en el índice de Dickson las diferencias entre los distintos niveles de los factores no son significativas.

A continuación, en la tabla A, se presenta el test de comparación de medias de estas variables según Tuckey, excepto en el caso de la longitud de la parte aérea que se utilizó el test de comparación de medias de Scheffe al ser el tamaño de la muestra desigual.

FACTORES.	H.	PSR.	PST.	H/D.	PSA/PSR.	PSA/PST.	PSR/PST.	Q <sub>i</sub> .	
Nap	1	14.6 a	1.269 a	2.802 a	5.56 a	1.221 a	0.546 a	0.454 b	0.423 a
	2	15.0 a	1.274 a	2.872 a	5.53 a	1.281 a	0.556 a	0.444 b	0.438 a
	3	16.7 b	1.348 a	3.263 b	5.97 b	1.455 b	0.588 b	0.412 a	0.4503 a
Pap	1	15.4 a	1.270 a	1.323 a	5.56 a	1.323 a	0.564 a	0.436 a	0.439 a
	2	15.5 a	1.3240 a	1.315 a	5.81 a	1.315 a	0.563 a	0.437 a	0.436 a
Kap	1	15.3 a	1.302 a	1.307 a	5.58 a	1.307 a	0.560 a	0.440 a	0.445 a
	2	15.5 a	1.291 a	1.331 a	5.79 a	1.331 a	0.567 a	0.433 a	0.429 a

*Tabla A* : Test de comparación de medias de la longitud de la parte aérea, peso seco del sistema radical, peso seco total, coeficiente de esbeltez, relación altura-diámetro, relación peso seco de la parte aérea-peso seco del sistema radical, relación peso seco de la parte aérea-peso seco total, relación peso seco del sistema radical-peso seco total, e índice de calidad de Dickson, respecto de los nutrientes aportados, según Tuckey (  $P < 0.05$  ), excepto en el caso de la longitud de la parte aérea en la que se utilizó el de Scheffe (  $P < 0.05$  ). Letras distintas indican diferencias significativas; P = nivel de significación; H = longitud de la parte aérea en cm.; PSR = peso seco del sistema radical en g.; H/D = coeficiente de esbeltez, relación altura-diámetro; PSA/PSR = relación peso seco de la parte aérea-peso seco del sistema radical; PSA/PST = relación peso seco de la parte aérea-peso seco total; PSR/PST. = relación peso seco del sistema radical-peso seco total; Q<sub>i</sub> = índice de calidad de Dickson.

En cuanto al diámetro del cuello de la raíz y al peso seco de la parte aérea se les aplicó el test de Kruskal-Wallis, y al igual que en las otras variables se obtuvieron diferencias significativas  $p < 0.05$  en relación a los distintos niveles de nitrógeno aportado. En la tabla B, se presentan estas diferencias.

FACTORES.	D.	PSA.	
N.	1	2.59 a	1.533 a
	2	2.70 ab	1.597 a
	3	2.80 b	1.915 b
P.	1	2.71 a	1.655 a
	2	2.69 a	1.708 a
K.	1	2.72 a	1.672 a
	2	2.67 a	1.692 a

*Tabla B*: Letras distintas indican diferencias significativas; D= diámetro del cuello de la raíz, en cm.; PSA= peso seco de la parte aérea, en g..

En el caso de la tasa de crecimiento relativo y del ratio alométrico aplicando el test de Kruskal-Wallis, no se obtuvieron diferencias significativas en relación con ninguno de los factores.

En todas las variables morfológicas, los mayores valores de estas variables coinciden con el nivel más alto de nitrógeno aportado, aunque no haya diferencias significativas, excepto en el caso de la relación PSR/PST, que ocurre lo contrario, el valor más alto de este índice coincide con el nivel más bajo de nitrógeno aportado.

\* Análisis de varianza de una vía.

