

4.2.3.- Estudio comparativo de las diferencias del contenido en nutrientes de *Pinus halepensis* Mill. vs. *Pinus nigra* Arn.

4.2.3.1.- Estudio comparativo del contenido en nutrientes de las partes aéreas.

➤ **Nitrógeno:** concentración de N en % y contenido de N en mg/planta.

Análisis de la Varianza de una vía:

En la siguiente tabla aparecen los resultados de la ANOVAS de una vía para la variable *concentración de nitrógeno* con respecto a la *especie* para comprobar si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en las sucesivas extracciones.

Ext.	D.S.	Nitrógeno (%)				Nitrógeno (mg/planta)		
		<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.	N.S.	<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.
26-02-98	0	6.180	7.190	-14.05	-	1.439	1.604	-10.28
28-04-98	61	3.050	2.890	5.24	-	1.055	0.947	10.23
13-06-98	106	1.943	1.565	19.45	0.0020	1.933	2.528	-23.53
13-07-98	136	1.963	1.540	21.55	0.0000	5.271	5.948	-11.38
13-08-98	166	1.608	1.293	19.59	0.0070	7.081	6.879	2.85
13-09-98	196	1.375	1.300	5.45	0.5240	9.723	9.849	-1.27
13-10-98	226	1.400	1.350	3.57	0.6200	15.184	13.686	9.86

Tabla 63: Análisis de la varianza de una vía de la variable *concentración de nitrógeno* con respecto a la *especie*, de las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn., en las sucesivas extracciones del ensayo. P = nivel de significación. Los valores con $p < 0.05$, indica diferencias significativas (valores de la media sombreados en gris). En los casos en los que no se consiguió la homogeneidad de varianzas mediante las transformaciones necesarias se usó Estadística no paramétrica, valores marcados en azul. Se incluyen los datos del contenido de nitrógeno en mg/planta. D.S.= días desde el semillado. Dif.= diferencia en % entre las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. N.S.= nivel de significación.

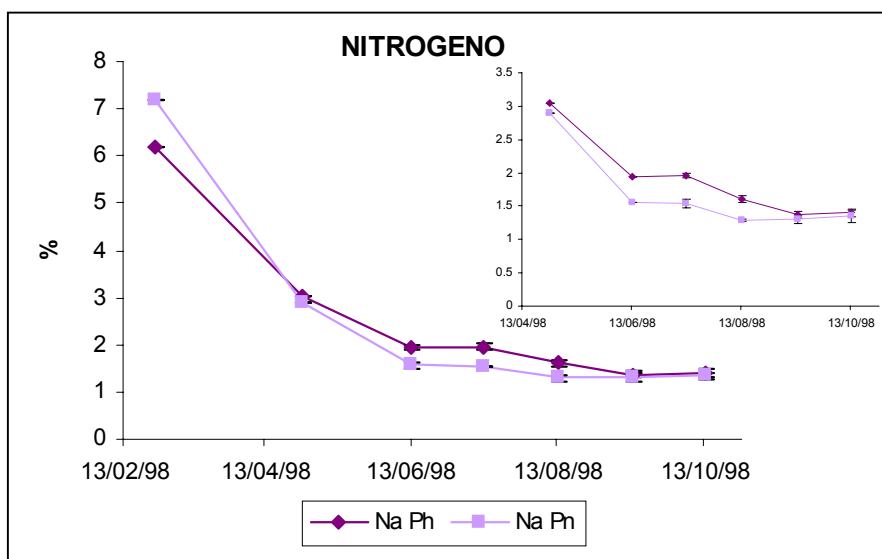


Gráfico 61: Evolución de la concentración de nitrógeno entre partes aéreas en *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. Detalle de la evolución del contenido de nitrógeno entre partes aéreas, excepto el contenido en nitrógeno de las semillas.



- **Fósforo:** concentración de P en % y contenido de P en mg/planta.

Análisis de la Varianza de una vía:

En la siguiente tabla aparecen los resultados de la ANOVAS de una vía para la variable *concentración de fósforo* con respecto a la *especie* para comprobar si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en las sucesivas extracciones.

Ext.	D.S.	Fósforo (%)				Fósforo (mg/planta)		
		<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.	N.S.	<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.
26-02-98	0	0.140	0.120	14.29	-	0.032	0.026	18.75
28-04-98	61	0.160	0.110	31.25	-	0.345	0.036	89.56
13-06-98	106	0.070	0.068	2.86	0.7050	0.069	0.108	-36.11
13-07-98	136	0.065	0.063	3.08	0.5370	0.174	0.241	-27.80
13-08-98	166	0.058	0.055	5.17	0.5370	0.252	0.294	-14.28
13-09-98	196	0.058	0.053	8.62	0.6930	0.412	0.397	3.64
13-10-98	226	0.075	0.067	10.66	0.5357	0.809	0.682	15.69

Tabla 64: Análisis de la varianza de una vía de la variable *concentración de fósforo* con respecto a la *especie*, de las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn., en las sucesivas extracciones del ensayo. P = nivel de significación. Los valores con $p < 0.05$, indica diferencias significativas (valores de la media sombreados en gris). En los casos en los que no se consiguió la homogeneidad de varianzas mediante las transformaciones necesarias se usó Estadística no paramétrica, valores marcados en azul. Se incluyen los datos del contenido de fósforo en mg/planta. D.S.= días desde el semillado. Dif.= diferencia en % entre las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. N.S.= nivel de significación.

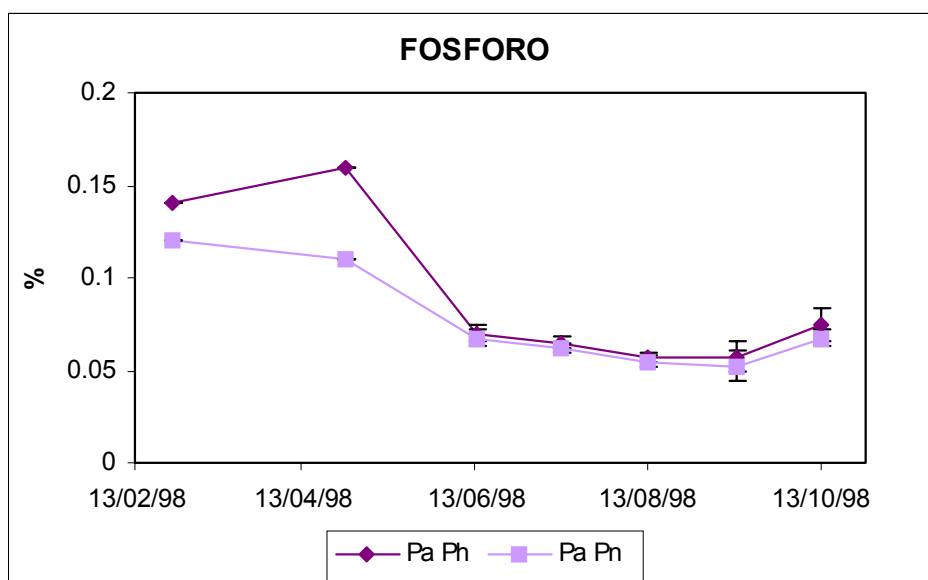


Gráfico 62: Evolución de la concentración de fósforo entre partes aéreas en *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.



- **Potasio:** concentración de K en % y contenido de K en mg/planta.

Análisis de la Varianza de una vía:

En la siguiente tabla aparecen los resultados de la ANOVAS de una vía para la variable *concentración de potasio* con respecto a la *especie* para comprobar si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en las sucesivas extracciones.

Ext.	D.S.	Potasio (%)				Potasio (mg/planta)		
		<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.	N.S.	<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.
26-02-98	0	0.780	0.830	-6.02	-	0.181	0.185	-2.16
28-04-98	61	0.500	0.480	4.00	-	0.173	0.157	9.24
13-06-98	106	0.653	0.618	5.36	0.5100	0.647	0.999	-35.23
13-07-98	136	0.720	0.825	-12.73	0.0000	1.933	3.187	-39.34
13-08-98	166	0.490	0.883	-44.51	0.0010	2.122	4.705	-54.89
13-09-98	196	0.525	0.850	-38.24	0.0010	3.730	6.456	-42.22
13-10-98	226	0.400	0.650	-38.46	0.1080	4.303	6.512	-33.92

Tabla 65: Análisis de la varianza de una vía de la variable *concentración de potasio* con respecto a la *especie*, de las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn., en las sucesivas extracciones del ensayo. P = nivel de significación. Los valores con $p < 0.05$, indica diferencias significativas (valores de la media sombreados en gris). En los casos en los que no se consiguió la homogeneidad de varianzas mediante las transformaciones necesarias se usó Estadística no paramétrica, valores marcados en azul. Se incluyen los datos del contenido de potasio en mg/planta. D.S.= días desde el semillado. Dif.= diferencia en % entre las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. N.S.= nivel de significación.

