

4.1.3.- Estudio comparativo de las diferencias en la morfología de *Pinus halepensis* Mill. vs. *Pinus nigra* Arn. :

➤ **Altura de la parte aérea:** H en cm.

Análisis de la Varianza de una vía:

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

Extracción	Días desde el semillado	ALTURA (cm)		Var. en % de (*) con respecto a (**)	Nivel de significación
		<i>P. halepensis</i> (*)	<i>P. nigra</i> (**)		
26-02-98	0	0.0000	0.0000	-	-
28-04-98	61	0.3400	0.3483	-3.19	0.8440
28-05-98	91	1.6925	1.7900	-5.30	0.0890
13-06-98	106	2.2925	2.1967	6.10	0.0630
28-06-98	121	2.7175	2.5500	6.16	0.1420
13-07-98	136	4.4488	3.2725	28.30	0.0000
28-07-98	151	5.4250	3.7475	30.92	0.0000
13-08-98	166	5.3900	4.1250	25.60	0.0000
28-08-98	181	6.1750	4.4100	28.58	0.0000
13-09-98	196	7.1200	4.6483	34.71	0.0000
28-09-98	211	7.0875	4.1325	41.69	0.0000
13-10-98	226	8.5600	4.4600	47.90	0.0000

Tabla 24: Análisis de la varianza de una vía de la variable *altura de la parte aérea* con respecto a 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. Resaltado en amarillo, se indica la primera extracción después de la salida al área sombrea del cultivo el 18 de mayo. En rojo se indica la extracción en la que no hubo fertilización (periodo sin fertilización, del 16 de julio al 6 de agosto).

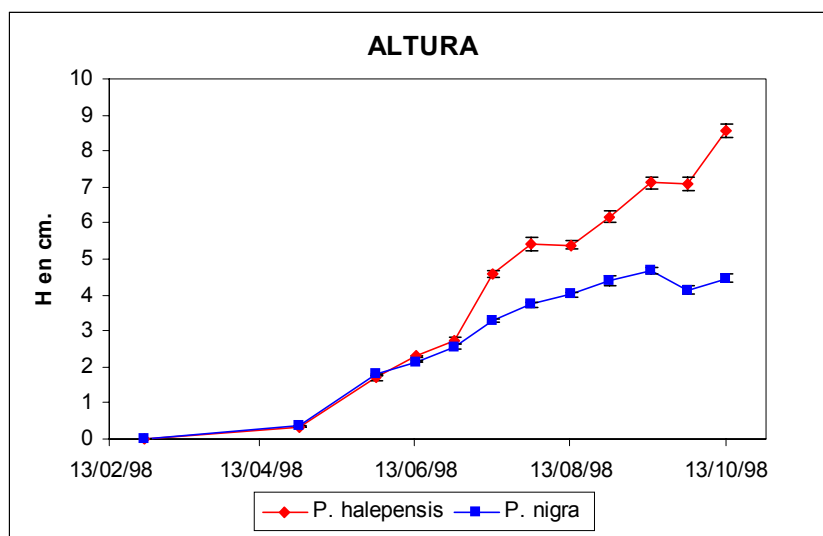


Gráfico 23: Evolución de la variable altura de la parte aérea de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.

**Discusión:**

Los resultados de *Pinus halepensis* Mill. obtenidos para esta variable, superan a los de *Pinus nigra* Arn. a partir del 13 de junio, sin embargo ambas especie se comportan de manera semejante hasta el 13 de julio, momento en que *Pinus halepensis* Mill. incrementa notablemente su altura. Este hecho que implica la aparición de diferencias significativas entre ambas especies, que se mantendrán de aquí en adelante en las siguientes extracciones. Además como se puede apreciar estas diferencias tienden a hacerse notablemente mayores a medida que pasa el tiempo, llegando a ser *Pinus halepensis* Mill. hasta un 47,90 % mas alto que *Pinus nigra* Arn. Conviene destacar que mientras que en *Pinus halepensis* Mill. no existe saturación con respecto a esta variable en el momento de finalizar el estudio, en *Pinus nigra* Arn., la altura parece alcanzar la altura definitiva en su primer periodo de crecimiento el 13 de septiembre. Otra característica que distingue ambas especies, es que mientras en *Pinus nigra* Arn. los incrementos de altura se producen de manera mas o menos constante hasta alcanzar la altura definitiva, en *Pinus halepensis* Mill. se observa dos momentos en los que su incremento en altura se ralentiza (el 13 de agosto y el 28 de septiembre), pero esta cuestión y otras relacionadas procederemos a analizarlas con mayor detenimiento más adelante en el estudio de crecimientos.

➤ **Diámetro:** D en mm.

Análisis de la Varianza de una vía:

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

Extracción	Días desde el semillado	DIAMETRO (mm)		Var. en % de ^(*) con respecto a ^(**)	Nivel de significación
		<i>P. halepensis</i> ^(*)	<i>P. nigra</i> ^(**)		
26-02-98	0	0.0000	0.0000	-	-
28-04-98	61	0.9172	0.9417	-4.35	0.3030
28-05-98	91	0.9563	1.1770	-19.34	0.0000
13-06-98	106	1.0251	1.1897	-15.13	0.0000
28-06-98	121	1.1038	1.2952	-14.78	0.0000
13-07-98	136	1.2524	1.5402	-17.74	0.0000
28-07-98	151	1.5022	1.7353	-13.43	0.0000
13-08-98	166	1.5821	1.8799	-15.70	0.0000
28-08-98	181	1.7325	2.1700	-20.16	0.0000
13-09-98	196	1.8743	2.3081	-18.62	0.0000
28-09-98	211	1.8940	2.2885	-17.23	0.0000
13-10-98	226	2.2607	2.4758	-8.68	0.0000

Tabla 25: Análisis de la varianza de una vía de la variable *diámetro* con respecto a 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. Resaltado en amarillo, se indica la primera extracción después de la salida al área sombra del cultivo el 18 de mayo. En rojo se indica la extracción en la que no hubo fertilización (periodo sin fertilización, del 16 de julio al 6 de agosto).

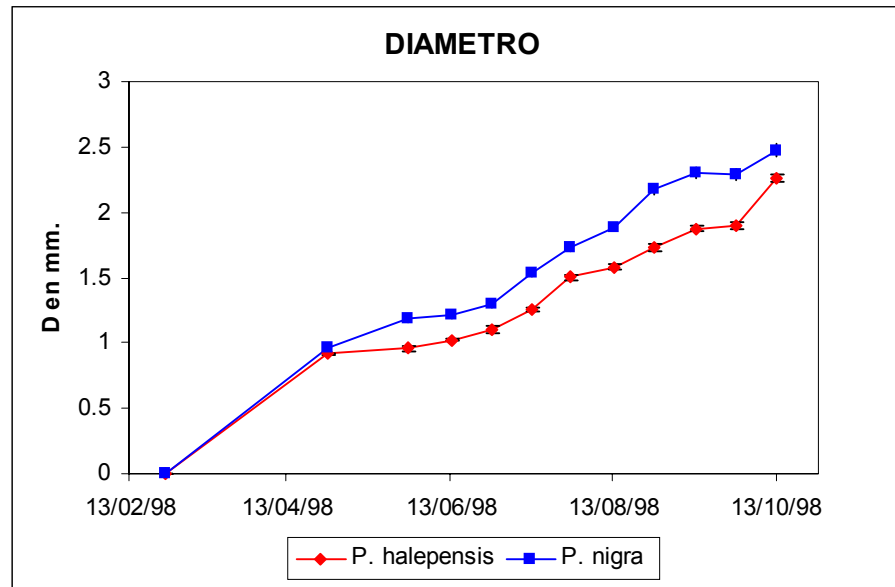


Gráfico 24: Evolución de la variable diámetro de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.

Discusión:

Al contrario que en la variable altura de la parte aérea, en el caso del diámetro observamos que es la especie *Pinus nigra* Arn. la que supera durante todo el cultivo las dimensiones alcanzadas por *Pinus halepensis* Mill.

Encontramos diferencias significativas entre ambas especies casi desde el comienzo del ensayo, mas concretamente desde la segunda extracción, 28 de mayo, mes y medio antes que en el caso de la altura de la parte aérea.

En general el diámetro de *Pinus nigra* Arn. es, por término medio, de un 13 a un 20 por ciento mayor que el de *Pinus halepensis* Mill., pero observamos que hacia el final del cultivo estas diferencias tienden a reducirse hasta un 8 % aproximadamente.

En ninguna de las dos especies existe saturación con respecto a esta variable, aunque apreciamos una ralentización de este incremento en la penúltima extracción (28 de septiembre).



➤ **Número de ramificaciones de la parte aérea: Nram.**

Análisis de la Varianza de una vía:

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

Extracción	Días desde el semillado	N. de ramificaciones		Var. en % de ^(*) con respecto a ^(**)	Nivel de significación
		<i>P. halepensis</i> ^(*)	<i>P. nigra</i> ^(**)		
26-02-98	0	0.00	0.00	-	-
28-04-98	61	0.00	0.00	-	-
28-05-98	91	0.00	0.00	-	-
13-06-98	106	0.00	0.00	-	-
28-06-98	121	0.15	0.00	-	-
13-07-98	136	3.75	0.94	74.08	0.0000
28-07-98	151	4.77	1.45	69.63	0.0000
13-08-98	166	4.86	1.31	76.34	0.0000
28-08-98	181	5.87	1.40	76.17	0.0000
13-09-98	196	6.30	1.60	74.53	0.0000
28-09-98	211	6.95	1.17	83.09	0.0000
13-10-98	226	7.95	1.45	81.76	0.0000

Tabla 26: Análisis de la varianza de una vía de la variable *número de ramificaciones de la parte aérea* con respecto a 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. Resaltado en amarillo, se indica la primera extracción después de la salida al área sombra del cultivo el 18 de mayo. En rojo se indica la extracción en la que no hubo fertilización (periodo sin fertilización, del 16 de julio al 6 de agosto).

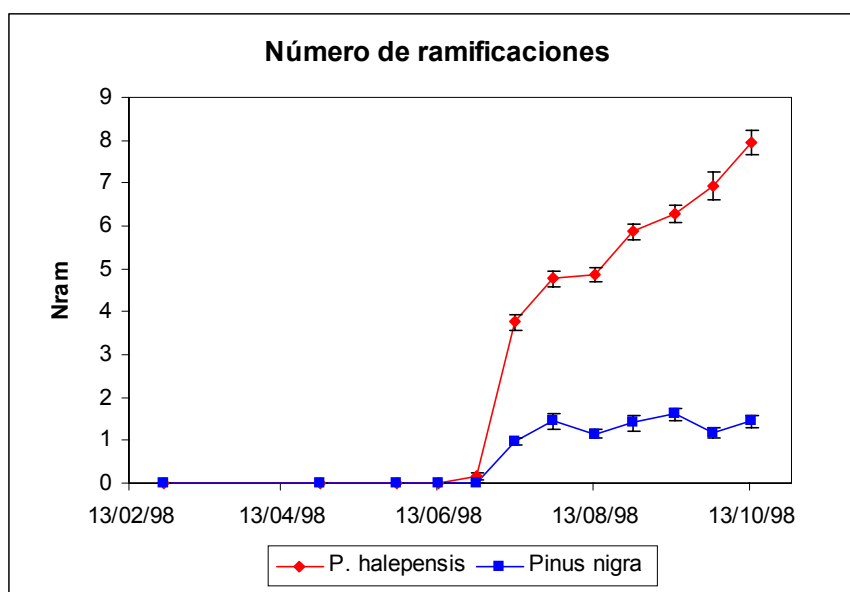


Gráfico 25: Evolución de la variable número de ramas de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.

**Discusión:**

El comportamiento de ambas especies con respecto a esta variable es completamente distinto. *Pinus halepensis* Mill. empieza a emitir las ramificaciones el 28 de junio (121 días después del semillado), mientras que en *Pinus nigra* Arn., estas se dan a partir de la siguiente extracción, el 13 de julio (136 días después del semillado). Pero aunque para *Pinus halepensis* Mill., se hallan detectado las primeras ramas 15 días antes que en *Pinus nigra* Arn., estas fueron muy escasas, y es en la extracción del 13 de julio cuando esta especie inicia una producción importante de ramificaciones, 3,76 ramas/planta, por 0,97 ramas/planta en el caso de *Pinus nigra* Arn. Iniciándose en este momento las diferencias significativas, que se mantendrían hasta el final del cultivo. *Pinus halepensis* Mill., por su propia biología, emite ramas a lo largo de todo el tallo, por lo tanto la cantidad de ramas final estará muy relacionado con la altura de la parte aérea definitiva, que alcance la planta. Sin embargo en *Pinus nigra* Arn., el número máximo de ramas se alcanza el 28 de julio, en número aproximado de 1,5 ramas/planta, valor más o menos constante hasta el final del cultivo. Además estas quedan normalmente localizadas en la base del tallo, justo por encima de la inserción de los cotiledones. Al final del cultivo el número de ramas en *Pinus halepensis* Mill. supera en un 80 % aproximadamente al de *Pinus nigra* Arn.

➤ **Peso seco de la parte aérea: PSA en g.****Análisis de la Varianza de una vía:**

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

Extracción	Días desde el semillado	PSA (g)		Var. en % de ^(*) con respecto a ^(**)	Nivel de significación
		<i>P. halepensis</i> ^(*)	<i>P. nigra</i> ^(**)		
26-02-98	0	0.0000	0.0000	-	-
28-04-98	61	0.0216	0.0323	-34.20	0.0000
28-05-98	91	0.0708	0.1070	-33.19	0.0000
13-06-98	106	0.0993	0.1641	-38.41	0.0000
28-06-98	121	0.1387	0.2221	-37.55	0.0000
13-07-98	136	0.2625	0.3912	-30.55	0.0000
28-07-98	151	0.3517	0.4767	-26.20	0.0000
13-08-98	166	0.4392	0.5517	-17.80	0.0000
28-08-98	181	0.5462	0.6659	-17.99	0.0010
13-09-98	196	0.7101	0.7610	-6.58	0.0980
28-09-98	211	0.6870	0.7190	-4.45	0.4530
13-10-98	226	1.0904	1.0140	7.00	0.1620

Tabla 27: Análisis de la varianza de una vía de la variable *peso seco de la parte aérea* con respecto a 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. Resaltado en amarillo, se indica la primera extracción después de la salida al área sombreada del cultivo el 18 de mayo. En rojo se indica la extracción en la que no hubo fertilización (periodo sin fertilización, del 16 de julio al 6 de agosto).