Los resultados del análisis de varianza realizado para ver si había diferencias significativas en las variables morfológicas en relación a los distintos tratamientos se recogen en el anexo nº 5

Según los resultados del análisis, existen diferencias muy significativas en relación con los distintos tratamientos  $p = 0.000$  en las variables: longitud de la parte aérea, coeficiente de esbeltez, relación peso seco de la parte aérea-peso seco del sistema radical, relación peso seco de la parte aérea- peso seco total, relación peso seco del sistema radical-peso seco total.

Al igual que en el caso del análisis de varianza de tres vías no se encontraron diferencias significativas en las variables: peso seco del sistema radical, e índice de Dickson.

A continuación se presenta el test de comparación de medias de estas variables según Tuckey, excepto en el caso de la altura que se utilizó el test de comparación de medias de Scheffé al ser el tamaño de la muestra desigual.

T.	H.	H/D.	PSR.	PST.	PSA/PSR.	PSA/PST.	PSR/PST.	Qi.
1	13.7 a	5.17 a	1.228 a	2.615 a	1.148 a	0.530 a	0.470 c	0.427 a
2	15.1 ab	5.45 ab	1.321 a	3.029 abc	1.292 abc	0.561 abc	0.439 abc	0.459 a
3	14.4 a	5.50 ab	1.295 a	2.786 ab	1.174 ab	0.536 ab	0.464 bc	0.424 a
4	15.3 ab	6.09 ab	1.232 a	2.779 ab	1.270 abc	0.557 abc	0.443 abc	0.383 a
5	15.5 ab	5.46 ab	1.274 a	2.878 abc	1.286 abc	0.555 abc	0.445 abc	0.438 a
6	14.2 a	5.30 ab	1.219 a	2.742 ab	1.263 abc	0.556 abc	0.444 abc	0.440 a
7	14.4 a	5.38 ab	1.368 a	3.051 abc	1.271 abc	0.556 abc	0.448 abc	0.480 a
8	16.0 ab	6.05 ab	1.237 a	2.816 ab	1.303 abc	0.559 abc	0.441 abc	0.394 a
9	18.4 b	6.36 b	1.281 a	3.222 abc	1.539 c	0.602 c	0.398 a	0.426 a
10	15.4 ab	5.68 ab	1.297 a	3.067 abc	1.409 cb	0.580 bc	0.420 ab	0.442 a
11	15.8 ab	5.59 ab	1.370 a	3.293 bc	1.423 cb	0.582 bc	0.418 ab	0.475 a
12	14.5 ab	6.26 ab	1.443 a	3.486 c	1.427 c	0.587 c	0.413 a	0.458 a

*Tabla C*: Test de comparación de medias de la longitud de la parte aérea, peso seco del sistema radical, peso seco total, coeficiente de esbeltez, relación altura-diámetro, relación peso seco de la parte aérea-peso seco del sistema radical, relación peso seco de la parte aérea-peso seco total, relación peso seco del sistema radical-peso seco total, e índice de calidad de Dickson, respecto de los tratamientos aplicados, según Tuckey (  $P < 0.05$  ), excepto en el caso de la longitud de la parte aérea en la que se utilizó el de Scheffe (  $P < 0.05$  ). Letras distintas indican diferencias significativas; P = nivel de significación; H = longitud de la parte aérea en cm.; PSR = peso seco del sistema radical en g.; H/D = coeficiente de esbeltez, relación altura-diámetro; PSA/PSR = relación peso seco de la parte aérea-peso seco del sistema radical; PSA/PST = relación peso seco de la parte aérea-peso seco total; PSR/PST = relación peso seco del sistema radical-peso seco total; Qi = índice de calidad de Dickson.