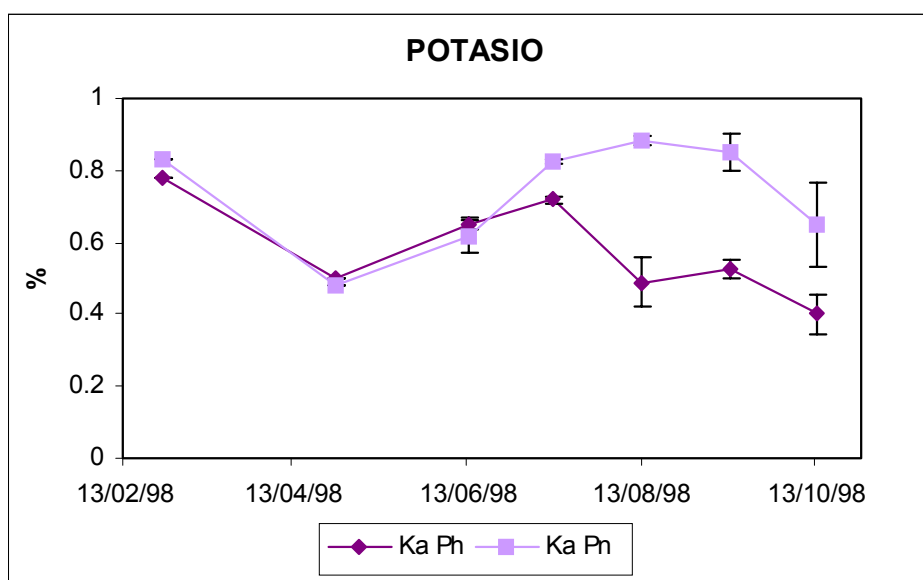


Gráfico 63: Evolución de la concentración de potasio entre partes aéreas en *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.

➤ **Calcio:** concentración de Ca en % y contenido de Ca en mg/planta.

Análisis de la Varianza de una vía:

En la siguiente tabla aparecen los resultados de la ANOVAS de una vía para la variable *concentración de calcio* con respecto a la *especie* para comprobar si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en las sucesivas extracciones.

Ext.	D.S.	Calcio (%)				Calcio (mg/planta)		
		<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.	N.S.	<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.
26-02-98	0	0.040	0.040	0.00	-	0.009	0.008	11.11
28-04-98	61	0.110	0.200	-45.00	-	0.038	0.065	-41.53
13-06-98	106	0.185	0.225	-17.18	0.0400	0.182	0.413	-55.93
13-07-98	136	0.320	0.292	8.75	0.2975	0.858	1.130	-24.07
13-08-98	166	0.538	0.555	-3.06	0.8150	2.333	2.973	-21.52
13-09-98	196	0.550	0.575	-4.35	0.5370	3.929	4.378	-10.27
13-10-98	226	0.950	0.725	23.68	0.7674	10.718	7.404	30.91

Tabla 66: Análisis de la varianza de una vía de la variable *concentración de calcio* con respecto a la *especie*, de las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn., en las sucesivas extracciones del ensayo. P = nivel de significación. Los valores con $p < 0.05$, indica diferencias significativas (valores de la media sombreados en gris). En los casos en los que no se consiguió la homogeneidad de varianzas mediante las transformaciones necesarias se usó Estadística no paramétrica, valores marcados en azul. Se incluyen los datos del contenido de calcio en mg/planta. D.S.= días desde el semillado. Dif.= diferencia en % entre las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. N.S.= nivel de significación.

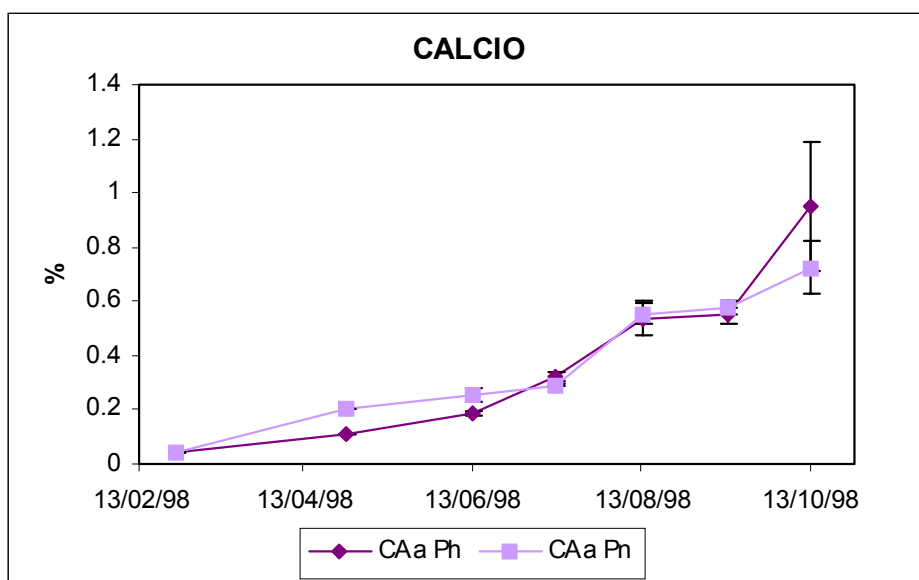


Gráfico 64: Evolución de la concentración de calcio entre partes aéreas en *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.



➤ **Magnesio:** concentración de Mg en % y contenido de Mg en mg/planta.

Análisis de la Varianza de una vía:

En la siguiente tabla aparecen los resultados de la ANOVAS de una vía para la variable *concentración de magnesio* con respecto a la *especie* para comprobar si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en las sucesivas extracciones.

Ext.	D.S.	Magnesio (%)				Magnesio (mg/planta)		
		<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.	N.S.	<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.
26-02-98	0	0.460	0.420	8.70	-	0.107	0.093	13.08
28-04-98	61	0.180	0.230	-21.74	-	0.062	0.075	-17.33
13-06-98	106	0.158	0.155	1.90	0.8980	0.155	0.249	-37.75
13-07-98	136	0.202	0.182	9.90	0.2338	0.546	0.705	-22.55
13-08-98	166	0.290	0.240	17.24	0.0080	1.271	1.284	-1.01
13-09-98	196	0.275	0.225	18.18	0.2070	1.965	1.708	13.07
13-10-98	226	0.275	0.225	18.18	0.2070	3.025	2.274	24.82

Tabla 67: Análisis de la varianza de una vía de la variable *concentración de magnesio* con respecto a la *especie*, de las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn., en las sucesivas extracciones del ensayo. P = nivel de significación. Los valores con $p < 0.05$, indica diferencias significativas (valores de la media sombreados en gris). En los casos en los que no se consiguió la homogeneidad de varianzas mediante las transformaciones necesarias se usó Estadística no paramétrica, valores marcados en azul. Se incluyen los datos del contenido de magnesio en mg/planta. D.S.= días desde el semillado. Dif.= diferencia en % entre las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. N.S.= nivel de significación.

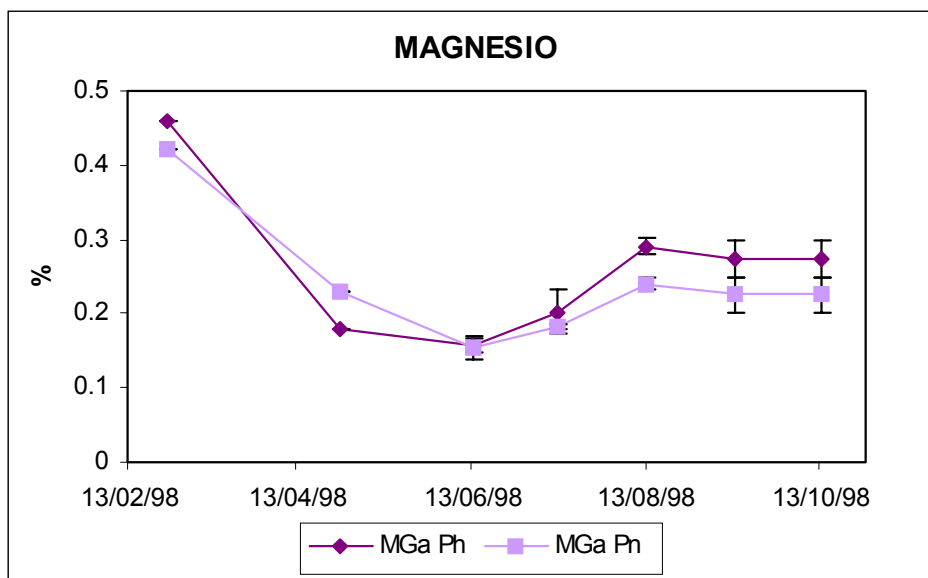


Gráfico 65: Evolución de la concentración de magnesio entre partes aéreas en *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.