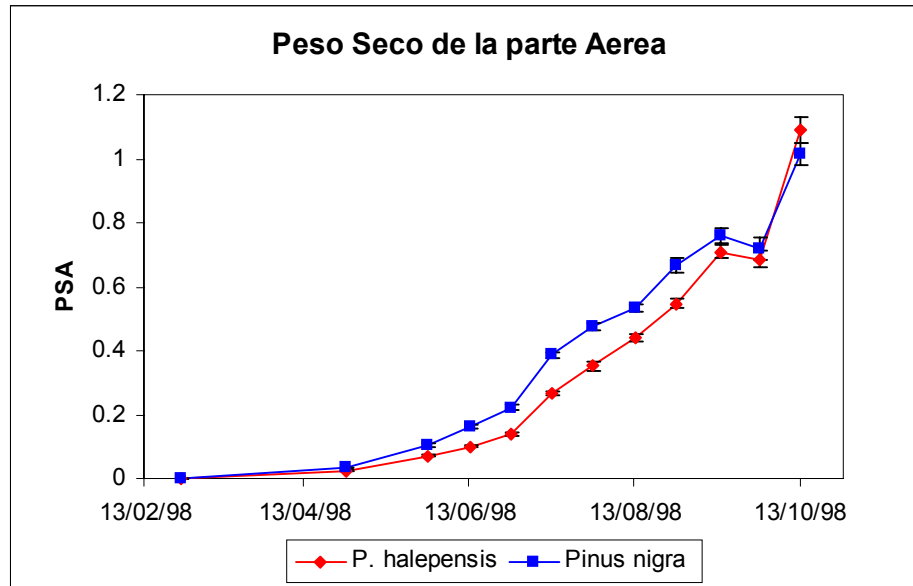


Gráfico 26: Evolución de la variable PSA de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.

Discusión:

Observamos como para el peso seco de la parte aérea, los valores obtenidos en *Pinus nigra* Arn., son superiores a los de *Pinus halepensis* Mill. durante casi todo el cultivo. Esta especie presenta hasta el 28 de junio entre un 33,19 y un 37,55 % más de biomasa aérea, sin embargo, vemos que a partir de esa fecha y hasta el 28 de septiembre, la diferencia porcentual entre ambas especies tiende a disminuir, llegando a igualarse y ser superado por *Pinus halepensis* Mill. en la última extracción. La explicación a este comportamiento, la encontramos en que durante todo el cultivo *Pinus nigra* Arn. presenta un mayor diámetro, y un considerable mayor grosor de las acículas, lo que hace que su peso seco aéreo sea superior al de *Pinus halepensis* Mill., sin embargo en el momento en que se satura el incremento en altura de *Pinus nigra* Arn., unido al fuerte incremento de la altura en la última extracción de *Pinus halepensis* Mill., y a su constante emisión de ramificaciones, hace que el incremento en diámetro detectado en la última extracción de *Pinus nigra* Arn. sea insuficiente para elevar el peso seco aéreo de esta especie, siendo superado en última instancia por *Pinus halepensis* Mill.

Del análisis de la varianza, podemos destacar que las diferencias significativas entre ambas especies se dan hasta el 28 de agosto, considerándolas estadísticamente iguales a partir de esa fecha.

Por último decir que no existe saturación en el incremento de biomasa aérea en ninguna de las dos especies, y solo se detecta un estancamiento del mismo entre el 13 de septiembre y el 28 de septiembre.



➤ **Peso seco de la parte radical: PSR en g.**

Análisis de la Varianza de una vía:

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

Extracción	Días desde el semillado	PSR (g)		Var. en % de ^(*) con respecto a ^(**)	Nivel de significación
		<i>P. halepensis</i> ^(*)	<i>P. nigra</i> ^(**)		
26-02-98	0	0.0000	0.0000	-	-
28-04-98	61	0.0130	0.0208	-41.43	0.0000
28-05-98	91	0.0485	0.0547	-11.32	0.0740
13-06-98	106	0.0837	0.1004	-13.77	0.0000
28-06-98	121	0.1278	0.1541	-17.06	0.0050
13-07-98	136	0.1986	0.2444	-16.44	0.0000
28-07-98	151	0.2783	0.3083	-9.76	0.0260
13-08-98	166	0.3121	0.3771	-16.81	0.0000
28-08-98	181	0.4309	0.5495	-21.57	0.0000
13-09-98	196	0.5265	0.6094	-13.49	0.0000
28-09-98	211	0.5732	0.6572	-12.80	0.0210
13-10-98	226	0.7027	0.8191	-14.20	0.0000

Tabla 28: Análisis de la varianza de una vía de la variable *peso seco de la parte radical* con respecto a 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. Resaltado en amarillo, se indica la primera extracción después de la salida al área sombra del cultivo el 18 de mayo. En rojo se indica la extracción en la que no hubo fertilización (periodo sin fertilización, del 16 de julio al 6 de agosto).

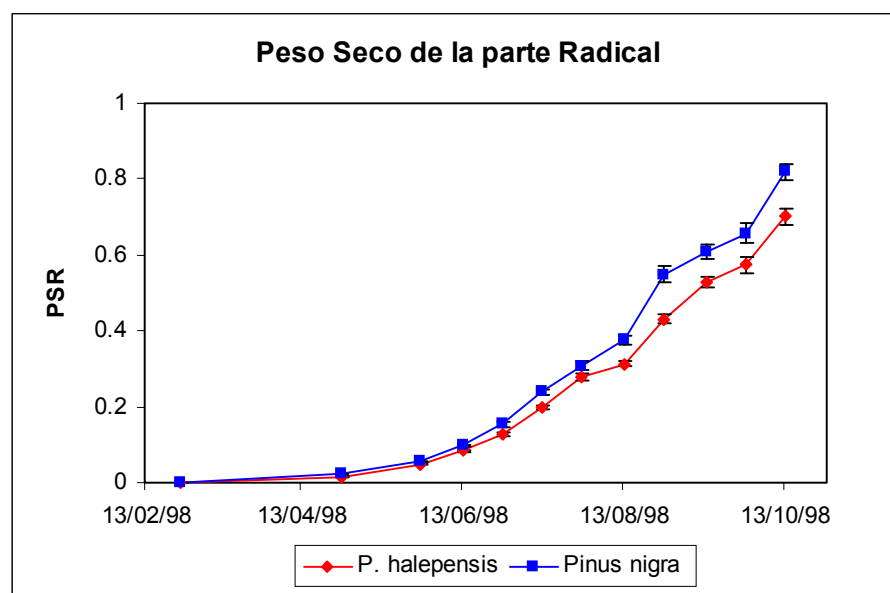


Gráfico 27: Evolución de la variable PSR de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.

**Discusión:**

El análisis de la varianza nos indica que las diferencias estadísticamente significativas se dan entre ambas durante todo el cultivo, con la excepción de la segunda extracción, siendo el peso seco radical en todo momento mayor en *Pinus nigra* Arn. Porcentualmente estas diferencias se estiman en un rango comprendido entre un 10 y un 20 por ciento, no observándose la tendencia a igualar sus pesos como ocurría en caso del peso seco aérea.

Al igual que en la variable anteriormente descrita, no se observa indicios de saturación en el incremento de la biomasa radical en ninguna de las dos especies, tendiendo a incrementarse en todo momento hasta el final del ensayo.

Como nota curiosa se ha constatado que a partir de la extracción realizada el 28 de julio (136 días después del semillado), la colonización por parte del sistema radical de ambas especies, es lo suficientemente importante como para poder extraer el cepellón al completo, es decir que los sistemas radicales son capaces de sostener el sustrato del alvéolo en el que han crecido.

➤ **Peso seco total: PST en g.****Análisis de la Varianza de una vía:**

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

Extracción	Días desde el semillado	PST (g)		Var. en % de ^(*) con respecto a ^(**)	Nivel de significación
		<i>P. halepensis</i> ^(*)	<i>P. nigra</i> ^(**)		
26-02-98	0	0.0000	0.0000	-	-
28-04-98	61	0.0346	0.0531	-37.12	0.0000
28-05-98	91	0.1192	0.1617	-25.76	0.0000
13-06-98	106	0.1830	0.2645	-29.15	0.0000
28-06-98	121	0.2665	0.3762	-29.14	0.0000
13-07-98	136	0.4620	0.6356	-25.73	0.0000
28-07-98	151	0.6300	0.7850	-19.73	0.0000
13-08-98	166	0.7513	0.9288	-17.37	0.0000
28-08-98	181	0.9771	1.2154	-19.60	0.0000
13-09-98	196	1.2366	1.3704	-9.65	0.0060
28-09-98	211	1.2601	1.3762	-8.42	0.1110
13-10-98	226	1.7931	1.8331	-2.17	0.5900

Tabla 29: Análisis de la varianza de una vía de la variable *peso seco total* con respecto a 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. Resaltado en amarillo, se indica la primera extracción después de la salida al área sombra del cultivo el 18 de mayo. En rojo se indica la extracción en la que no hubo fertilización (periodo sin fertilización, del 16 de julio al 6 de agosto).

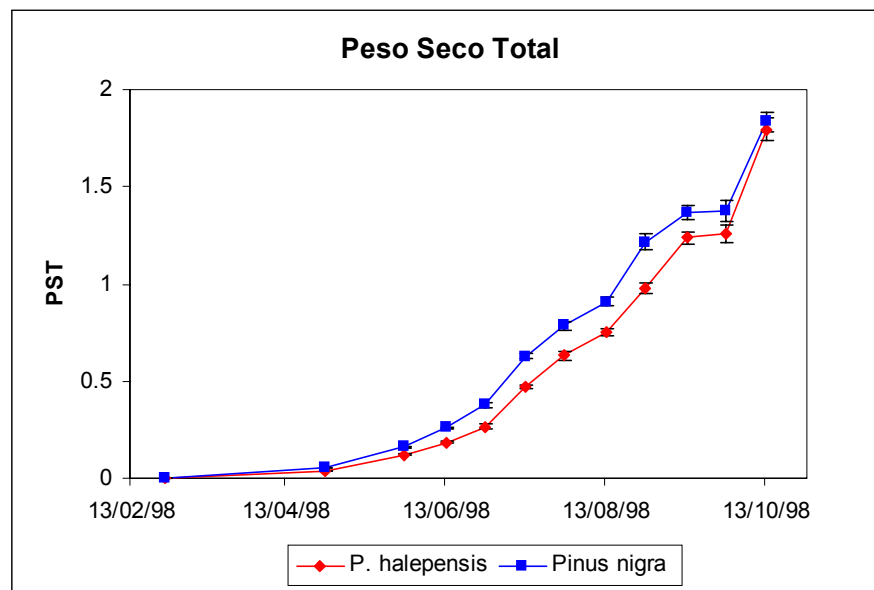


Gráfico 28: Evolución de la variable peso seco total de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.

Discusión:

Teniendo en cuenta que los resultados de esta variable, surgen como consecuencia de la adición de los pesos secos aéreos y radical, comparte muchas de las características de estas variables morfológicas, anteriormente descritas.

Por tanto se observa, que la biomasa total en *Pinus nigra* Arn., es superior durante todo el cultivo a la de *Pinus halepensis* Mill., principalmente debido al mayor diámetro, acículas más gruesas y mayor PSR de esta especie con respecto a *Pinus halepensis* Mill. apareciendo diferencias, estadísticamente significativas ya desde la primera extracción (28 de abril), manteniéndose estas hasta el 28 de septiembre. La desaparición de las diferencias significativas se debe a que la diferencia porcentual entre ambas especies, tiende a hacerse cada vez más pequeña, llegando a ser solo de un 2,18 % al final del cultivo. Los motivos de este acercamiento de los PST, se debe al mayor crecimiento de PSA de *Pinus halepensis* Mill. en el tramo final del ensayo.

Como en los casos anteriores, no se detecta saturación en el incremento de la biomasa total en ninguna de las dos especies, en el momento de la finalización del ensayo.



➤ **Coefficiente de esbeltez: H/D.**

Análisis de la Varianza de una vía:

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

Extracción	Días desde el semillado	H/D (cm/mm)		Var. en % de ^(*) con respecto a ^(**)	Nivel de significación
		<i>P. halepensis</i> ^(*)	<i>P. nigra</i> ^(**)		
26-02-98	0	0.0000	0.0000	-	-
28-04-98	61	0.3712	0.3695	1.64	0.8270
28-05-98	91	1.8325	1.5248	16.79	0.0032
13-06-98	106	2.2392	1.8024	19.50	0.0000
28-06-98	121	2.4662	1.9791	19.75	0.0000
13-07-98	136	3.6414	2.1737	40.30	0.0000
28-07-98	151	3.5942	2.1740	39.51	0.0000
13-08-98	166	3.4122	2.1633	36.60	0.0000
28-08-98	181	3.5645	2.0462	42.59	0.0000
13-09-98	196	3.7936	2.0454	46.08	0.0000
28-09-98	211	3.7453	1.8216	51.36	0.0000
13-10-98	226	3.7866	1.8116	52.16	0.0000

Tabla 30: Análisis de la varianza de una vía de la variable *coeficiente de esbeltez* con respecto a 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. Resaltado en amarillo, se indica la primera extracción después de la salida al área sombra del cultivo el 18 de mayo. En rojo se indica la extracción en la que no hubo fertilización (periodo sin fertilización, del 16 de julio al 6 de agosto).