En el caso de las variables: diámetro del cuello de la raíz, peso seco aéreo, tasa de crecimiento relativo y ratio alométrico, en lugar del análisis de la varianza de una vía al no cumplir estas variables con las hipótesis necesarias, se les aplicó el test de Kruskal-Wallis para ver si había diferencias entre tratamientos. Según los resultados de dicho test existen diferencias significativas en el diámetro del cuello de la raíz y en el peso seco de la parte aérea, respecto de los distintos tratamientos, no habiendo diferencias significativas, al igual que en el análisis de varianza de tres vías, en la tasa de crecimiento relativo ni en el ratio alométrico.

A continuación se presentan las diferencias significativas entre tratamientos de del diámetro del cuello de la raíz y del peso seco de la parte aérea.

D.	T.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2.50	1					*				*		*	*
2.68	2											*	
2.61	3											*	*
2.51	4					*				*	*	*	*
2.78	5												
2.76	6	*			*				*				
2.69	7											*	
2.53	8											*	*
2.76	9	*			*								
2.71	10				*								
2.92	11	*	*	*	*			*	*				
2.81	12	*		*	*				*				

Tabla D: Las diferencias significativas entre tratamientos de la variable diámetro del cuello de la raíz están representadas con el símbolo (\*)

PSA.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.387	1		*					*		*	*	*	*
1.708	2			*									*
1.490	3									*	*	*	*
1.547	4									*		*	*
1.604	5									*		*	*
1.523	6									*	*	*	*
1.684	7									*		*	*
1.579	8									*		*	*
1.941	9	*		*	*	*	*	*	*				
1.770	10	*		*			*						
1.923	11	*		*	*	*	*	*					
2.026	12	*	*	*	*	*	*	*	*	*			

Tabla D: Las diferencias significativas entre tratamientos de la variable peso seco de la parte aérea están representadas con el símbolo (\*)

A continuación se representan la interacciones, anteriormente mencionadas, en las variables longitud de la parte aérea, peso seco de la parte aérea y coeficiente de esbeltez.

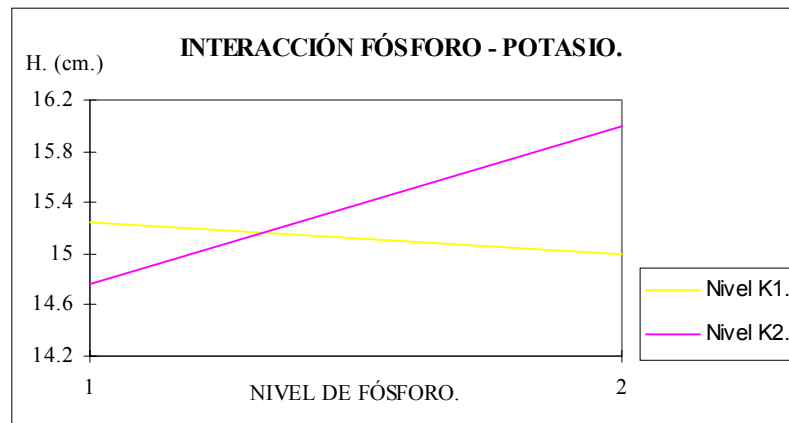


Gráfico n° 22: Interacción entre los factores fósforo y potasio, aportados, respecto de la variable longitud de la parte aérea, (H).

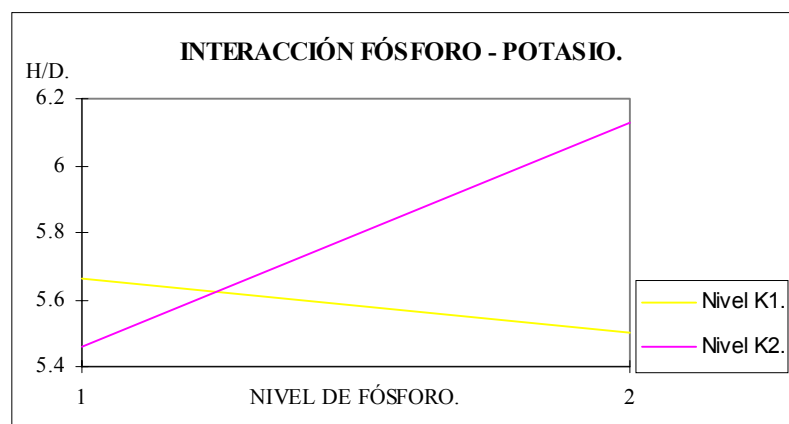


Gráfico n° 23: Interacción entre los factores fósforo y potasio, aportados, respecto de la variable coeficiente de esbeltez, (H/D).