4.2.3.2.- Estudio comparativo del contenido en nutrientes de las partes radicales.

➤ **Nitrógeno:** concentración de N en % y contenido de N en mg/planta.

Análisis de la Varianza de una vía:

En la siguiente tabla aparecen los resultados de la ANOVAS de una vía para la variable *concentración de nitrógeno* con respecto a la *especie* para comprobar si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en las sucesivas extracciones.

Ext.	D.S.	Nitrógeno (%)				Nitrógeno (mg/planta)		
		<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.	N.S.	<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.
26-02-98	0	6.180	7.190	-14.05	-	1.439	1.604	-10.28
28-04-98	61	3.050	2.890	5.24	-	1.055	0.947	10.23
13-06-98	106	1.428	1.398	2.10	0.5990	1.257	1.349	-6.81
13-07-98	136	1.625	1.350	16.92	0.0010	3.244	3.227	0.52
13-08-98	166	1.400	1.150	17.86	0.0010	8.055	4.335	46.18
13-09-98	196	1.075	1.025	4.65	0.4880	5.638	6.239	-9.63
13-10-98	226	1.000	1.225	-18.37	0.1950	7.031	10.08	-30.24

Tabla 68: Análisis de la varianza de una vía de la variable *concentración de nitrógeno* con respecto a la *especie*, de las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn., en las sucesivas extracciones del ensayo. P = nivel de significación. Los valores con $p < 0.05$, indica diferencias significativas (valores de la media sombreados en gris). En los casos en los que no se consiguió la homogeneidad de varianzas mediante las transformaciones necesarias se usó Estadística no paramétrica, valores marcados en azul. Se incluyen los datos del contenido de nitrógeno en mg/planta. D.S.= días desde el semillado. Dif.= diferencia en % entre las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. N.S.= nivel de significación.

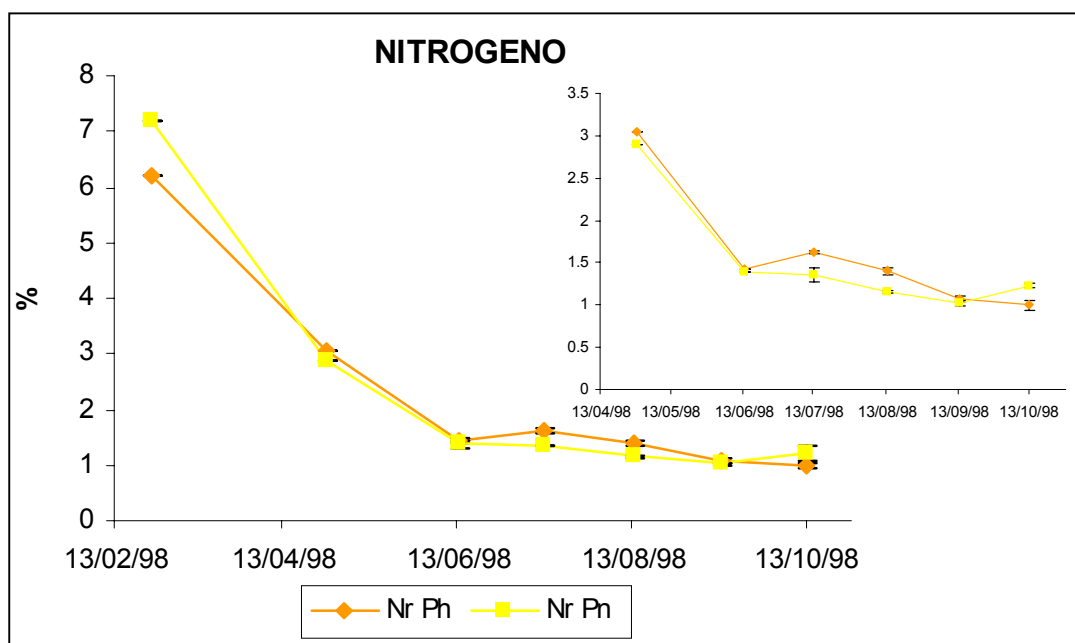


Gráfico 66: Evolución de la concentración de nitrógeno entre partes radicales en *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. Detalle de la evolución del contenido de nitrógeno entre partes radicales, excepto el contenido en nitrógeno de las semillas.

➤ **Fósforo:** concentración de P en % y contenido de P en mg/planta.

Análisis de la Varianza de una vía:

En la siguiente tabla aparecen los resultados de la ANOVAS de una vía para la variable *concentración de fósforo* con respecto a la *especie* para comprobar si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en las sucesivas extracciones.

Ext.	D.S.	Fósforo (%)				Fósforo (mg/planta)		
		<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.	N.S.	<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.
26-02-98	0	0.140	0.120	14.29	-	0.032	0.026	18.75
28-04-98	61	0.160	0.110	31.25	-	0.345	0.036	89.56
13-06-98	106	0.073	0.070	4.11	0.6200	0.061	0.067	-8.95
13-07-98	136	0.063	0.060	4.76	0.3560	0.124	0.143	-13.28
13-08-98	166	0.055	0.050	9.09	0.1340	0.172	0.187	-8.02
13-09-98	196	0.050	0.035	30.00	0.0240	0.264	0.213	19.31
13-10-98	226	0.075	0.052	30.66	0.1215	0.515	0.429	16.69

Tabla 69: Análisis de la varianza de una vía de la variable *concentración de fósforo* con respecto a la *especie*, de las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn., en las sucesivas extracciones del ensayo. P = nivel de significación. Los valores con $p < 0.05$, indica diferencias significativas (valores de la media sombreados en gris). En los casos en los que no se consiguió la homogeneidad de varianzas mediante las transformaciones necesarias se usó Estadística no paramétrica, valores marcados en azul. Se incluyen los datos del contenido de fósforo en mg/planta. D.S.= días desde el semillado. Dif.= diferencia en % entre las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. N.S.= nivel de significación.

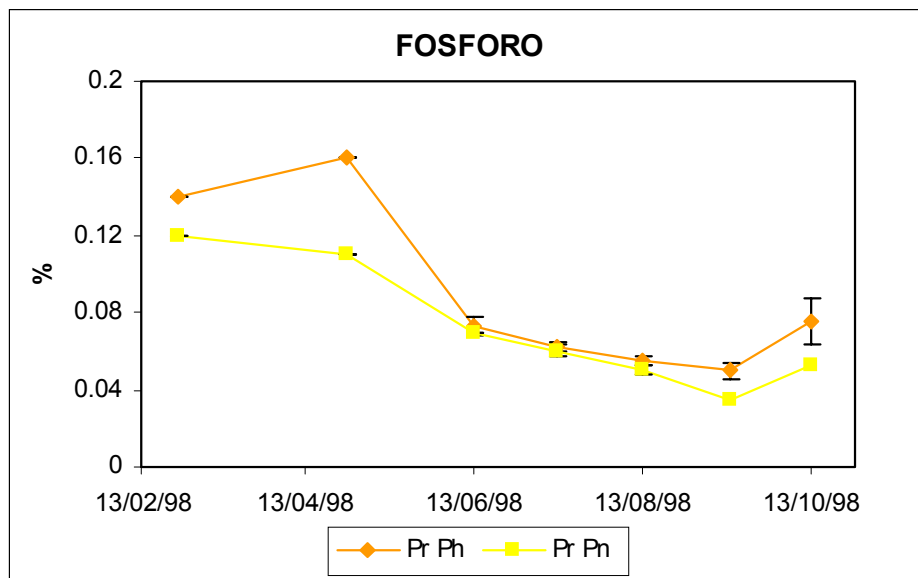


Gráfico 67: Evolución de la concentración de fósforo entre partes radicales en *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.