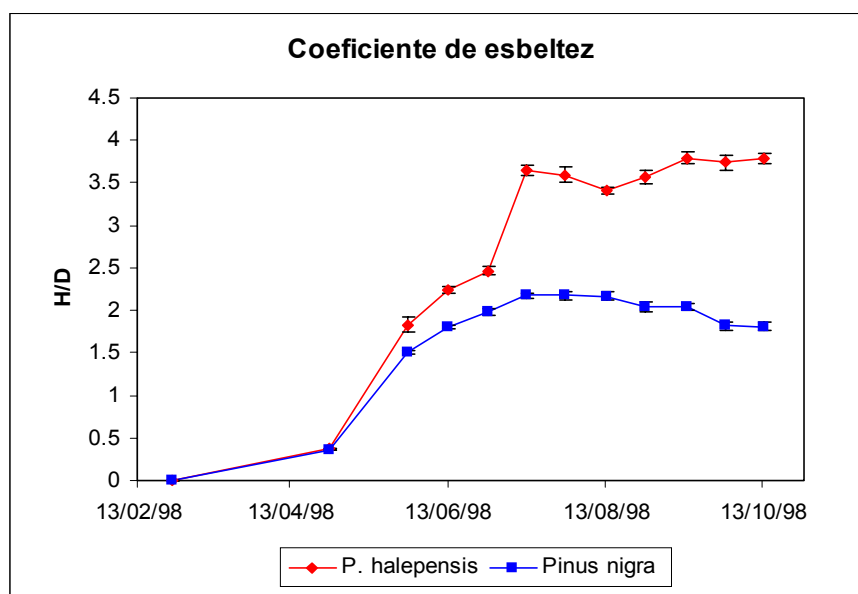


Gráfico 29: Evolución de la variable coef. de esbeltez de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.

**Discusión:**

La evolución de la variable coeficiente de esbeltez presenta un comportamiento muy diferente en *Pinus halepensis* Mill. y en *Pinus nigra* Arn. El análisis de la varianza indica que ya desde el 28 de mayo se aprecian diferencias estadísticamente significativas, que se mantienen hasta el final del cultivo.

En el caso de *Pinus halepensis* Mill., este índice crece rápidamente hasta el 13 de julio, lo que significa un mayor peso de la variable altura con respecto al diámetro en el aproximadamente primer tercio del cultivo. A partir de esa fecha los valores registrados se estabilizan en un rango que oscila entre un 3,41 y un 3,79 cm/mm.

Con respecto a *Pinus nigra* Arn., al igual que ocurría con *Pinus halepensis* Mill., vemos que su valor aumenta hasta el 13 de julio, solo que en menor medida. A partir de esta extracción y hasta la realizada el 13 de agosto, este índice se estabiliza en torno a unos 2,17 cm/mm, tendiendo a disminuir desde este momento hasta el final del cultivo. Por tanto podemos distinguir tres fases claramente diferenciadas: una inicial, en la que los incrementos en altura predominan sobre los incrementos en diámetro, una intermedia, localizada en el periodo central del verano, en la que tanto altura como diámetro adquieren la misma importancia, y finalmente, una fase en la el factor que adquiere mayor peso en el coeficiente, es el diámetro.

Por ultimo, decir que los coeficientes de esbeltez de *Pinus halepensis* Mill., son muy superiores a los de *Pinus nigra* Arn., llegando a ser estas diferencias de más de un 50 % al final del periodo de ensayo.



➤ **Ratio PSA/PST: PSA/PST.**

Análisis de la Varianza de una vía:

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

Extracción	Días desde el semillado	PSA/PST		Var. en % de ^(*) con respecto a ^(**)	Nivel de significación
		<i>P. halepensis</i> ^(*)	<i>P. nigra</i> ^(**)		
26-02-98	0	0.0000	0.0000	-	-
28-04-98	61	0.6215	0.6164	0.87	0.8148
28-05-98	91	0.5963	0.6590	-9.29	0.0000
13-06-98	106	0.5446	0.6200	-12.73	0.0000
28-06-98	121	0.5203	0.5882	-11.56	0.0000
13-07-98	136	0.5672	0.6158	-7.93	0.0000
28-07-98	151	0.5543	0.6085	-8.92	0.0000
13-08-98	166	0.5826	0.5944	-1.00	0.0450
28-08-98	181	0.5590	0.5477	2.04	0.1610
13-09-98	196	0.5736	0.5536	3.48	0.0200
28-09-98	211	0.5447	0.5202	4.48	0.0340
13-10-98	226	0.6052	0.5500	9.10	0.0000

Tabla 31: Análisis de la varianza de una vía de la variable *ratio PSA/PST* con respecto a 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. Resaltado en amarillo, se indica la primera extracción después de la salida al área sombra del cultivo el 18 de mayo. En rojo se indica la extracción en la que no hubo fertilización (periodo sin fertilización, del 16 de julio al 6 de agosto).

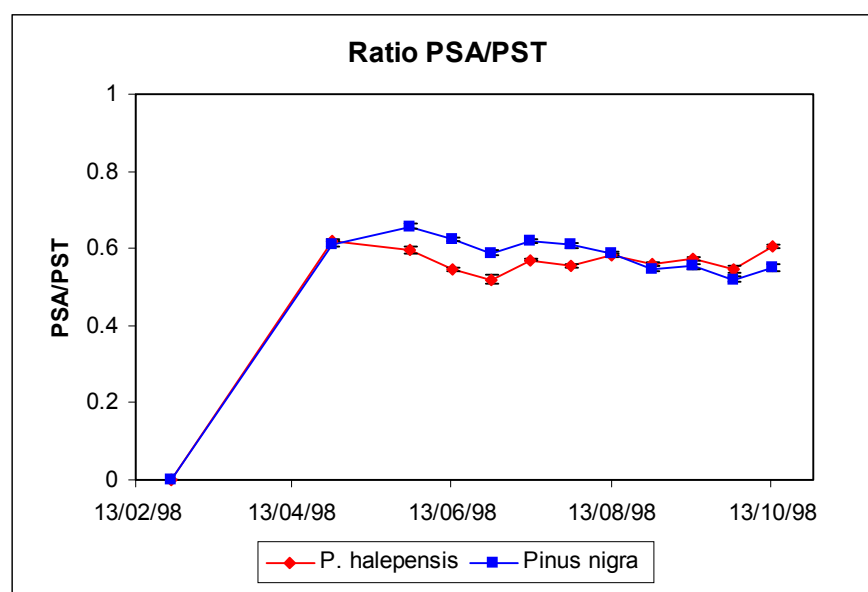


Gráfico 30: Evolución de la variable ratio PSA/PST de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.



➤ **Ratio PSR/PST: PSR/PST.**

Análisis de la Varianza de una vía:

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

Extracción	Días desde el semillado	PSR/PST		Var. en % de ^(*) con respecto a ^(**)	Nivel de significación
		<i>P. halepensis</i> ^(*)	<i>P. nigra</i> ^(**)		
26-02-98	0	0.0000	0.0000	-	-
28-04-98	61	0.3785	0.3836	-1.32	0.8148
28-05-98	91	0.4037	0.3410	15.13	0.0000
13-06-98	106	0.4554	0.3800	16.55	0.0000
28-06-98	121	0.4797	0.4118	14.17	0.0000
13-07-98	136	0.4328	0.3842	11.43	0.0000
28-07-98	151	0.4457	0.3915	12.18	0.0000
13-08-98	166	0.4174	0.4056	1.41	0.0450
28-08-98	181	0.4410	0.4525	-2.52	0.1610
13-09-98	196	0.4264	0.4464	-4.81	0.0430
28-09-98	211	0.4553	0.4798	-5.08	0.0340
13-10-98	226	0.3948	0.4500	-12.24	0.0000

Tabla 32: Análisis de la varianza de una vía de la variable *ratio PSR/PST* con respecto a 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. Resaltado en amarillo, se indica la primera extracción después de la salida al área sombra del cultivo el 18 de mayo. En rojo se indica la extracción en la que no hubo fertilización (periodo sin fertilización, del 16 de julio al 6 de agosto).

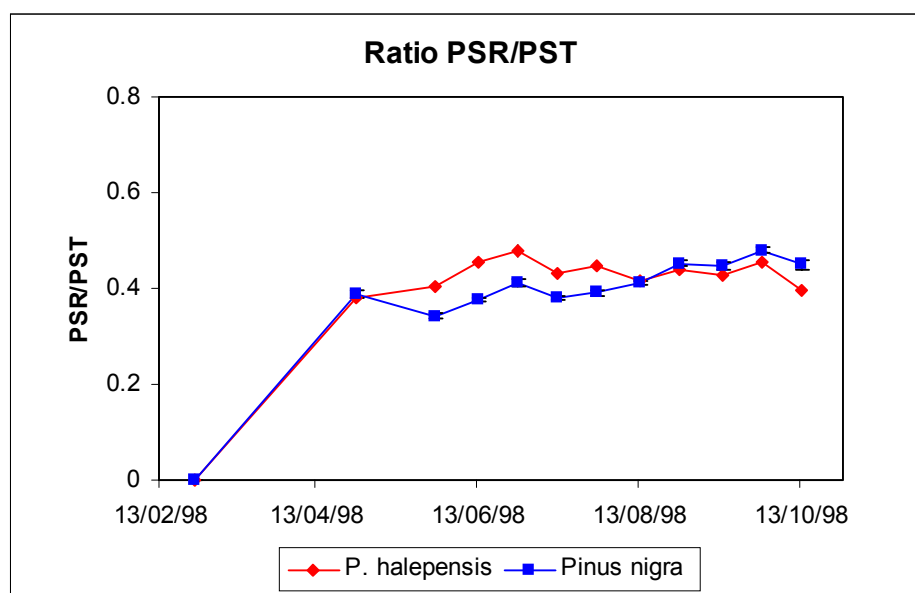


Gráfico 31: Evolución de la variable ratio PSR/PST de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.



➤ **Ratio PSA/PSR: PSA/PSR.**

Análisis de la Varianza de una vía:

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

Extracción	Días desde el semillado	PSA/PSR		Var. en % de (*) con respecto a (**)	Nivel de significación
		<i>P. halepensis</i> (*)	<i>P. nigra</i> (**)		
26-02-98	0	0.0000	0.0000	-	-
28-04-98	61	1.6627	1.7556	-5.29	0.8148
28-05-98	91	1.5081	1.9665	-22.66	0.0000
13-06-98	106	1.2419	1.6630	-26.09	0.0000
28-06-98	121	1.2468	1.4518	-14.12	0.2830
13-07-98	136	1.3262	1.6371	-19.38	0.0000
28-07-98	151	1.2585	1.5838	-20.54	0.0000
13-08-98	166	1.4093	1.4924	-3.45	0.0260
28-08-98	181	1.2769	1.2287	3.76	0.2230
13-09-98	196	1.3577	1.2754	6.07	0.0570
28-09-98	211	1.2347	1.0997	10.92	0.0230
13-10-98	226	1.5577	1.2669	18.66	0.0000

Tabla 33: Análisis de la varianza de una vía de la variable *ratio PSA/PSR* con respecto a 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. Resaltado en amarillo, se indica la primera extracción después de la salida al área sombrea del cultivo el 18 de mayo. En rojo se indica la extracción en la que no hubo fertilización (periodo sin fertilización, del 16 de julio al 6 de agosto).

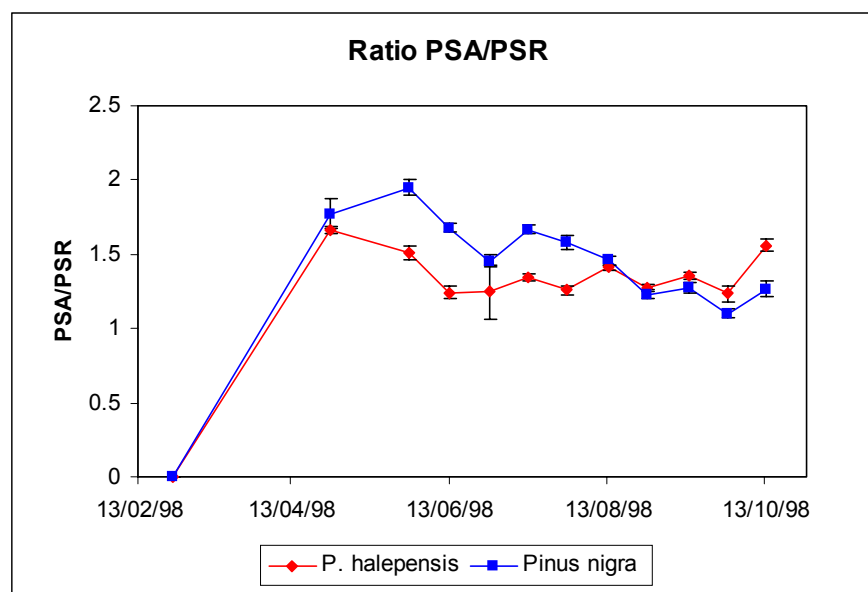


Gráfico 32: Evolución de la variable ratio PSA/PSR de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.

**Discusión de los resultados de los ratios PSA/PST, PSR/PST y PSA/PSR:**

Dado que tanto los ratios PSA/PST, PSR/PST como el ratio PSA/PSR están íntimamente relacionados, procederemos a discutir sus resultados en conjunto.

Con respecto al análisis de la varianza, el estudio indica que las diferencias significativas se manifiestan desde de 25 de mayo hasta el 13 de agosto y del 13 de septiembre al 13 de octubre. Este hecho se deriva, de la propia evolución de los ratios entre ambas especies. En concreto, observamos, que en la relación PSA/PST los resultados obtenidos para *Pinus nigra* Arn., son mayores que en *Pinus halepensis* Mill., pero este índice evoluciona de tal manera que llega a igualarse en ambas especies el 28 de agosto, para a continuación ser superado por *Pinus halepensis* Mill., manteniéndose así hasta el final del cultivo. La explicación a este comportamiento se debe a que a pesar de que *Pinus nigra* Arn. supera en valores absolutos en PSA y PSR a los de *Pinus halepensis* Mill., la importancia sobre el peso seco total del peso seco aéreo es mayor en *Pinus nigra* Arn. que en *Pinus halepensis* Mill., pero como la evolución de este ratio en *Pinus nigra* Arn. es decreciente (pierde importancia la componente aérea a favor de la radical) a lo largo del tiempo, mientras que este índice se mantiene mas o menos constante en *Pinus halepensis* Mill., llega un momento en que se igualan para ser finalmente superado por el ratio PSA/PST de *Pinus halepensis* Mill.

En la siguiente tabla se resumen los rangos entre los que los oscilan los ratios de ambas especies durante todo el cultivo:

	PSA/PST	PSR/PST
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	0.5203 - 0.6202	0.3798 - 0.4797
<i>Pinus nigra</i> Arn.	0.5202 – 0.6590	0.3410 – 0.4798

El ratio PSA/PSR a su vez nos sirve como complemento a los anteriores, ya que refleja de una manera más clara y directa la relación porcentual entre en peso seco aéreo y el peso seco radical.