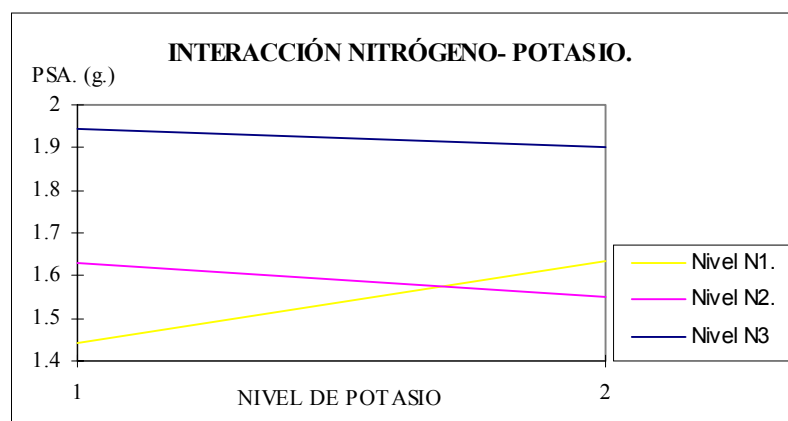


Gráfico n° 23: Interacción entre los factores fósforo y potasio, aportados, respecto de la variable peso seco de la parte aérea, (PSA).



### 1.3. DISCUSIÓN.

Tras realizar el análisis estadístico de las variables morfológicas se puede decir lo siguiente:

El tratamiento con mayor longitud de la parte aérea es el tratamiento nueve, el de menor es el tratamiento uno, en cuanto a la evolución de esta variable se puede decir que durante el comienzo y por no estar todavía la planta formada del todo, en la primera medición, hay mayores diferencias entre tratamientos que en la segunda.

En cuanto al diámetro del cuello de la raíz, el tratamiento once es el que presenta el mayor valor y los tratamientos uno, cuatro y ocho, los que menor valor del diámetro presenta, en el caso de esta variable hay una mayor variación entre la primera y la segunda medición, no siguen una tendencia parecida, sino que presentan mayores diferencias, el tratamiento cuatro pasa de ser el de mayor valor, en la primera medición, a ser el que menor valor presenta en la segunda.

Al relacionar estas dos variables, utilizando el coeficiente de esbeltez, que nos permite tener una estimación de la resistencia mecánico de la planta, comprobamos que el tratamiento nueve es el que mayor índice presenta y el tratamiento uno el que menor. La evolución de este índice es un tanto compleja y no podemos apreciar una tendencia clara, seguida por las dos mediciones, hay mucha variación en cuanto a las diferencias entre los tratamientos.

En cambio si vemos las variables: peso seco de la parte aérea, peso seco del sistema radical y el peso seco total, podemos ver como la primera y segunda medición, tienen más o menos el mismo comportamiento en cuanto a los tratamientos aplicados, difiriendo un poco mas en el caso del peso seco del sistema radical y el peso seco total. En las variables peso seco de la parte aérea y peso seco del sistema radical, coinciden los tratamiento que presentan el valor más alto, de dichas variable, siendo los tratamientos nueve, once y doce los que presenta los valores más altos, en el caso del peso seco total el tratamiento doce es el que presenta el valor más alto, el tratamiento con un valor más bajo de estas variables, es el tratamiento uno, el que menores concentraciones, de los nutrientes aportados, tiene.