- **Potasio:** concentración de K en % y contenido de K en mg/planta.

Análisis de la Varianza de una vía:

En la siguiente tabla aparecen los resultados de la ANOVAS de una vía para la variable *concentración de potasio* con respecto a la *especie* para comprobar si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en las sucesivas extracciones.

Ext.	D.S.	Potasio (%)				Potasio (mg/planta)		
		<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.	N.S.	<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.
26-02-98	0	0.780	0.830	-6.02	-	0.181	0.185	-2.16
28-04-98	61	0.500	0.480	4.00	-	0.173	0.157	9.24
13-06-98	106	0.563	0.535	4.97	0.5760	0.465	0.517	-10.05
13-07-98	136	0.103	0.353	-70.82	0.0010	0.203	0.850	-76.11
13-08-98	166	0.070	0.310	-77.42	0.0100	0.217	1.197	-81.87
13-09-98	196	0.067	0.085	-21.18	0.0200	0.354	0.518	-31.66
13-10-98	226	0.450	0.475	-5.26	0.8650	3.064	3.846	-20.33

Tabla 70: Análisis de la varianza de una vía de la variable *concentración de potasio* con respecto a la *especie*, de las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn., en las sucesivas extracciones del ensayo. P = nivel de significación. Los valores con $p < 0.05$, indica diferencias significativas (valores de la media sombreados en gris). En los casos en los que no se consiguió la homogeneidad de varianzas mediante las transformaciones necesarias se usó Estadística no paramétrica, valores marcados en azul. Se incluyen los datos del contenido de potasio en mg/planta. D.S.= días desde el semillado. Dif.= diferencia en % entre las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. N.S.= nivel de significación.

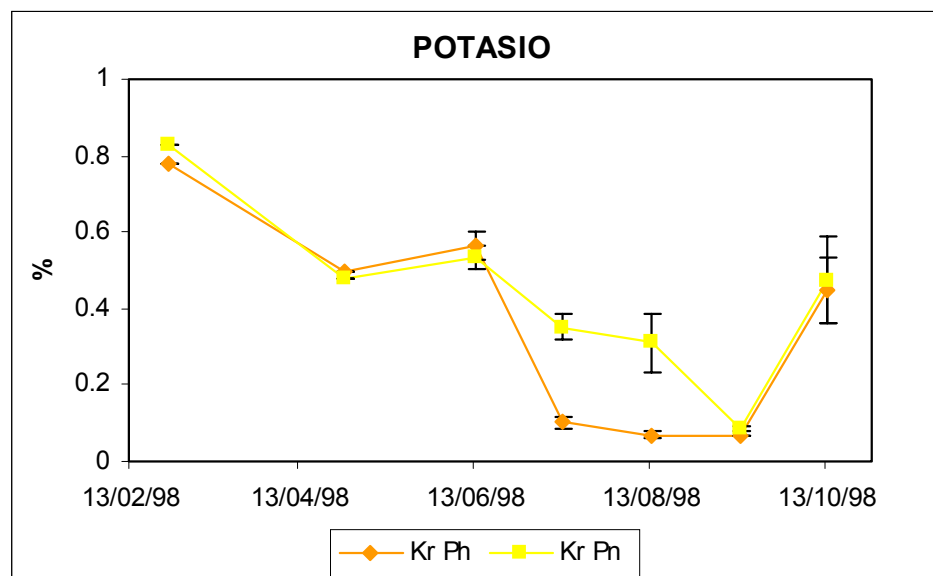


Gráfico 68: Evolución de la concentración de potasio entre partes radicales en *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.



- **Calcio:** concentración de Ca en % y contenido de Ca en mg/planta.

Análisis de la Varianza de una vía:

En la siguiente tabla aparecen los resultados de la ANOVAS de una vía para la variable *concentración de calcio* con respecto a la *especie* para comprobar si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en las sucesivas extracciones.

Ext.	D.S.	Calcio (%)				Calcio (mg/planta)		
		<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.	N.S.	<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.
26-02-98	0	0.040	0.040	0.00	-	0.009	0.008	11.11
28-04-98	61	0.110	0.200	-45.00	-	0.038	0.065	-41.53
13-06-98	106	0.480	0.245	48.96	0.0400	0.377	0.240	36.33
13-07-98	136	0.478	0.460	3.76	0.0000	1.493	1.105	25.98
13-08-98	166	1.423	0.848	40.41	0.0010	4.439	3.142	29.21
13-09-98	196	1.625	1.125	30.77	0.0270	8.579	6.829	20.39
13-10-98	226	1.025	0.825	19.51	0.7674	7.505	6.795	9.46

Tabla 71: Análisis de la varianza de una vía de la variable *concentración de calcio* con respecto a la *especie*, de las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn., en las sucesivas extracciones del ensayo. P = nivel de significación. Los valores con $p < 0.05$, indica diferencias significativas (valores de la media sombreados en gris). En los casos en los que no se consiguió la homogeneidad de varianzas mediante las transformaciones necesarias se usó Estadística no paramétrica, valores marcados en azul. Se incluyen los datos del contenido de calcio en mg/planta. D.S.= días desde el semillado. Dif.= diferencia en % entre las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. N.S.= nivel de significación.

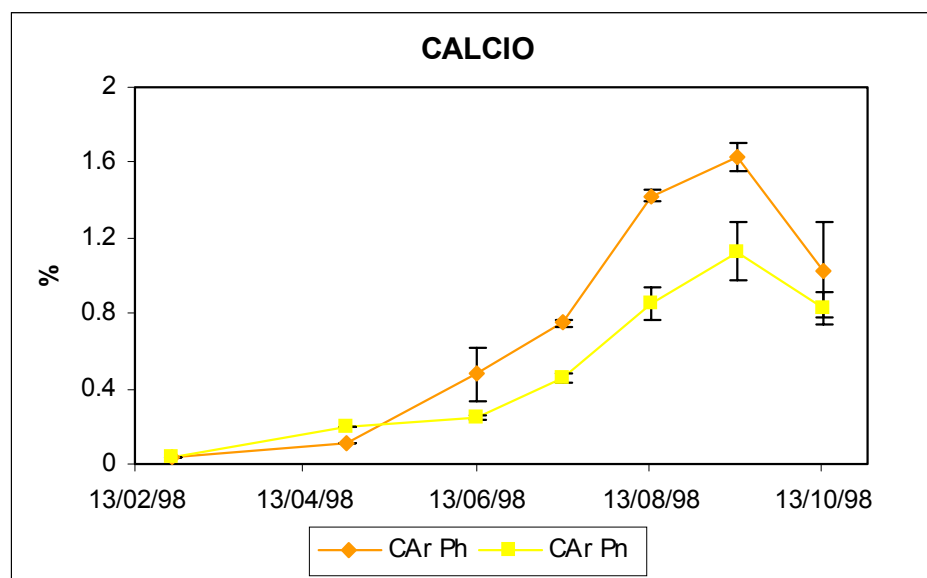


Gráfico 69: Evolución de la concentración de calcio entre partes radicales en *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.



- **Magnesio:** concentración de Mg en % y contenido de Mg en mg/planta.

Análisis de la Varianza de una vía:

En la siguiente tabla aparecen los resultados de la ANOVAS de una vía para la variable *concentración de magnesio* con respecto a la *especie* para comprobar si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en las sucesivas extracciones.

Ext.	D.S.	Magnesio (%)				Magnesio (mg/planta)		
		<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.	N.S.	<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.
26-02-98	0	0.460	0.420	8.70	-	0.107	0.093	13.08
28-04-98	61	0.180	0.230	-21.74	-	0.062	0.075	-17.33
13-06-98	106	0.150	0.135	10.00	0.5430	0.128	0.131	-2.29
13-07-98	136	0.112	0.127	-11.81	0.3211	0.224	0.306	-26.79
13-08-98	166	0.193	0.173	10.36	0.2760	0.599	0.641	-6.55
13-09-98	196	0.200	0.175	12.50	0.3560	1.052	1.061	-0.84
13-10-98	226	0.275	0.200	27.27	0.0240	1.924	1.638	14.86

Tabla 72: Análisis de la varianza de una vía de la variable *concentración de magnesio* con respecto a la *especie*, de las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn., en las sucesivas extracciones del ensayo. P = nivel de significación. Los valores con $p < 0.05$, indica diferencias significativas (valores de la media sombreados en gris). En los casos en los que no se consiguió la homogeneidad de varianzas mediante las transformaciones necesarias se usó Estadística no paramétrica, valores marcados en azul. Se incluyen los datos del contenido de magnesio en mg/planta. D.S.= días desde el semillado. Dif.= diferencia en % entre las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. N.S.= nivel de significación.