Este es un índice que tiene interpretaciones contradictorias dependiendo del autor consultado, sin embargo los rangos mas habituales para este índice son los que se detallan a continuación:

	Ratio PSA/PSR		
	<i>Optimos</i>	<i>Aceptables</i>	<i>No aceptables</i>
Mexal & Dougherty, 1983	1.5 – 2.5	1.5 – 2.0	>2.5 y <1.5
Royo et al, 1997	1.0	-	>3



Los rangos óptimos aproximados obtenidos en el Centro de Mejora Forestal “El Serranillo” para diferentes especies son:

Especies	Rango PSA/PSR
<i>Q. ilex</i>	0.5 – 0.7
<i>P. pinea</i>	2.5 – 3.5
<i>P. pinaster</i>	2.0 – 2.5
<i>P. halepensis</i>	1.5 – 2.0

Los resultados del peso seco aéreo son superiores a los del peso seco radical a lo largo de todo el cultivo, aunque como dijimos anteriormente, en *Pinus nigra* Arn. la importancia de la componente aérea tiende a hacerse cada vez más pequeña a lo largo del ensayo, mientras que en *Pinus halepensis* Mill. se observa que es más o menos constante. Del análisis de la varianza recogemos que existen 3 fases bien diferenciadas: una desde el inicio del cultivo hasta el 13 de agosto, en donde se dan diferencias significativas entre ambas especies, y el ratio PSA/PSR es mayor en *Pinus nigra* Arn. Una segunda, del 13 de agosto al 13 de septiembre, en que ambas especies tienden a igualarse, pero en la que *Pinus halepensis* Mill. supera a la otra especie. Y finalmente una tercera fase, en la que las diferencias vuelven a ser significativas debido al incremento porcentual progresivo entre ambas especies.

➤ **Altura del sistema radical:** Hraiz en cm.

Análisis de la Varianza de una vía:

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

Extracción	Días desde el semillado	Altura del sistema radical		Var. en % de (*) con respecto a (**)	Nivel de significación
		<i>P. halepensis</i> (*)	<i>P. nigra</i> (**)		
28-09-98	211	10.99	10.38	5.53	0.0030
13-10-98	226	11.04	10.61	3.92	0.0900

Tabla 34: Análisis de la varianza de una vía de la variable *altura del sistema radical* con respecto a 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.

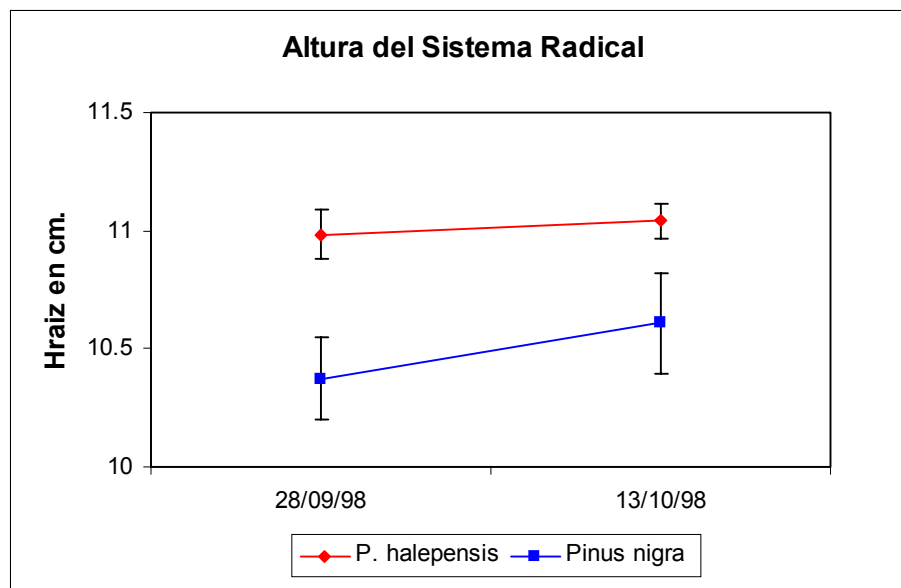


Gráfico 33: Evolución de la variable altura del sistema radical de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.

Discusión:

Esta variable, junto con la estimación de la abundancia de puntas blancas, y el nivel de micorrización, fue una de las que se tomó registro en las dos últimas extracciones para completar el estudio de la morfología, y aunque nos pueda servir como complemento en la caracterización del sistema radical fundamentalmente, no hay que olvidar que el principal factor que influye en esta variable es el tipo y tamaño del contenedor en el que se han desarrollado las plántulas.

Cabe destacar, que la altura del sistema radical, tomado como tal, la altura comprendida entre el final del cepellón y la primera ramificación del sistema radical, es siempre mayor en *Pinus halepensis* Mill., pero solo es estadísticamente diferente con respecto a *Pinus nigra* Arn. en la extracción realizada el 28 de septiembre. Mientras que *Pinus halepensis* Mill. no presenta incremento alguno de la altura de su sistema radical (de lo que se deduce que debió alcanzar su longitud definitiva antes de esta fecha), *Pinus nigra* Arn. aumenta sus dimensiones en un 2,19 % aproximadamente.

Al final del cultivo la altura del sistema radical supone en *Pinus halepensis* Mill. un 73,60 % de la altura total del alvéolo (15 cm), mientras que en *Pinus nigra* Arn. este porcentaje se reduce al 70,73 %, lo que indica un buen nivel de colonización longitudinal por parte del sistema radical en ambas especies.



➤ **Índice de calidad de Dickson: QI.**

Este índice indica la potencialidad de la planta tanto de crecer como de sobrevivir en un ambiente dado. Este índice es capaz de predecir la calidad de la planta basado en el entorno nutritivo en el que se han desarrollado las mismas (THOMPSON, 1985).

Su expresión matemática es la siguiente:

$$QI = \frac{\text{Peso seco total (gr)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Peso seco de la parte aérea (gr)}}{\text{Peso seco de la parte radical (gr)}}$$

Análisis de la Varianza de una vía:

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

Extracción	Días desde el semillado	PSA/PSR		Var. en % de ^(*) con respecto a ^(**)	Nivel de significación
		<i>P. halepensis</i> ^(*)	<i>P. nigra</i> ^(**)		
26-02-98	0	0.0000	0.0000	-	-
28-04-98	61	0.0170	0.0299	-43.14	0.0570
28-05-98	91	0.0363	0.0467	-22.31	0.0670
13-06-98	106	0.0534	0.0747	-28.51	0.0140
28-06-98	121	0.0751	0.1103	-32.00	0.0000
13-07-98	136	0.0939	0.1657	-43.30	0.0000
28-07-98	151	0.1263	0.2116	-38.89	0.0000
13-08-98	166	0.1561	0.2557	-38.96	0.0000
28-08-98	181	0.2019	0.3748	-46.15	0.0000
13-09-98	196	0.2404	0.4175	-42.39	0.0000
28-09-98	211	0.2557	0.4741	-46.06	0.0000
13-10-98	226	0.3359	0.6032	-44.31	0.0000

Tabla 35: Análisis de la varianza de una vía de la variable *índice de calidad de Dickson* con respecto a 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. Resaltado en amarillo, se indica la primera extracción después de la salida al área sombra del cultivo el 18 de mayo. En rojo se indica la extracción en la que no hubo fertilización (periodo sin fertilización, del 16 de julio al 6 de agosto).

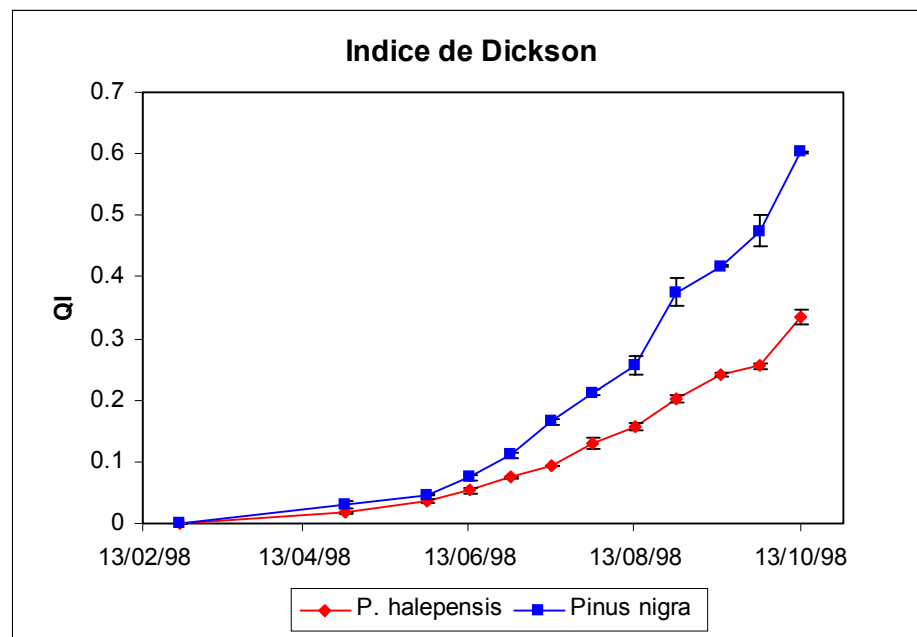


Gráfico 34: Evolución de la variable índice de Dickson de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.

Discusión:

El índice de calidad de Dickson, es un índice que fue diseñado para predecir la calidad de las plántulas que se ha desarrollado en un determinado entorno nutritivo, a través de una serie de parámetros morfológicos (THOMPSON, 1985). Según éste y otros autores, bajos coeficientes de esbeltez y bajos ratios PSA/PSR confieren a las plántulas, mayor capacidad de arraigo y mejores tasas de supervivencia postplantación. De este hecho se deduce por tanto que cuanto mayor sea el índice de calidad de Dickson esta será de mayor calidad.

En cuanto a los resultados obtenidos, *Pinus nigra* Arn. presenta valores de QI mayores que los de *Pinus halepensis* Mill., desde el principio del ensayo, sin embargo, las diferencias estadísticamente significativas solo se dan a partir del 13 de junio. Las diferencias en valor porcentual aumentan a lo largo del tiempo, llegando a ser del 45 por ciento al final del cultivo. En teoría y según este índice, las plántulas de *Pinus nigra* Arn. se encuentran más proporcionadas y equilibradas que las de *Pinus halepensis* Mill.

En ambas especies la evolución del índice de calidad de Dickson es siempre creciente hasta el final del ensayo, por lo que a priori no podemos pronosticar cual sería su evolución en los siguientes meses.

➤ **Tasa de crecimiento relativo: R_w**

Este es uno de los índice más importantes en los análisis de crecimiento. Expresa el crecimiento en términos de peso por unidad de tiempo, es decir la cantidad de nueva materia que es capaz de producir una planta (VAN DEN DRIESCHE, 1991).



Su expresión matemática es:

$$R_W = \frac{\ln(PST_{n+1}) - \ln(PST_n)}{t_{n+1} - t_n}$$

Siendo PST_{n+1} y PST_n el peso seco total de las sucesivas extracciones y $t_{n+1} - t_n$ el tiempo transcurrido en semanas entre extracciones.

Análisis de la Varianza de una vía:

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

Periodo	Duración del periodo	Tasa de crec. relativo		Var. en % de ^(*) con respecto a ^(**)	Nivel de significación
		<i>P. halepensis</i> ^(*)	<i>P. nigra</i> ^(**)		
Del 26-02-98 al 28-04-98	61	-0.8437	-0.7283	-13.67	0.0100
Del 28-04-98 al 28-05-98	30	0.3068	0.5412	-43.32	0.0000
Del 28-05-98 al 13-06-98	15	0.2221	0.2350	-5.49	0.7880
Del 13-06-98 al 28-06-98	15	0.1899	0.1904	-0.2627	0.9910
Del 28-06-98 al 13-07-98	15	0.2831	0.2552	9.85	0.1710
Del 13-07-98 al 28-07-98	15	0.1429	0.1129	21.06	0.4810
Del 28-07-98 al 13-08-98	15	0.0909	0.0732	19.45	0.5270
Del 13-08-98 al 28-08-98	15	0.1313	0.1437	-8.63	0.6270
Del 28-08-98 al 13-09-98	15	0.1187	0.0618	47.89	0.2510
Del 13-09-98 al 28-09-98	15	0.0085	0.0006	92.74	0.8880
Del 28-09-98 al 13-10-98	15	0.1755	0.1452	17.32	0.4480

Tabla 36: Análisis de la varianza de una vía de la variable *tasa de crecimiento relativo* con respecto a 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. Resaltado en amarillo, se indica el periodo en el que se produce la salida al área sombrea del cultivo (18 de mayo). En rojo se indican los periodos en la que parcialmente no hubo fertilización (periodo sin fertilización, del 16 de julio al 6 de agosto).

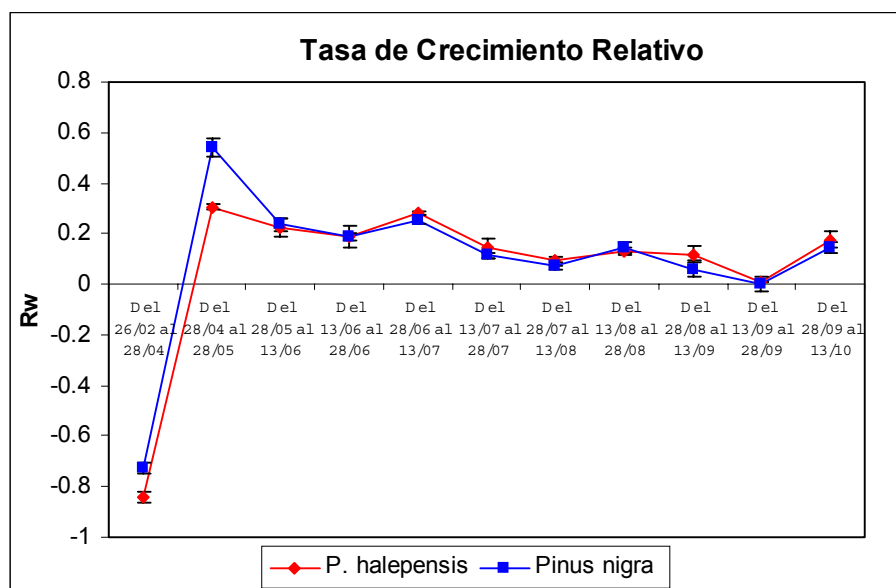


Gráfico 35: Evolución de la variable tasa de crec. relativo de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.