Respecto de los índices que relacionan estas tres variables, podemos decir que: el tratamiento uno es el que menor valor de los índices PSA/PSR y PSA/PST, pero es el que

mayor valor de PSR/PST presenta, siendo este tratamiento el que mayor porcentaje de sistema radical presenta; el tratamiento nueve es el que tiene los mayores valores de PSA/PST y PSA/PSR, siendo también el que menor porcentaje de sistema radical presenta, menor valor de PSR/PST.

En cuanto a los índices de calidad de Dickson, la tasa de crecimiento relativo y el ratio alométrico podemos decir que las diferencias entre los valores de los distintos tratamientos no son muy grandes.

Los tratamientos con mayor nivel de nitrógeno son los que presentan mayor desarrollo de la parte aérea, presentan mayor longitud de la parte aérea, mayor diámetro del cuello de la raíz, mayor valor de la relación altura-diámetro, mayor peso seco de la parte aérea y mayor peso seco total, con lo que también presentan mayores valores de los índices PSA/PSR y PSA/PST, ocurriendo lo contrario en el caso del peso seco del sistema radical y el índice PSR/PST. Esto también lo comprobamos al realizar el análisis de varianza respecto de los distintos niveles de los nutrientes aportados.

Además de lo anteriormente dicho de cada una de las variables e índices y tras realizar el análisis de varianza respecto de los nutrientes aportados y respecto del tratamiento hay que tener en cuenta que:

En la variable, longitud de la parte aérea, además de haber diferencias significativas respecto del nitrógeno aportado y respecto del tratamiento, hay una interacción entre los factores fósforo aportado y potasio aportado, gráfico n° 21, de forma que dosis altas de fósforo y dosis altas de potasio conducen a plantas con mayor longitud de la parte aérea.

En el diámetro del cuello de la raíz se aprecian diferencias significativas en cuanto a los factores, nitrógeno aportado y tratamiento aplicado y aunque no aparecen diferencias significativas en cuanto al fósforo y al potasio aportados, se puede decir que hay una tendencia en la cual a mayores dosis de estos, mayores diámetros.

Al igual que con la longitud de la parte aérea en el coeficiente de esbeltez aparece una interacción entre el fósforo y el potasio aportados, gráfico n° 22, a mayores niveles de fósforo y potasio aportados se obtienen mayores coeficientes de esbeltez en las plantas, respecto de estos dos factores no hay diferencias significativas en este índice.

En cuanto al peso seco de la parte aérea, a las diferencias significativas respecto del

factor nitrógeno aportado y respecto del tratamiento aplicado, hay que añadir la interacción entre los factores fósforo y potasio aportados, gráfico nº 23, que pone en entredicho la significación de los factores, los valores mas altos del peso seco de la parte aérea, corresponden al nivel más alto de nitrógeno con los dos niveles de potasio, y el menor peso seco de la parte aérea corresponde a los niveles más bajos de nitrógeno y potasio.

En el peso seco del sistema radical como ya se dijo anteriormente no hay diferencias significativas respecto de ninguno de los nutrientes aportados aunque si en el caso de los tratamientos aplicados, pero al contrario que en resto de las variables al aumentar la dosis de nitrógeno aportado disminuye el valor de esta variable, ocurriendo lo mismo en el caso del índice PSR/PST.

En el índice de calidad de Dickson no existen diferencias significativas respecto de los tres factores, nitrógeno, fósforo y potasio aportados, ni interacciones entre los mismos, tampoco existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos aplicados, siendo todos los tratamiento equilibrados respecto de este índice.

Tampoco aparecen diferencias significativas respecto de los nutrientes aportados, ni respecto del tratamiento, en el ratio alométrico y en la tasa de crecimiento relativo, con lo cual los distintos tratamientos aplicados no influyen en el ritmo de crecimiento de las plantas, todos los tratamientos crecen al mismo ritmo.