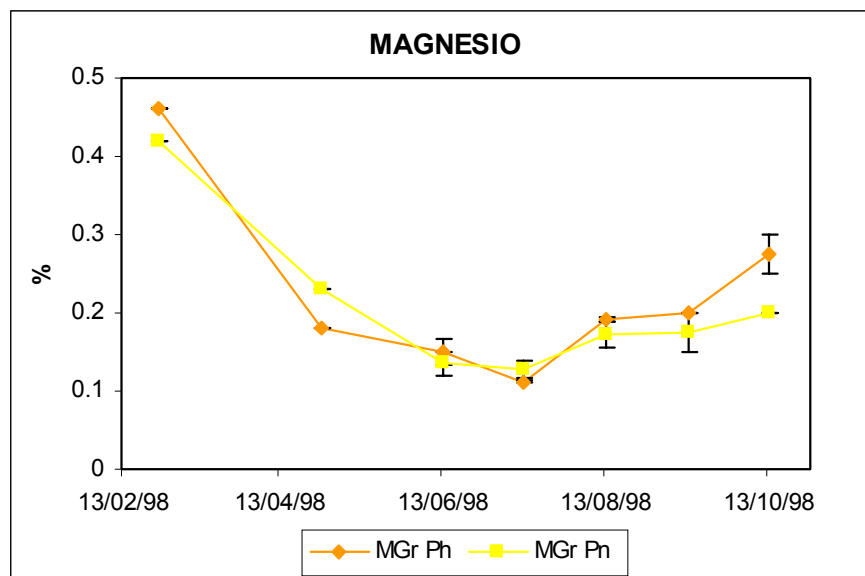


Gráfico 70: Evolución de la concentración de magnesio entre partes radicales en *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.



Discusión de los estudios comparativos del contenido en nutrientes de las parte aéreas y de las partes radicales:

El principal objetivo de realizar un estudio pormenorizado del contenido en nutrientes de ambas especies, exclusivamente entre partes aéreas y entre parte radicales, reside en que de esta manera podemos conocer de manera mas exacta el tipo de diferencias que existen entre *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn., ya que es posible que existan diferencias que hayan podido quedar enmascaradas en el estudio de contenidos totales.

(Nota: C_A = concentración de la parte aérea; C_R = concentración de la parte radical; CT_A = contenido total de la parte aérea; CT_R = contenido total de la parte radical)

- ***Nitrógeno:***

Se observa que la C_A presenta un numero mayor de diferencias significativas que la C_R , produciéndose estas además del orden de un mes antes en la parte aérea que en la parte radical.

Comparando las C_A y las C_R entre ambas especies, se observa que *Pinus halepensis* Mill. presenta mayores C_A y C_R de este elemento, excepto en la última extracción y en la concentración en semillas en las que *Pinus nigra* Arn. supera a *Pinus halepensis* Mill. Las diferencias porcentuales entre las dos especies son menores entre C_R que entre C_A .

- ***Fósforo:***

En el caso de la concentración de fósforo, vemos que las C_A y C_R es superior en *Pinus halepensis* Mill. Sin embargo no se aprecian diferencias estadísticamente significativas entre ambas especies, con la excepción de la extracción del 13 de septiembre en el caso de la C_R .

Con respecto a los CT_A y CT_R se observa que entre el 13 de junio y el 13 de agosto los CT_A y CT_R son superiores en *Pinus nigra* Arn., y en el resto de las extracciones, mayores en *Pinus halepensis* Mill.

- ***Potasio:***

En el caso de la C_A y C_R con respecto al factor potasio entre ambas especies, vemos que existen diferencias significativas entre el 13 de julio y el 13 de septiembre. Recordemos que es el 13 de julio cuando el comportamiento del potasio entre las partes de ambas especies evoluciona de manera diferente, y el que existan diferencias entre especies, indica que la manera en que hacen uso de este nutriente es diferente en las dos especies. Así *Pinus halepensis* Mill., presenta menores valores de C_A y C_R a partir del 13 de junio, por lo que parece que esta especie presenta mayor dependencia de este elemento que *Pinus nigra* Arn. para ejercer control sobre la actividad estomática.

Comprobando que ocurre con los CT_A y CT_R , observamos un comportamiento similar, presentando *Pinus nigra* Arn. mayores contenidos en potasio prácticamente un mes antes que en las C_A y C_R (el 13 de junio).



- **Calcio:**

En el caso del calcio, la relación de la C_A y C_R entre ambas especies difiere en gran medida. Mientras que la C_A solo se observan diferencias significativas entre especies el 13 de junio, y no existe una predominancia clara de ninguna de las dos especies a lo largo del cultivo (sus diferencias porcentuales son pequeñas), en el caso de las C_R entre ambas especies las diferencias se dan durante una gran parte del cultivo (entre el 13 de junio y el 13 de septiembre), presentando *Pinus halepensis* Mill. mayores concentraciones de calcio radical que *Pinus nigra* Arn., excepto en la extracción del 28 de abril.

Con respecto a los contenidos totales, a diferencia de lo que ocurre con las concentraciones, vemos que *Pinus nigra* Arn. presenta mayores CT_A y CT_R durante casi todo el cultivo, con las excepciones del contenido en semillas y en la última extracción en el CT_A .

- **Magnesio:**

En el comportamiento de las C_A y C_R entre ambas especies, se observan grandes similitudes, de hecho, solo aparecen diferencias significativas en la C_A del 13 de agosto y en las C_R del 13 de octubre. Tanto en las C_A como las C_R los mayores concentraciones las presenta el *Pinus halepensis* Mill., sin embargo en los CT_A y CT_R esta situación se invierte, siendo *Pinus nigra* Arn., la especie que tiene mayores CT_A entre el 28 de abril y el 13 de agosto, y mayores CT_R entre el 28 de abril y el 13 de septiembre.



4.2.3.3.- Estudio comparativo de contenido en nutrientes totales.

➤ **Nitrógeno:** concentración de N en % y contenido de N en mg/planta.

Análisis de la Varianza de una vía:

En la siguiente tabla aparecen los resultados de la ANOVAS de una vía para la variable *concentración de nitrógeno* con respecto a la *especie* para comprobar si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en las sucesivas extracciones.

Ext.	D.S.	Nitrógeno (%)				Nitrógeno (mg/planta)		
		<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.	N.S.	<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.
26-02-98	0	6.180	7.190	-14.05	-	1.439	1.604	-10.28
28-04-98	61	3.050	2.890	5.25	-	1.055	0.947	10.23
13-06-98	106	1.685	1.481	12.10	0.0922	1.595	1.938	-17.69
13-07-98	136	1.794	1.445	19.45	0.0000	4.257	4.588	-7.21
13-08-98	166	1.504	1.222	18.75	0.0010	7.568	5.607	25.91
13-09-98	196	1.225	1.163	5.06	0.5320	7.681	8.044	-4.51
13-10-98	226	1.200	1.288	-6.83	0.4500	11.108	11.883	-6.52

Tabla 73: Análisis de la varianza de una vía de la variable *concentración de nitrógeno* con respecto a la *especie*, de las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn., en las sucesivas extracciones del ensayo. P = nivel de significación. Los valores con $p < 0.05$, indica diferencias significativas (valores de la media sombreados en gris). En los casos en los que no se consiguió la homogeneidad de varianzas mediante las transformaciones necesarias se usó Estadística no paramétrica, valores marcados en azul. Se incluyen los datos del contenido de nitrógeno en mg/planta. D.S.= días desde el semillado. Dif.= diferencia en % entre las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. N.S.= nivel de significación.