➤ **Incremento de la tasa de crecimiento relativo: ΔR_w**

Una variante de la tasa de crecimiento relativo es el incremento de la tasa de crecimiento relativo. Este índice expresa la variación de la tasa de crecimiento relativo de una extracción a otra (VAN DEN DRIESSCHE, 1991).

Su expresión matemática es:

$$\Delta R_w = \frac{\ln (PST_{n+1} - PST_n) - \ln (PST_n - PST_{n-1})}{t_{n+1} - t_n}$$

Siendo $(PST_{n+1} - PST_n)$ el incremento de peso seco de una extracción y $(PST_n - PST_{n-1})$ el incremento de peso seco de la extracción anterior.

Análisis de la Varianza de una vía:

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



Periodo	Duración del periodo	ΔR_w		Var. en % de ^(*) con respecto a ^(**)	Nivel de significación
		<i>P. halepensis</i> ^(*)	<i>P. nigra</i> ^(**)		
Del 26-02-98 al 28-04-98	61	-0.8437	-0.7283	-13.67	0.0100
Del 28-04-98 al 28-05-98	30	0.2201	0.1658	24.53	0.1070
Del 28-05-98 al 13-06-98	15	-0.1430	-0.0575	-59.86	0.5810
Del 13-06-98 al 28-06-98	15	0.1475	0.0679	-53.96	0.7100
Del 28-06-98 al 13-07-98	15	0.4447	0.4182	5.93	0.8630
Del 13-07-98 al 28-07-98	15	-0.2328	-0.2366	1.60	0.9880
Del 28-07-98 al 13-08-98	15	-0.0460	-0.1607	71.37	0.7540
Del 13-08-98 al 28-08-98	15	0.3217	0.4812	-32.06	0.5200
Del 28-08-98 al 13-09-98	15	0.0327	-1.2606	102.58	0.2590
Del 13-09-98 al 28-09-98	15	0.1500	1.5275	-918.33	0.6210
Del 28-09-98 al 13-10-98	15	0.4912	0.4462	9.16	0.9340

Tabla 37: Análisis de la varianza de una vía de la variable *incremento de la tasa de crecimiento relativo* con respecto a 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. Resaltado en amarillo, se indica el periodo en el que se produce la salida al área sombra del cultivo (18 de mayo). En rojo se indican los periodos en la que parcialmente no hubo fertilización (periodo sin fertilización, del 16 de julio al 6 de agosto).

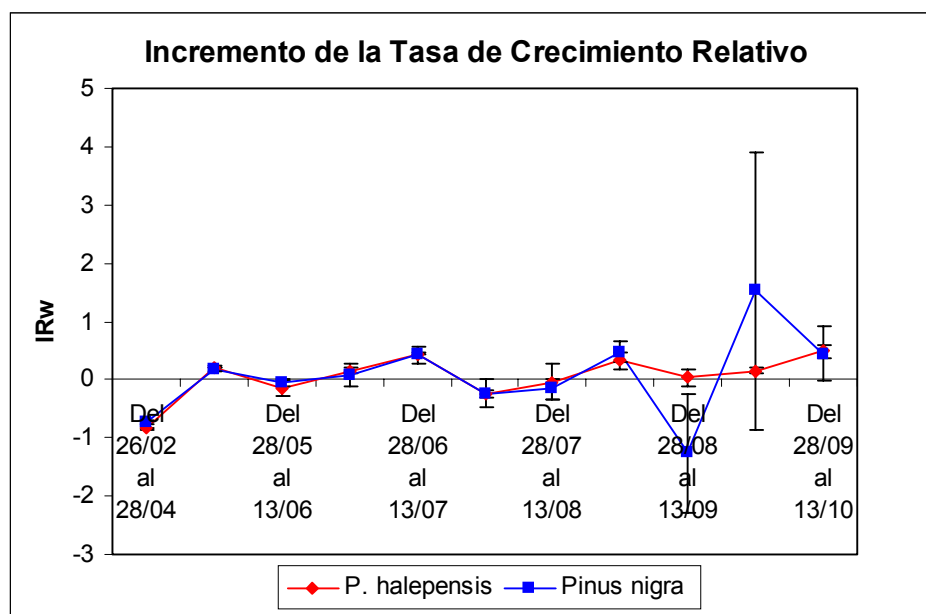


Gráfico 36: Evolución de la variable incremento de la tasa de crecimiento relativo de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.



Discusión de los índices Tasa de crecimiento relativo e Incremento de la tasa de crecimiento relativo:

La tasa de crecimiento relativo, como dijimos, es uno de los índices más importantes, ya que expresa la cantidad de materia que es capaz de producir determinada cantidad de biomasa dada (gr. nueva materia/gr. de PST*semana).

Según Van Den Driessche, la tasa de crecimiento relativo, en términos generales, desciende con el tiempo, muy probablemente debido a que este índice está íntimamente relacionado con el tamaño de las plántulas, ya que, según este autor, la proporción de tejido con capacidad asimilatoria disminuye con el tamaño de la planta, transformándose en biomasa no asimiladora. Este comportamiento se confirma al comprobar las tasas de crecimiento relativo en ambas especies, que curiosamente presentan una evolución decreciente prácticamente exacta durante todo el periodo del ensayo. La tasa de crecimiento relativo es superior en *Pinus nigra* Arn. que *Pinus halepensis* Mill. hasta el 28 de junio, es decir crece antes, siendo *Pinus halepensis* Mill. el que presenta tasas de crecimiento relativo superiores a partir de esa fecha. Observando el incremento de la tasa de crecimiento, vemos que al igual que la variable anterior, ambas especies aumentan y disminuyen sus valores de ΔR_w de forma pareja, lo que a su vez viene a explicar el por que de la evolución tan similar de la tasa de crecimiento relativo. Los mayores incrementos de la tasa de crecimiento relativo en *Pinus halepensis* Mill., los encontramos entre el 28 de junio y el 13 de julio, y entre el 28 de septiembre y el 13 de octubre, mientras que en el caso de *Pinus nigra* Arn. los periodos de mayor crecimiento se sitúan entre el 13 de agosto y el 28 de agosto, y entre el 13 de septiembre y el 28 de septiembre.

Llama la atención que la tasa de crecimiento relativo en el primer periodo fuese negativa, y si bien la fórmula permite que ocurran estos casos, biológicamente es imposible, por lo que a todos los efectos debe considerarse estos valores como cero.

➤ **Tasa de peso radical (root weight ratio): RWR**

Siendo RWR (root weight ratio) tasa de peso radical:

$$RWR = \frac{\left(\frac{PSR_n}{PST_n} + \frac{PSR_{n+1}}{PST_{n+1}} \right)}{2}$$

**Análisis de la Varianza de una vía:**

En la siguiente tabla aparecen los resultados de la ANOVAS de una vía para la variable *tasa de peso radical* con respecto a la *especie* para comprobar si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en las sucesivas extracciones. En este caso solo disponemos de seis extracciones, que corresponden con el número de datos de contenidos en nitrógeno hallados.

Periodo	Duración del periodo	RWR		Var. en % de ^(*) con respecto a ^(**)	Nivel de significación
		<i>P. halepensis</i> ^(*)	<i>P. nigra</i> ^(**)		
Del 26-02-98 al 28-04-98	61	0.687	0.698	-1.57	0.3800
Del 28-04-98 al 13-06-98	45	0.415	0.386	7.02	0.1230
Del 13-06-98 al 13-07-98	30	0.441	0.378	14.09	0.0030
Del 13-07-98 al 13-08-98	30	0.421	0.397	5.74	0.0750
Del 13-08-98 al 13-09-98	30	0.421	0.428	-1.66	0.5170
Del 13-09-98 al 13-10-98	30	0.409	0.446	-8.18	0.0010

Tabla 38: Análisis de la varianza de una vía de la variable *tasa de peso radical* con respecto a 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, sustituyéndose la media por la mediana como medida de tendencia central (valores marcados en azul). Resaltado en amarillo, se indica el periodo en el que se produce la salida al área sombreada del cultivo (18 de mayo). En rojo se indica el periodo en la que parcialmente no hubo fertilización (periodo sin fertilización, del 16 de julio al 6 de agosto).

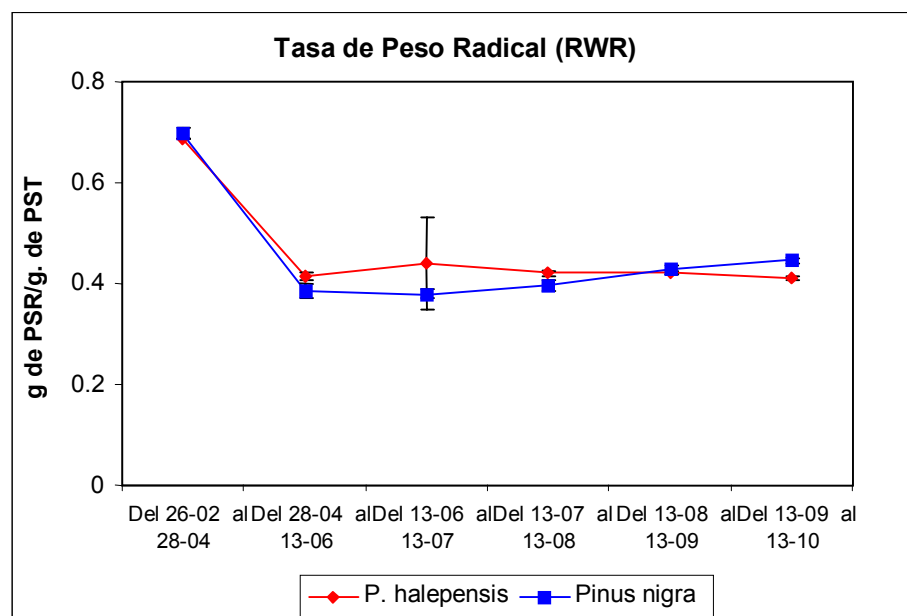




Gráfico 37: Evolución de la variable tasa de peso radical de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.

Discusión:

El RWR es un índice que expresa la proporción de peso seco radical con respecto al peso seco total, promediado entre dos extracciones consecutivas. Este índice es uno de los que integran la fórmula de la tasa de crecimiento relativo en función del contenido en nitrógeno (NORGREN, 1996),

Ambas especies presentan una evolución muy parecida con respecto a RWR, se produce un descenso muy pronunciado al principio del cultivo, para mantenerse en valores relativamente constantes en el resto de los intervalos del ensayo.

➤ **Disponibilidad de nitrógeno:** N/RW

Siendo N/RW la disponibilidad de nitrógeno:

$$\frac{N}{RW} = \frac{\left(\frac{N_n}{PSR_n} + \frac{N_{n+1}}{PSR_{n+1}} \right)}{2}$$

Análisis de la Varianza de una vía:

En la siguiente tabla aparecen los resultados de la ANOVAS de una vía para la variable *disponibilidad de nitrógeno* con respecto a la *especie* para comprobar si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en las sucesivas extracciones. En este caso solo disponemos de seis extracciones, que corresponden con el número de datos de contenidos en nitrógeno hallados.

Periodo	Duración del periodo	Disp. de Nitrógeno		Var. en % de ^(*) con respecto a ^(**)	Nivel de significación
		<i>P. halepensis</i> ^(*)	<i>P. nigra</i> ^(**)		
Del 26-02-98 al 28-04-98	61	0.0724	0.0248	65.83	0.0000
Del 28-04-98 al 13-06-98	45	0.0606	0.0427	29.70	0.0110
Del 13-06-98 al 13-07-98	30	0.0405	0.0393	3.79	0.4350
Del 13-07-98 al 13-08-98	30	0.0455	0.0342	24.79	0.0040
Del 13-08-98 al 13-09-98	30	0.0388	0.0282	27.37	0.0140
Del 13-09-98 al 13-10-98	30	0.0305	0.0277	9.22	0.0280

Tabla 39: Análisis de la varianza de una vía de la variable *disponibilidad de nitrógeno* con respecto a 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. Resaltado en amarillo, se indica el periodo en el que se produce la salida al área sombrea del cultivo (18 de mayo). En rojo se indica el periodo en la que parcialmente no hubo fertilización (periodo sin fertilización, del 16 de julio al 6 de agosto).

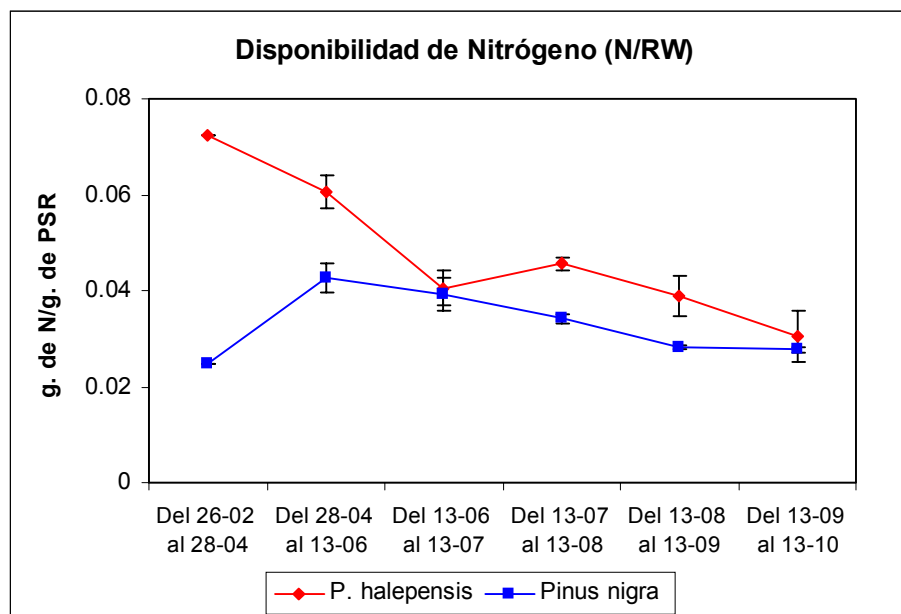


Gráfico 38: Evolución de la variable disponibilidad de nitrógeno de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.

Discusión:

La disponibilidad de nitrógeno es el segundo término de la ecuación de la tasa de crecimiento relativo en función del contenido en nitrógeno, y expresa los gramos de nitrógeno por gramo de biomasa radical presente en cada planta entre dos extracciones consecutivas. (NORGREN, 1996)

Tras el estudio del análisis de la varianza, observamos que en este índice las diferencias estadísticamente significativas se dan desde el principio del ensayo hasta el final del mismo, con la excepción del periodo comprendido entre el 13 de junio y el 13 de julio, en el que ambas especies disponen de una cantidad de nitrógeno semejante.

Pinus halepensis Mill. dispone en todo momento de una cantidad de nitrógeno mayor a la de *Pinus nigra* Arn., sin embargo vemos que la evolución del mismo difiere entre ambas especies. En *Pinus halepensis* Mill. se produce un decrecimiento de la cantidad de nitrógeno, hasta el periodo que va desde el 13 de junio al 13 de julio, y tras un ligero crecimiento del mismo, acaba perdiendo nitrógeno disponible hasta el final del periodo de estudio. En el caso de *Pinus nigra* Arn., se observa que tras un primer periodo en el que crece la disponibilidad de nitrógeno, este sigue una línea decreciente hasta el final del ensayo.



➤ **Eficiencia en el uso del nitrógeno: NUE**

Y siendo NUE la eficiencia en el uso del nitrógeno:

$$NUE = \frac{(PST_{n+1} - PST_n)}{(t_{n+1} - t_n)} * \frac{(LnN_{n+1} - LnN_n)}{(N_{n+1} - N_n)}$$

en donde N indica en contenido total de nitrógeno por planta en gramos.

Esta es una forma de expresar la producción de materia seca por unidad de tiempo en función de la tasa de asimilación del nitrógeno por unidad de tiempo. (VAN DEN DRIESSCHE, 1991).

Análisis de la Varianza de una vía:

En la siguiente tabla aparecen los resultados de la ANOVAS de una vía para la variable *eficiencia en el uso del nitrógeno* con respecto a la *especie* para comprobar si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en las sucesivas extracciones. En este caso solo disponemos de seis extracciones, que corresponden con el número de datos de contenidos en nitrógeno hallados.

Periodo	Duración del periodo	NUE		Var. en % de con respecto a ^(*) ^(**)	Nivel de significación
		<i>P. halepensis</i> ^(*)	<i>P. nigra</i> ^(**)		
Del 26-02-98 al 28-04-98	61	-24.117	44.362	-154.35	0.0000
Del 28-04-98 al 13-06-98	45	80.484	80.751	-0.32	0.9590
Del 13-06-98 al 13-07-98	30	77.537	95.896	-19.13	0.0020
Del 13-07-98 al 13-08-98	30	84.258	207.552	-59.40	0.0780
Del 13-08-98 al 13-09-98	30	127.649	105.401	17.42	0.7410
Del 13-09-98 al 13-10-98	30	100.416	79.096	21.23	0.5870



Tabla 40: Análisis de la varianza de una vía de la variable *eficiencia en el uso del nitrógeno* con respecto a 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. Resaltado en amarillo, se indica el periodo en el que se produce la salida al área sombrea del cultivo (18 de mayo). En rojo se indica el periodo en el que parcialmente no hubo fertilización (periodo sin fertilización, del 16 de julio al 6 de agosto).

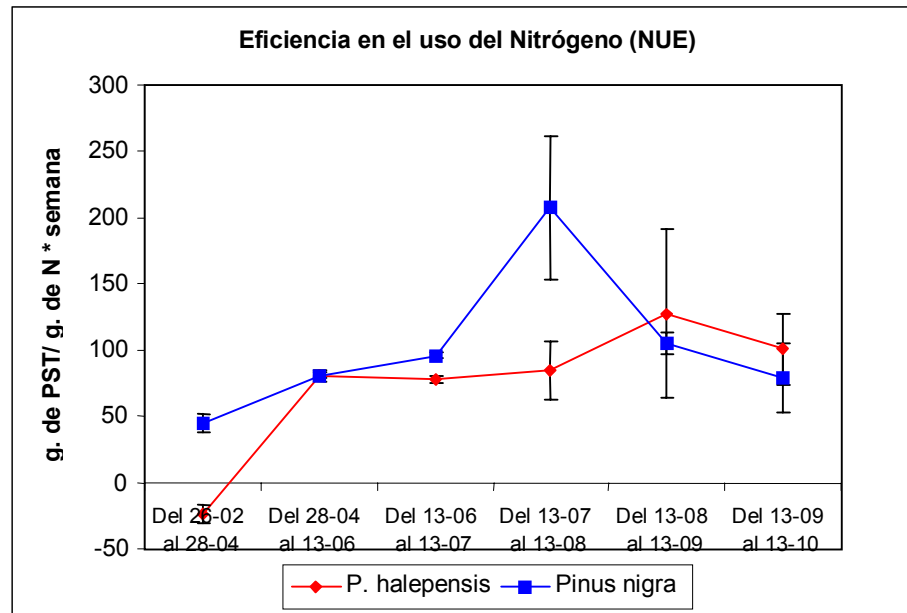


Gráfico 39: Evolución de la variable eficiencia en el uso del nitrógeno de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.

Discusión:

Tercer y último término de la ecuación de la tasa de crecimiento relativo en función del contenido en nitrógeno, este índice expresa la productividad en biomasa por unidad de tiempo, en función del contenido de nitrógeno, entre dos periodos de tiempo concretos. (VAN DEN DRIESSE, 1991; NORGREN, 1996)

En este punto encontramos un hecho a resaltar con respecto a la disponibilidad de nitrógeno, comentada anteriormente. Si bien decíamos que *Pinus nigra* Arn. presentaba una disponibilidad de nitrógeno en su sistema radical menor a la de *Pinus halepensis* Mill., es más eficiente en su uso durante la mayor parte del periodo de cultivo.

Observamos que es siempre creciente, hasta el intervalo comprendido entre el 13 de julio y el 13 de agosto, donde alcanza su máximo de eficiencia. A partir de ese momento es superado por *Pinus halepensis* Mill., decreciendo su eficiencia hasta el final del ensayo.

La evolución de *Pinus halepensis* Mill. sigue una tendencia creciente, al principio, para alcanzar su máximo de eficiencia entre el 13 de agosto y el 13 de septiembre, y finalmente decrecer en el último periodo.



➤ **Tasa de crecimiento relativo en función del contenido de nitrógeno: $Rw(N)$**

Otra forma de expresar la tasa de crecimiento relativo es en función de nitrógeno total:

$$Rw(N) = RWR * \left(\frac{N}{RW} \right) * NUE$$

Análisis de la Varianza de una vía:

En la siguiente tabla aparecen los resultados de la ANOVAS de una vía para la variable *tasa de crecimiento relativo en función del contenido en nitrógeno* con respecto a la *especie* para comprobar si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en las sucesivas extracciones. En este caso solo disponemos de seis extracciones, que corresponden con el número de datos de contenidos en nitrógeno hallados.

Periodo	Duración del periodo	Rw(N)		Var. en % de ^(*) con respecto a ^(**)	Nivel de significación
		<i>P. halepensis</i> ^(*)	<i>P. nigra</i> ^(**)		
Del 26-02-98 al 28-04-98	61	-1.156	0.726	-162.80	0.0000
Del 28-04-98 al 13-06-98	45	2.035	1.324	34.90	0.0170
Del 13-06-98 al 13-07-98	30	1.379	1.423	-3.08	0.3200
Del 13-07-98 al 13-08-98	30	1.490	2.795	-46.68	0.1420
Del 13-08-98 al 13-09-98	30	1.692	1.264	25.27	0.6630
Del 13-09-98 al 13-10-98	30	1.259	0.965	23.31	0.5460

Tabla 41: Análisis de la varianza de una vía de la variable *tasa de crecimiento relativo en función del contenido en nitrógeno* con respecto a 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). Resaltado en amarillo, se indica el periodo en el que se produce la salida al área sombrea del cultivo (18 de mayo). En rojo se indica el periodo en la que parcialmente no hubo fertilización (periodo sin fertilización, del 16 de julio al 6 de agosto).

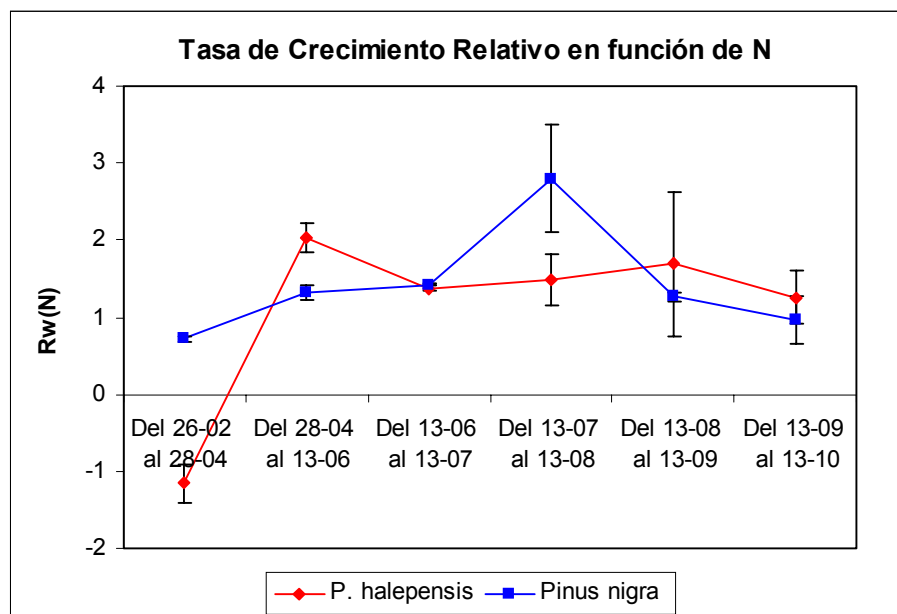


Gráfico 40: Evolución de la variable tasa de crecimiento relativo en función del nitrógeno de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.

Discusión:

Basado en observaciones experimentales de Ingestad, Ågren desarrolló la idea de que la tasa de crecimiento estaba controlada por la cantidad de nitrógeno presente en la planta (VAN DEN DRIESSCHE, 1991)

Se ha observado que la tasa de crecimiento en función del contenido en nitrógeno, se comporta de manera muy similar a su eficiencia en el uso del nitrógeno (NUE) en ambas especies, sobre todo en el caso de *Pinus nigra* Arn., donde el momento de mayor crecimiento coincide con el de mayor efectividad.

En el caso de *Pinus halepensis* Mill., existe algunas variaciones a este respecto, dándose la mayor tasa de crecimiento, entre el 28 de mayo y el 13 de junio. Por último, debemos tener en cuenta que el valor negativo que aparece en el primer periodo, no debe considerarse como tal, ya que biológicamente no tiene sentido.

➤ **Ratio alométrico: R_A .**

El ratio alométrico es un índice que cuantifica como se comportan la parte aérea y la parte radical. Su expresión matemática es:

$$R_A = \frac{R_S}{R_R}$$



Donde:

$$R_S = \frac{\ln(PSA_{n+1}) - \ln(PSA_n)}{t_{n+1} - t_n}$$

$$R_R = \frac{\ln(PSR_{n+1}) - \ln(PSR_n)}{t_{n+1} - t_n}$$

Siendo PSA_{n+1} y PSA_n el peso seco de la parte aérea, PSR_{n+1} y PSR_n el peso seco de la parte radical, de las sucesivas extracciones y $t_{n+1} - t_n$ el tiempo transcurrido en semanas entre extracciones. (VAN DEN DRIESSCHE, 1991).

Análisis de la Varianza de una vía:

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

Periodo	Duración del periodo	R _A		Var. en % de con respecto a ^(**)	Nivel de significación
		<i>P. halepensis</i> ^(*)	<i>P. nigra</i> ^(**)		
Del 26-02-98 al 28-04-98	61	0.8830	0.8933	-1.16	0.6660
Del 28-04-98 al 28-05-98	30	0.9122	1.3178	-30.77	0.0430
Del 28-05-98 al 13-06-98	15	0.5963	0.7189	-17.04	0.3190
Del 13-06-98 al 28-06-98	15	0.8058	0.6602	18.06	0.2550
Del 28-06-98 al 13-07-98	15	1.4999	1.2706	15.29	0.1190
Del 13-07-98 al 28-07-98	15	0.6728	0.9047	-25.64	0.6020
Del 28-07-98 al 13-08-98	15	2.0912	0.5999	71.31	0.0040
Del 13-08-98 al 28-08-98	15	0.6965	0.5590	19.75	0.4610
Del 28-08-98 al 13-09-98	15	1.6913	0.8642	48.90	0.3310
Del 13-09-98 al 28-09-98	15	-3.4641	0.6254	-118.05	0.3940
Del 28-09-98 al 13-10-98	15	2.4642	1.7141	30.44	0.1810

Tabla 42: Análisis de la varianza de una vía de la variable *ratio alométrico* con respecto a 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. Resaltado en amarillo, se indica el periodo en el que se produce la salida al área sombrea del cultivo (18 de mayo). En rojo se indica el periodo en la que parcialmente no hubo fertilización (periodo sin fertilización, del 16 de julio al 6 de agosto).

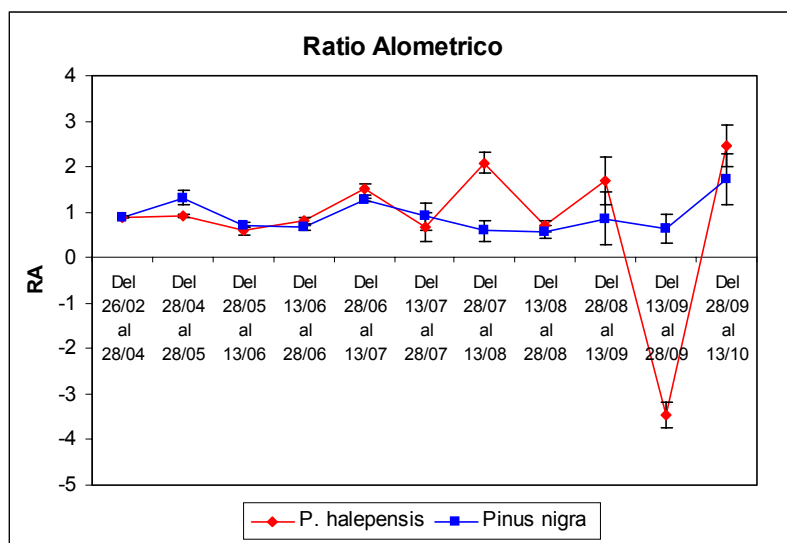


Gráfico 41: Evolución de la variable ratio alométrico de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.