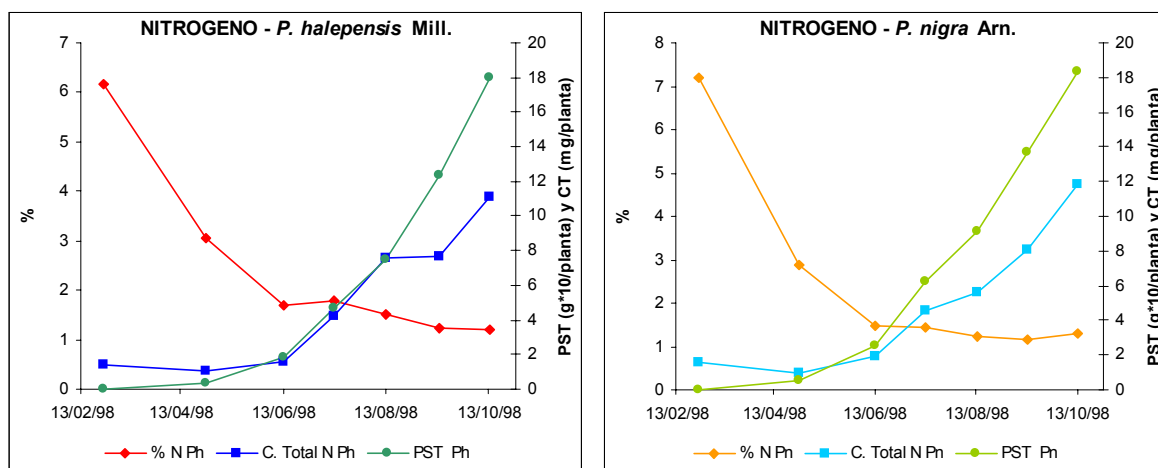


Gráfico 71a: Evolución de la concentración (%), contenido total de nitrógeno (mg/planta) y PST (g/planta) de *Pinus halepensis* Mill. **Gráfico 71b:** Evolución de la concentración (%), contenido total de nitrógeno (mg/planta) y PST (g/planta) de *Pinus nigra* Arn.



- **Fósforo:** concentración de P en % y contenido de P en mg/planta.

Análisis de la Varianza de una vía:

En la siguiente tabla aparecen los resultados de la ANOVAS de una vía para la variable *concentración de fósforo* con respecto a la *especie* para comprobar si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en las sucesivas extracciones.

Ext.	D.S.	Fósforo (%)				Fósforo (mg/planta)		
		<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.	N.S.	<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.
26-02-98	0	0.140	0.120	14.29	-	0.032	0.026	18.75
28-04-98	61	0.160	0.110	31.25	-	0.345	0.036	89.56
13-06-98	106	0.072	0.069	4.17	0.5130	0.065	0.088	-26.13
13-07-98	136	0.063	0.061	3.17	0.2636	0.149	0.192	-22.39
13-08-98	166	0.057	0.053	7.02	0.1490	0.212	0.240	-11.66
13-09-98	196	0.054	0.044	18.52	0.1770	0.338	0.305	9.76
13-10-98	226	0.075	0.060	20.00	0.0910	0.662	0.556	16.01

Tabla 74: Análisis de la varianza de una vía de la variable *concentración de fósforo* con respecto a la *especie*, de las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn., en las sucesivas extracciones del ensayo. P = nivel de significación. Los valores con $p < 0.05$, indica diferencias significativas (valores de la media sombreados en gris). En los casos en los que no se consiguió la homogeneidad de varianzas mediante las transformaciones necesarias se usó Estadística no paramétrica, valores marcados en azul. Se incluyen los datos del contenido de fósforo en mgplanta. D.S.= días desde el semillado. Dif.= diferencia en % entre las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. N.S.= nivel de significación.

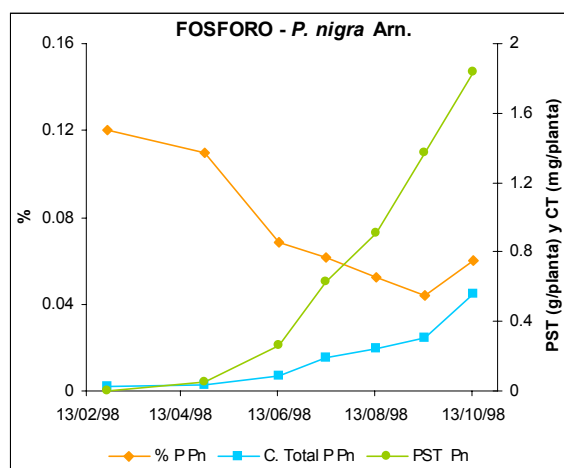
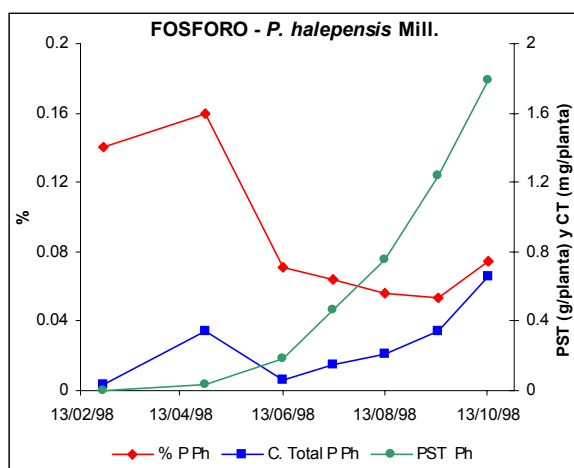


Gráfico 72a: Evolución de la concentración (%), contenido total de fósforo (mg/planta) y PST (g/planta) de *Pinus halepensis* Mill. **Gráfico 72b:** Evolución de la concentración (%), contenido total de fósforo (mg/planta) y PST (g/planta) de *Pinus nigra* Arn.



- **Potasio:** concentración de K en % y contenido en K en mg/planta.

Análisis de la Varianza de una vía:

En la siguiente tabla aparecen los resultados de la ANOVAS de una vía para la variable *concentración de potasio* con respecto a la *especie* para comprobar si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en las sucesivas extracciones.

Ext.	D.S.	Potasio (%)				Potasio (mg/planta)		
		<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.	N.S.	<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.
26-02-98	0	0.780	0.830	-6.02	-	0.181	0.185	-2.16
28-04-98	61	0.500	0.480	4.00	-	0.173	0.157	9.24
13-06-98	106	0.608	0.576	5.26	0.4380	0.556	0.758	-26.64
13-07-98	136	0.411	0.589	-30.22	0.3440	1.068	2.019	-47.10
13-08-98	166	0.280	0.596	-53.02	0.0430	1.169	2.951	-60.38
13-09-98	196	0.296	0.468	-36.75	0.5940	2.042	3.487	-41.43
13-10-98	226	0.425	0.563	-24.51	0.2620	3.683	5.179	-28.88

Tabla 75: Análisis de la varianza de una vía de la variable *concentración de potasio* con respecto a la *especie*, de las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn., en las sucesivas extracciones del ensayo. P = nivel de significación. Los valores con $p < 0.05$, indica diferencias significativas (valores de la media sombreados en gris). En los casos en los que no se consiguió la homogeneidad de varianzas mediante las transformaciones necesarias se usó Estadística no paramétrica, valores marcados en azul. Se incluyen los datos del contenido de potasio en mg/planta. D.S.= días desde el semillado. Dif.= diferencia en % entre las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. N.S.= nivel de significación.

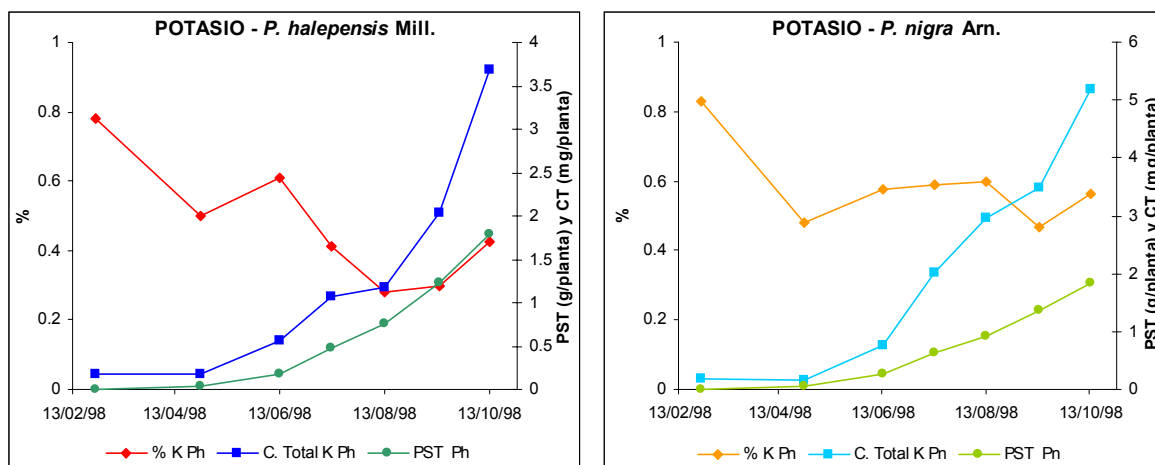


Gráfico 73a: Evolución de la concentración (%), contenido total de potasio (mg/planta) y PST (g/planta) de *Pinus halepensis* Mill. **Gráfico 73b:** Evolución de la concentración (%), contenido total de potasio (mg/planta) y PST (g/planta) de *Pinus nigra* Arn.