Discusión:

El ratio alométrico es un índice que permite identificar el peso que tiene cada una de las partes de la planta (aérea y radical) en la tasa de crecimiento relativo (VAN DEN DRIESSCHE, 1991)

En *Pinus halepensis* Mill., se ve que predomina la componente radical con respecto a las tasas de crecimiento hasta el periodo comprendido entre el 28 de junio y el 13 de julio, pero a partir de esa fecha, vemos que la importancia del crecimiento aéreo y radical sobre el crecimiento total se va alternando.

En el caso de *Pinus nigra* Arn. se aprecia que la componente que más aporta al crecimiento en la mayoría de los casos, es la radical.

Comparativamente, ambas especies presentan un comportamiento muy similar hasta el periodo comprendido entre el 28 de julio y el 13 de agosto, dándose a partir de esos momentos una variabilidad mucho mayor.



➤ **Nivel de micorrización:**

Para el análisis del nivel de micorrización de los cepellones de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. se procedió a una estimación visual de la abundancia de dicotomías de las dos últimas extracciones, momentos en los que se apreciaron las mismas. Para ello se dividió cada cepellón en tres tercios y se valoró su presencia en cada uno de ellos con el siguiente criterio:

- Escasa: de 0 a 25 %, con valor de 0.
- Poco abundante: de 25 a 50 %, con valor de 1.
- Abundante: de 50 a 75 %, con valor de 2.
- Muy abundante, de 75 a 100 %, con valor de 3.

Al valorar de una manera cualitativa los niveles de micorrización (valores 1, 2, 3, 4), fue necesaria variar la técnica estadística para comprobar si existían diferencias significativas entre ambas especies. Para ello se usó un test de Tablas de contingencia para un nivel de significación del 95% (Chi-cuadrado < 0.05). No hubo diferencias significativas.

Los resultados que aparecen en las tablas expresan el porcentaje de individuos con un determinado nivel de abundancia en cada uno de los tercios, así como sus valores promediados.

Décima extracción: 28-09-98.

SP	DICOTOMIAS											
	Primer Tercio				Segundo Tercio				Tercer Tercio			
	0-25	25-50	50-75	75-100	0-25	25-50	50-75	75-100	0-25	25-50	50-75	75-100
<i>P. h.</i>	57.5	27.5	12.5	2.5	32.5	45.0	17.5	5.0	10.0	35.0	45.0	10.0
<i>P. n.</i>	97.5	2.5	0.0	0.0	67.5	22.5	7.5	2.5	50.0	22.5	20.0	7.5

Tabla 43: Resultados del estudio de presencia de *dicotomías* para las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. en la décima extracción – 28-09-98. Los valores representan el porcentaje de individuos con un determinado nivel de abundancia de dicotomías para el primer, segundo y tercer tercio de los cepellones estudiados.

Especie	Promedio			
	0-25 %	25-50 %	50-75 %	75-100 %
<i>P. halepensis</i>	33.3	35.8	25.0	5.8
<i>P. nigra</i>	71.7	15.8	9.2	3.3

Tabla 44: Resultados del estudio de presencia de dicotomías para las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. en la décima extracción – 28-09-98. Los valores representan el porcentaje de individuos con un determinado nivel de abundancia de dicotomías como promedio, de los cepellones estudiados.

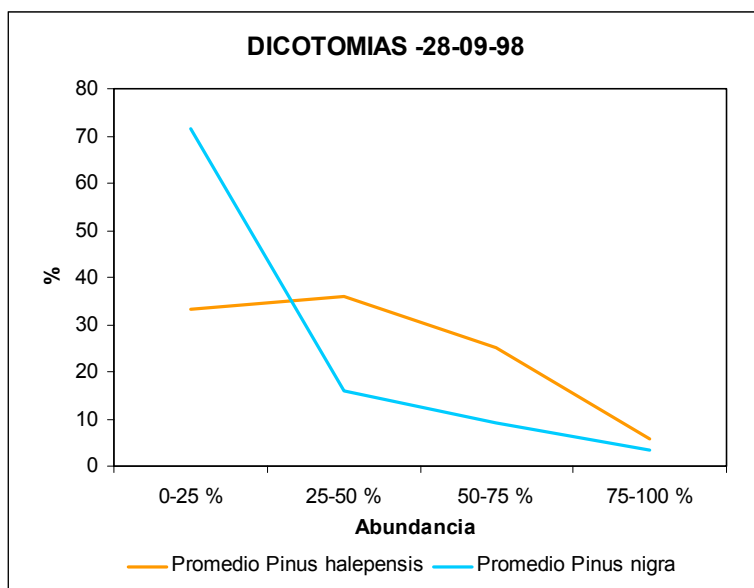


Gráfico 42: Abundancia del promedio de las dicotomías, en los cepellones de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. Décima extracción: 28-09-98.

Undécima extracción: 13-10-98.

SP	DICOTOMIAS											
	Primer Tercio				Segundo Tercio				Tercer Tercio			
	0-25	25-50	50-75	75-100	0-25	25-50	50-75	75-100	0-25	25-50	50-75	75-100
<i>P. h.</i>	52.5	37.5	10.0	0.0	42.5	35.0	20.0	2.5	55.0	27.5	12.5	5.0
<i>P. n.</i>	82.5	17.5	0.0	0.0	67.5	27.5	5.0	0.0	32.5	47.5	17.5	2.5

Tabla 45: Resultados del estudio de presencia de dicotomías para las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. en la undécima extracción – 13-10-98. Los valores representan el porcentaje de individuos con un determinado nivel de abundancia de dicotomías para el primer, segundo y tercer tercio de los cepellones estudiados.

Especie	Promedio			
	0-25 %	25-50 %	50-75 %	75-100 %
<i>P. halepensis</i>	50.0	33.3	14.2	2.5
<i>P. nigra</i>	60.8	30.8	7.5	0.8

Tabla 46: Resultados del estudio de presencia de dicotomías para las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. en la undécima extracción – 13-10-98. Los valores representan el porcentaje de individuos con un determinado nivel de abundancia de dicotomías como promedio, de los cepellones estudiados.

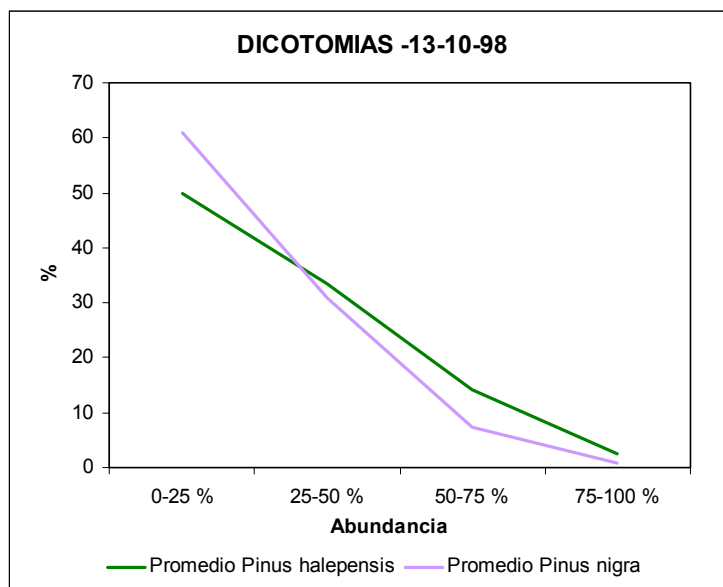


Gráfico 43: Abundancia del promedio de dicotomías, en los cepellones de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. Undécima extracción: 13-10-98.

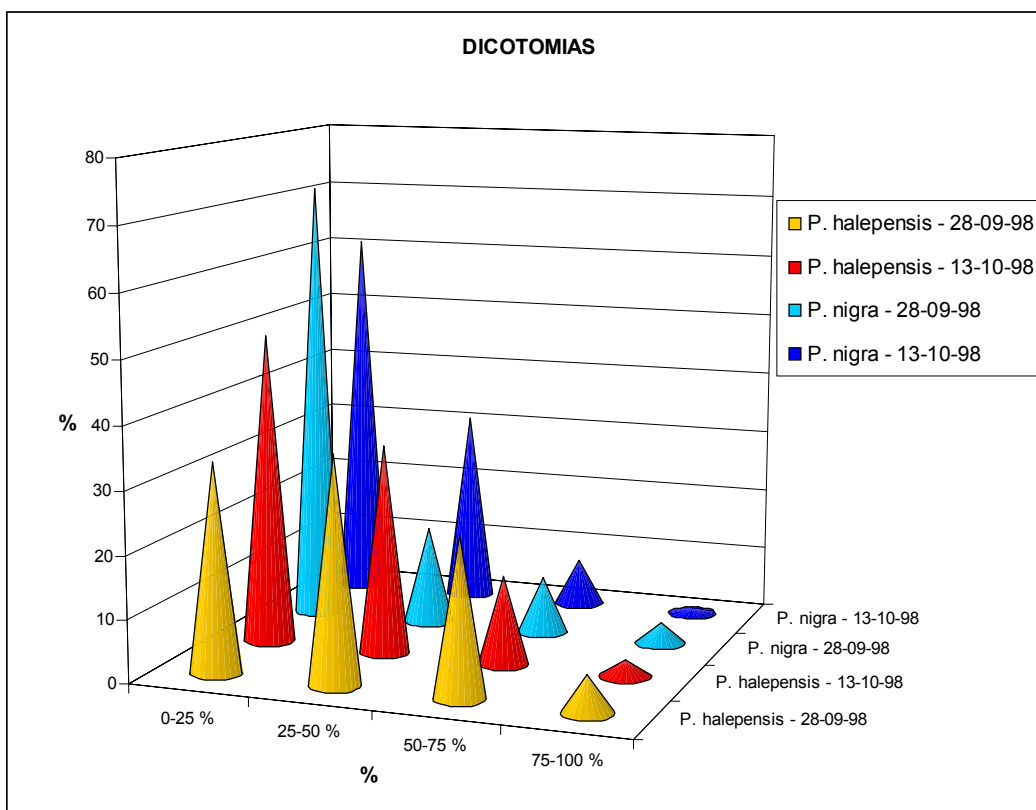


Gráfico 44: Abundancia de dicotomías, valor promedio de los cepellones de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.



Fecha	Abundancia Promedio de Dicotomías											
	1 ^{er} Tercio			2 ^o Tercio			3 ^{er} Tercio			Promedio		
	<i>P. h.</i>	<i>P. n.</i>	Var %	<i>P. h.</i>	<i>P. n.</i>	Var %	<i>P. h.</i>	<i>P. n.</i>	Var %	<i>P. h.</i>	<i>P. n.</i>	Var %
28-09-98	27.5 a	13.1 b	52.2	36.2 a	23.7 b	34.4	51.2 a	35.3 b	31.1	38.3	24.0	37.2
13-10-98	26.8 a	16.8 b	37.2	33.1 a	21.8 a	33.9	29.3 a	48.1 a	-38.9	29.7	28.9	2.8

Tabla 47: Resultado del test de Tablas de contingencia de la *abundancia promedio de dicotomías* para las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn., a lo largo del tiempo. Los resultados reflejan la abundancia de dicotomías en tanto por ciento como promedio para cada tercio y para el conjunto del cepellón. Var. indica la diferencia en tanto por ciento de *Pinus halepensis* Mill. con respecto a *Pinus nigra* Arn. Nivel de probabilidad Chi-cuadrado < 0.05. Letras distintas indican diferencias significativas

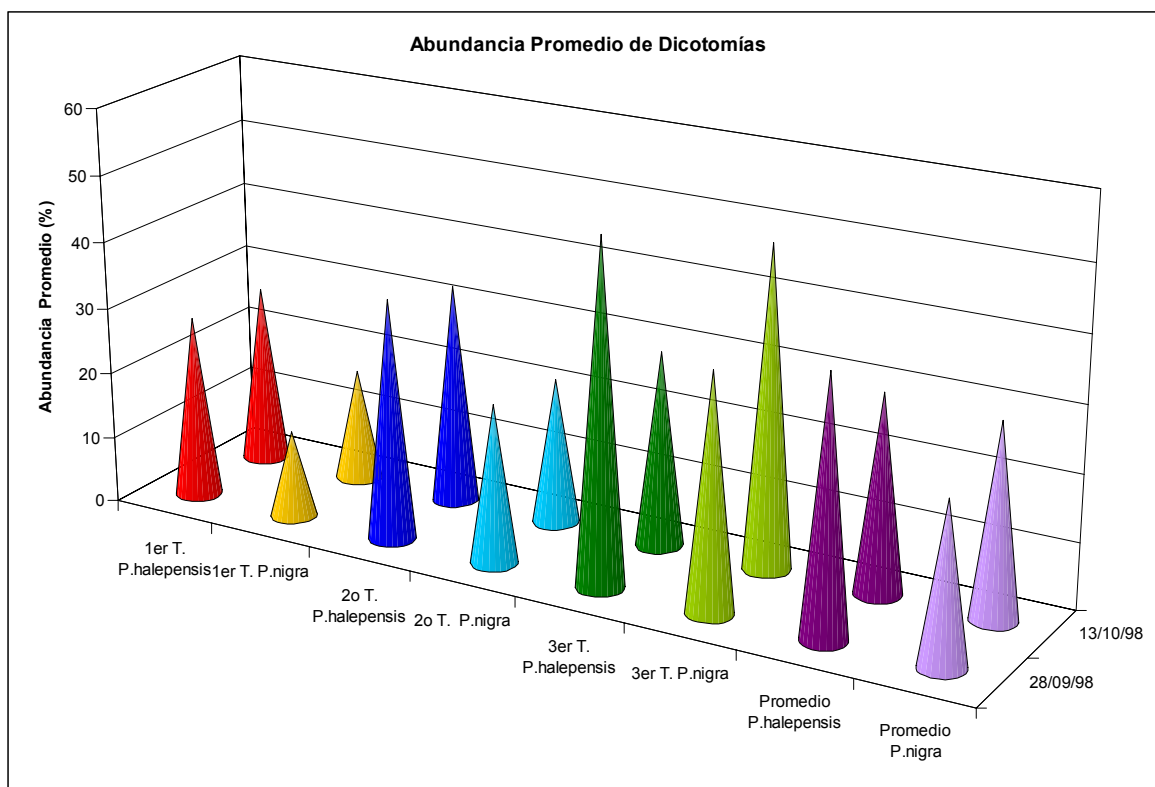


Gráfico 45: Abundancia promedio de las dicotomías de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. para el primer, segundo y tercer tercio, y para el conjunto del cepellón en las dos últimas extracciones.