- **Calcio:** concentración de Ca en % y contenido de Ca en mg/planta.

Análisis de la Varianza de una vía:

En la siguiente tabla aparecen los resultados de la ANOVAS de una vía para la variable *concentración de calcio* con respecto a la *especie* para comprobar si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en las sucesivas extracciones.

Ext.	D.S.	Calcio (%)				Calcio (mg/planta)		
		<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.	N.S.	<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.
26-02-98	0	0.040	0.040	0.00	-	0.009	0.008	11.11
28-04-98	61	0.110	0.200	-45.00	-	0.038	0.065	-41.53
13-06-98	106	0.333	0.250	24.92	0.3640	0.278	0.327	-14.98
13-07-98	136	0.533	0.376	29.45	0.2254	1.175	1.118	4.85
13-08-98	166	0.980	0.701	28.46	0.3713	3.386	3.058	9.68
13-09-98	196	1.087	0.850	21.80	0.5208	6.254	5.604	10.39
13-10-98	226	0.987	0.775	21.47	0.6272	9.111	7.100	22.07

Tabla 76: Análisis de la varianza de una vía de la variable *concentración de calcio* con respecto a la *especie*, de las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn., en las sucesivas extracciones del ensayo. P = nivel de significación. Los valores con $p < 0.05$, indica diferencias significativas (valores de la media sombreados en gris). En los casos en los que no se consiguió la homogeneidad de varianzas mediante las transformaciones necesarias se usó Estadística no paramétrica, valores marcados en azul. Se incluyen los datos del contenido de calcio en mg/planta. D.S.= días desde el semillado. Dif.= diferencia en % entre las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. N.S.= nivel de significación.

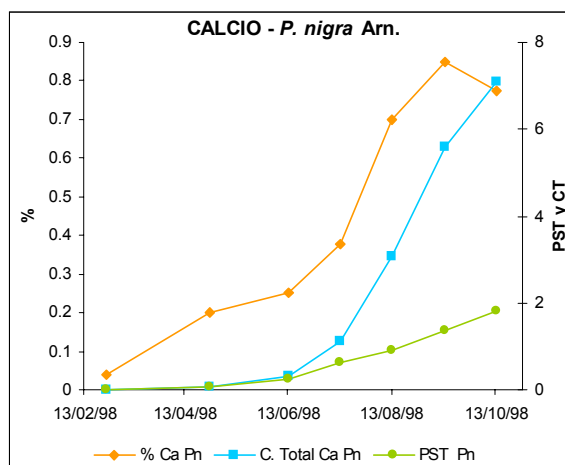
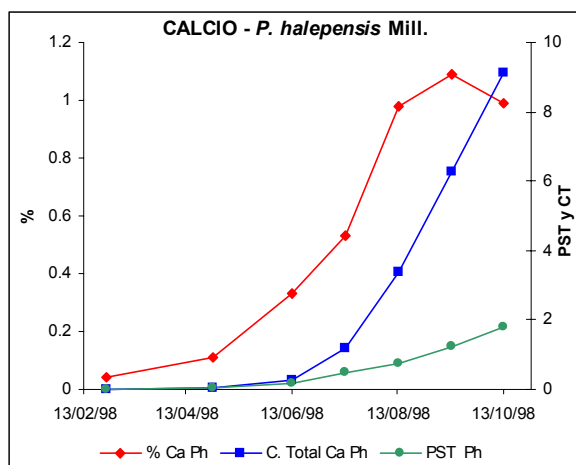


Gráfico 74a: Evolución de la concentración (%), contenido total de calcio (mg/planta) y PST (g/planta) de *Pinus halepensis* Mill. **Gráfico 74b:** Evolución de la concentración (%), contenido total de calcio (mg/planta) y PST (g/planta) de *Pinus nigra* Arn.



➤ **Magnesio: concentración de Mg en % y contenido de Mg en mg/planta.**

Análisis de la Varianza de una vía:

En la siguiente tabla aparecen los resultados de la ANOVAS de una vía para la variable *concentración de magnesio* con respecto a la *especie* para comprobar si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en las sucesivas extracciones.

Ext.	D.S.	Magnesio (%)				Magnesio (mg/planta)		
		<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.	N.S.	<i>P. hal.</i>	<i>P. nig.</i>	Dif.
26-02-98	0	0.460	0.420	8.70	-	0.107	0.093	13.08
28-04-98	61	0.180	0.230	-21.74	-	0.062	0.075	-17.33
13-06-98	106	0.154	0.145	5.84	0.5530	0.142	0.190	-25.26
13-07-98	136	0.157	0.155	1.27	0.8286	0.385	0.506	-23.91
13-08-98	166	0.241	0.206	14.52	0.1740	0.935	0.963	-2.90
13-09-98	196	0.238	0.200	15.97	0.1760	1.509	1.385	8.21
13-10-98	226	0.275	0.213	22.55	0.0090	2.475	1.956	20.96

Tabla 77: Análisis de la varianza de una vía de la variable *concentración de magnesio* con respecto a la *especie*, de las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn., en las sucesivas extracciones del ensayo. P = nivel de significación. Los valores con $p < 0.05$, indica diferencias significativas (valores de la media sombreados en gris). En los casos en los que no se consiguió la homogeneidad de varianzas mediante las transformaciones necesarias se usó Estadística no paramétrica, valores marcados en azul. Se incluyen los datos del contenido de magnesio en mg/planta. D.S.= días desde el semillado. Dif.= diferencia en % entre las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. N.S.= nivel de significación.

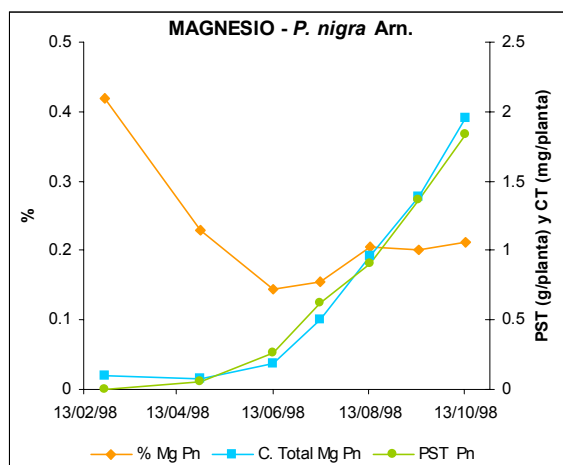
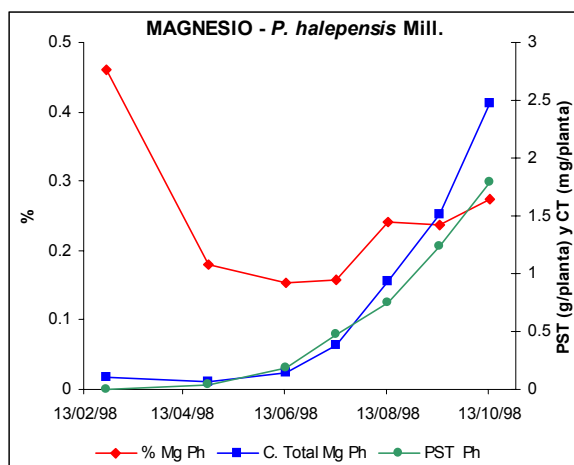


Gráfico 75a: Evolución de la concentración (%), contenido total de magnesio (mg/planta) y PST (g/planta) de *Pinus halepensis* Mill. **Gráfico 75b:** Evolución de la concentración (%), contenido total de magnesio (mg/planta) y PST (g/planta) de *Pinus nigra* Arn.



Discusión:

Para poder establecer un estudio comparativo entre ambas especies a nivel más general, procedimos a calcular las concentraciones totales, como promedio entre los tantos por ciento de las concentraciones de la parte aérea y la parte radical.

- **Nitrógeno:**

En el caso del factor nitrógeno, observamos que la evolución de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. es muy similar. En ambos casos se produce una reducción muy importante de la concentración de nitrógeno hasta el 13 de junio, cuantificada en torno a un 20,92 % en *Pinus halepensis* Mill., y en un 22,73 % en *Pinus nigra* Arn. A partir de esa fecha en ambas especies las pérdidas mensuales son mucho menores.

Comparativamente, la concentración de este elemento en *Pinus halepensis* Mill. es mayor que en *Pinus nigra* Arn., tendiendo a crecer hasta alcanzar aproximadamente 20 % el 13 de julio, sin embargo a pesar de perder nitrógeno durante todo el ensayo, no se llegaron a alcanzar niveles de deficiencia en ningún momento.

Con respecto a los contenidos totales en mg/planta, vemos que en ambas especies la cantidad de nitrógeno disminuye con respecto a la existente en semillas, presentando en el resto del cultivo una evolución creciente. En cuanto a este factor, se observa que *Pinus nigra* Arn presenta mayores contenidos en nitrógeno en el conjunto de la planta, que *Pinus halepensis* Mill., con la excepción de la extracción producida el 13 de agosto.

- **Fósforo:**

Con respecto al fósforo, el análisis de la varianza, indica, que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambas especies en ninguna fase del cultivo.

Tanto *Pinus halepensis* Mill. como *Pinus nigra* Arn., presentan un fuerte descenso de concentración entre el 28 de abril y el 13 de junio, perdiendo en torno a un 55 % *Pinus halepensis* Mill., y un 37,27 % *Pinus nigra* Arn. Esta situación lleva a estas especies a situaciones de deficiencia con respecto a este elemento, en un momento delicado, ya que es en fase de establecimiento cuando los requerimientos en fósforo son mayores.

La diferencia en tanto por ciento entre especies tienden a reducirse hasta igualarse el 13 de junio, volviendo a incrementarse hasta el final del ensayo. Esto indica que hasta el 13 de junio *Pinus halepensis* Mill. pierde el fósforo mas rápidamente que *Pinus nigra* Arn., y que a partir de esa fecha es *Pinus nigra* Arn. la especie que pierde más fósforo.

En lo que se refiere al contenido total para el conjunto de la planta del factor fósforo, se observa que durante los meses del verano (del 13 de junio al 13 de agosto), *Pinus nigra* Arn. presenta mayores contenidos en este elemento que *Pinus halepensis* Mill., lo que evidencia los mayores requerimientos de este elemento de *Pinus halepensis*



Mill para superar con garantías el los meses de mayor calor. Se da una pérdida en los contenidos de este elemento en ambas especies el 13 de junio.

- **Potasio:**

Si bien cuando distinguíamos en estas especies entre parte aérea y parte radical, encontrábamos situaciones de deficiencia con respecto a los niveles de potasio en el sistema radical (localizadas principalmente en las extracciones del verano), cuando referimos el estudio a los contenidos totales, las deficiencias prácticamente desaparecen, aunque en *Pinus halepensis* Mill., entre el 13 de julio y el 13 de septiembre los niveles de potasio son muy bajos (cerca de la deficiencia). Si bien, como hemos dicho, *Pinus halepensis* Mill. pierde potasio durante el verano (un 32 % mensual aproximadamente), *Pinus nigra* Arn., no acusa de pérdidas de este elemento durante ese periodo, y aunque reduce su concentración el 13 de septiembre, recupera este potasio al final del cultivo. En cuanto a las diferencias entre especies, *Pinus nigra* Arn., presenta valores superiores en concentración de este elemento, desde el comienzo del verano hasta el final del cultivo.

En lo que respecta a los contenidos totales de potasio, se observa que la evolución de este elemento es muy parecida en ambas especies, creciente durante todo el cultivo, con excepción de una ligera pérdida con respecto a los contenidos en semillas que ocurre el 28 de abril. Comparativamente, *Pinus nigra* Arn. tiene mayor cantidad de potasio durante todo el ensayo excepto el 28 de abril.

- **Calcio:**

Como se puede observar, tanto en la tabla del análisis de la varianza, como en su representación gráfica, que no existen diferencias estadísticamente significativas con respecto a este elemento entre las dos especies.

En general *Pinus halepensis* presenta contenidos más altos de calcio total, que *Pinus nigra* Arn., siendo sus valores crecientes excepto en la última extracción, donde se produce un ligero descenso de sus concentraciones.

Solo encontramos que los niveles de calcio están dentro de los rangos óptimos, el 13 de junio en el caso de *Pinus halepensis* Mill., y en un periodo ligeramente más largo (del 28 de abril al 13 de julio) en el caso de *Pinus nigra* Arn., por lo que en general podemos decir que los niveles de calcio son excesivos.

La evolución del contenido total del calcio contenido en el conjunto de la planta es siempre creciente a lo largo de todo el cultivo para las dos especies, presentando mayores contenidos de este elemento en general *Pinus nigra* Arn., a excepción del periodo entre el 28 de abril y el 13 de junio, que es *Pinus halepensis* Mill., la especie con mayor contenido en este elemento.

- **Magnesio:**

Con respecto al contenido en magnesio, se repite lo mismo observado para los otros nutrientes. Es decir comportamiento muy similar en ambas especies e inexistencia casi por completo de diferencias estadísticamente significativas.



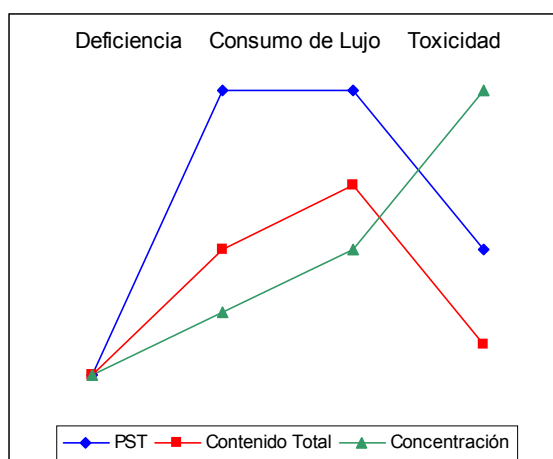
En general existe más magnesio en *Pinus halepensis* Mill. que en *Pinus nigra* Arn., con la excepción de la primera extracción (28 de abril), ya que *Pinus halepensis* Mill. pierde inicialmente más magnesio.

Los contenidos totales en magnesio en ambas especies presenta una evolución creciente a lo largo de todo el cultivo, con excepción de un ligero descenso de los mismos el 28 de abril con respecto a los contenidos en semillas. *Pinus nigra* Arn. presenta mayor cantidad de magnesio entre el 28 de abril y el 13 de agosto, siendo el resto de las extracciones, *Pinus halepensis* Mill, la especie que presenta mayores contenidos totales de magnesio.

Basándonos en el trabajo realizado por Timmer sobre los efectos de las diferentes tasas de crecimiento y el contenido en nutrientes obtenidas con diferentes dosis de fertilización aplicadas a plántulas de *Pinus resinosa* cultivadas en contenedor, obtenemos las siguientes claves:

- Cuando sube la concentración y el contenido total de un elemento, la planta está asimilando mediante crecimiento el incremento en ese elemento (solo en el caso de que el PST no aumente nos encontraríamos en una zona de consumo de lujo).
- Si aumenta la concentración y disminuye el contenido total estaríamos en una zona de toxicidad.
- Cuando baja la concentración y baja el contenido total nos encontraríamos en una zona de pérdida clara del nutriente que nos indica que debemos fertilizar más con ese elemento en ese momento concreto.

Estas ideas quedan expresadas más claramente en el siguiente gráfico y tabla (TIMMER, 1991):





Interpretación	Cambios en la planta		
	Crecimiento	Nutrientes	
		Concentración	Contenido Total
Deficiencia	+	+	+
Dilución	+	-	0
Antagonismo	+	-	-
Sinergismo	+	-	+

Viendo esto para cada uno de los tramos de la curva de cada especie obtenemos lo siguiente:

Elemento	<i>Pinus halepensis</i> Mill
Nitrógeno	
Primer tramo	Pérdida
Quinto tramo	Pérdida
Fósforo	
Primer tramo	Consumo de lujo
Segundo tramo	Pérdida
Potasio	
Primer tramo	Pérdida

Elemento	<i>Pinus nigra</i> Arn.
Nitrógeno	
Primer tramo	Pérdida
Potasio	
Primer tramo	Pérdida

En el resto de las extracciones de los diferentes nutrientes, se está dando la asimilación.