Discusión:

Si bien no es objetivo de este proyecto el estudio en profundidad de la micorrización de estas especies en vivero, el hecho de que esta se produjera de manera totalmente espontánea, hizo que se considerara este campo, y se planteara una estimación visual del nivel de micorrización del sistema radical.

Esta somera descripción, está restringida a las dos últimas extracciones realizadas, ya que, previamente no se pudieron apreciar, al menos visualmente, ningún signo de micorrización.

Las micorrizas detectadas pertenecen al grupo de las ectomicorrizas (también llamadas formadoras de manto), típicamente presentes en coníferas en general. Aunque no se realizó ninguna identificación concreta de la especie fúngica formadora de la micorriza, la identificación, al menos del tipo, resulta sencilla aún a simple vista. En la asociación ectomicorrizal, el hongo forma una vaina ó manto alrededor de las raicillas jóvenes de la planta. Las raíces “infectadas” se ven más tupidas y más ramificadas, de tal manera que en algunas ocasiones los sistemas radicales presentan un aspecto coralino. Observando más detenidamente el sistema radical, incluso se puede llegar a apreciar a simple vista la típica ramificación dicotómica, que se da en las especies del género *Pinus*.

Como dijimos anteriormente, en ningún momento se micorrizó el cultivo, pero existen hongos ectomicorrícicos pioneros, que en muchos casos aparecen a finales del verano.

Con respecto a la evolución de la abundancia de dicotomías a lo largo del tiempo, hemos de reseñar que en *Pinus halepensis* Mill., la cantidad de dicotomías aumenta según profundizamos en el cepellón en la extracción del 28 de septiembre (pasa de escasas a abundantes), sin embargo se mantiene en niveles escasos en todos los tercios, en la siguiente extracción (se reducen las dicotomías).

Pinus nigra Arn., alcanza niveles escasos de dicotomías a todos los niveles y en ambas extracciones, con la excepción del tercer tercio en la extracción del 13 octubre, que presenta un mayor porcentaje de individuos con niveles poco abundantes. En cuanto a los valores promediados por extracción, en el caso de *Pinus halepensis* Mill., observamos que existe una “perdida” de micorrización, pasando de ser mayoritariamente poco abundante, a escasa, mientras que en *Pinus nigra* Arn., aún manteniéndose el mayor porcentaje de individuos con micorrización escasa, este porcentaje disminuye en la última extracción. En general podemos decir que encontramos menor presencia de micorrizas en *Pinus nigra* Arn. que en *Pinus halepensis* Mill.

Una de las los motivos por lo que el nivel de micorrización fue tan bajo, pudo ser debido a la frecuente aplicación de productos fitosanitarios durante todo el cultivo, aunque no hay que olvidar otros factores que no favorecen la micorrización, como pueden ser, la abundancia de riegos, la escasa porosidad del sustrato, la fertilización....

Del estudio de los datos a través de las tablas de contingencia, observamos diferencias significativas en todos los tercios, en la extracción del 28 de septiembre, mientras que estas solo aparecen en el tercer tercio en la última extracción.



➤ **Puntas blancas:**

Para el análisis de la presencia de puntas blancas de los cepellones de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. se procedió a una estimación visual de la abundancia de las mismas, de las dos últimas extracciones, momento en los que se apreciaron las mismas. Para ello se dividió cada cepellón en tres tercios y se valoró su presencia en cada uno de ellos con el siguiente criterio:

- Escasa: de 0 a 25 %, con valor de 0.
- Poco abundante: de 25 a 50 %, con valor de 1.
- Abundante: de 50 a 75 %, con valor de 2.
- Muy abundante, de 75 a 100 %, con valor de 3.

Al valorar de una manera cualitativa la presencia de puntas blancas (valores 0, 1, 2, 3), fue necesaria variar la técnica estadística para comprobar si existían diferencias significativas entre ambas especies. Para ello se usó un test de Tablas de contingencia para un nivel de significación del 95% (Chi-cuadrado < 0.05).

Los resultados que aparecen en las tablas expresan el porcentaje de individuos con un determinado nivel de abundancia en cada uno de los tercios, así como sus valores promediados.

Décima extracción: 28-09-98.

SP	PUNTAS BLANCAS											
	Primer Tercio				Segundo Tercio				Tercer Tercio			
	0-25	25-50	50-75	75-100	0-25	25-50	50-75	75-100	0-25	25-50	50-75	75-100
<i>P. h.</i>	45.0	55.0	0.0	0.0	2.5	62.5	35.0	0.0	7.5	42.5	47.5	2.5
<i>P. n.</i>	75.0	22.5	2.5	0.0	35.0	50.0	15.0	0.0	2.5	40.0	47.5	10.0

Tabla 48: Resultados del estudio de presencia de *puntas blancas* para las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. en la décima extracción – 28-09-98. Los valores representan el porcentaje de individuos con un determinado nivel de abundancia de puntas blancas para el primer, segundo y tercer tercio de los cepellones estudiados.

Especie	Promedio			
	0-25 %	25-50 %	50-75 %	75-100 %
<i>P. halepensis</i>	18.3	53.3	27.5	0.8
<i>P. nigra</i>	37.5	37.5	21.7	3.3

Tabla 49: Resultados del estudio de presencia de *puntas blancas* para las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. en la décima extracción – 28-09-98. Los valores representan el porcentaje de individuos con un determinado nivel de abundancia de puntas blancas como promedio, de los cepellones estudiados.

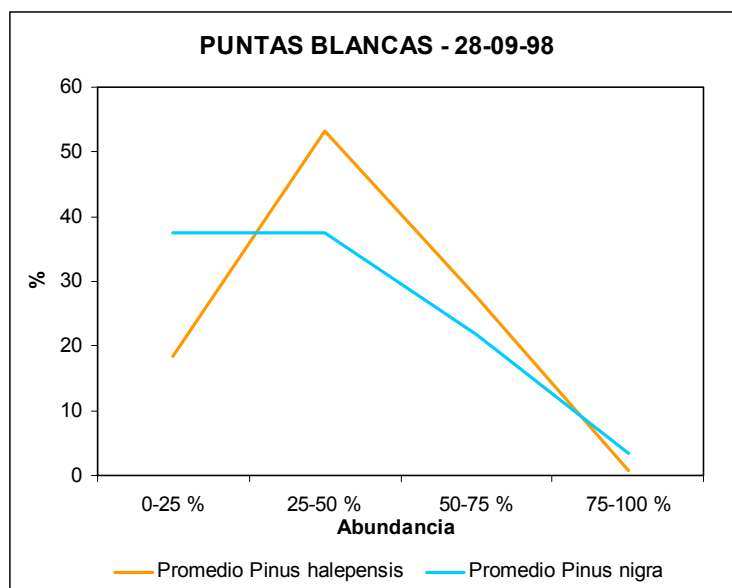


Gráfico 46: Abundancia promedio de puntas blancas, en los cepellones de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. Décima extracción: 28-09-98.

Undécima extracción: 13-10-98.

SP	PUNTAS BLANCAS											
	Primer Tercio				Segundo Tercio				Tercer Tercio			
	0-25	25-50	50-75	75-100	0-25	25-50	50-75	75-100	0-25	25-50	50-75	75-100
<i>P. h.</i>	47.5	47.5	5.0	0.0	7.5	65.0	25.0	2.5	15.0	47.5	32.5	5.0
<i>P. n.</i>	60.0	37.5	2.5	0.0	15.0	70.0	15.0	0.0	22.5	57.5	17.5	2.5

Tabla 50: Resultados del estudio de presencia de *puntas blancas* para las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. en la undécima extracción – 13-10-98. Los valores representan el porcentaje de individuos con un determinado nivel de abundancia de puntas blancas para el primer, segundo y tercer tercio de los cepellones estudiados.

Especie	Promedio			
	0-25 %	25-50 %	50-75 %	75-100 %
<i>P. halepensis</i>	23.3	53.3	20.8	2.5
<i>P. nigra</i>	32.5	55.0	11.7	0.8

Tabla 51: Resultados del estudio de presencia de *puntas blancas* para las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. en la undécima extracción – 13-10-98. Los valores representan el porcentaje de individuos con un determinado nivel de abundancia de puntas blancas como promedio, de los cepellones estudiados.

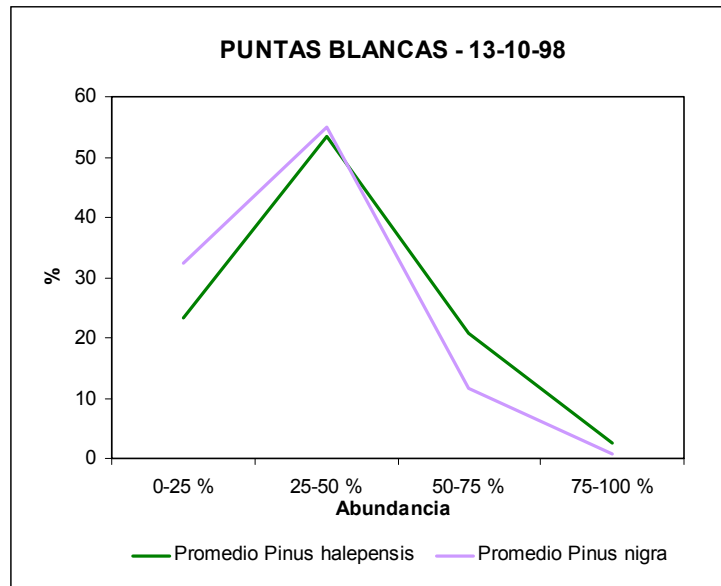


Gráfico 47: Abundancia promedio de puntas blancas, en los cepellones de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. Undécima extracción: 13-10-98.

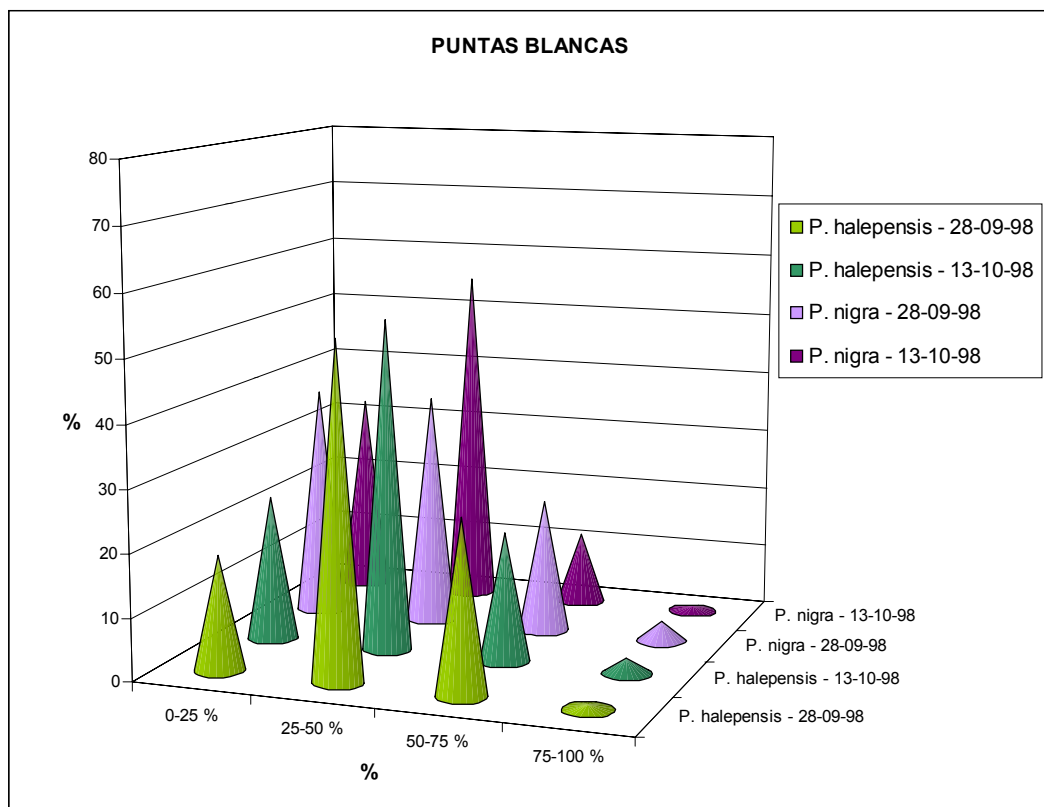


Gráfico 48: Abundancia de puntas blancas, valor promedio de los cepellones de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn.



Fecha	Abundancia Promedio de Puntas Blancas											
	1 ^{er} Tercio			2 ^o Tercio			3 ^{er} Tercio			Promedio		
	<i>P. h.</i>	<i>P. n.</i>	Var %	<i>P. h.</i>	<i>P. n.</i>	Var %	<i>P. h.</i>	<i>P. n.</i>	Var %	<i>P. h.</i>	<i>P. n.</i>	Var %
28-09-98	26.5 a	19.3 b	26.9	45.6 a	32.5 b	28.7	48.7 a	53.7 a	-9.3	40.2	35.2	12.6
13-10-98	26.8 a	23.1 a	13.9	43.1 a	37.5 a	13.0	44.3 a	37.5 a	15.4	38.1	32.7	14.2

Tabla 52: Resultado del test de Tablas de contingencia de la *abundancia promedio de puntas blancas* para las especies *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn., a lo largo del tiempo. Los resultados reflejan la abundancia de puntas blancas en tanto por ciento como promedio para cada tercio y para el conjunto del cepellón. Var. indica la diferencia en tanto por ciento de *Pinus halepensis* Mill. con respecto a *Pinus nigra* Arn. Nivel de probabilidad Chi-cuadrado < 0.05. Letras distintas indican diferencias significativas.

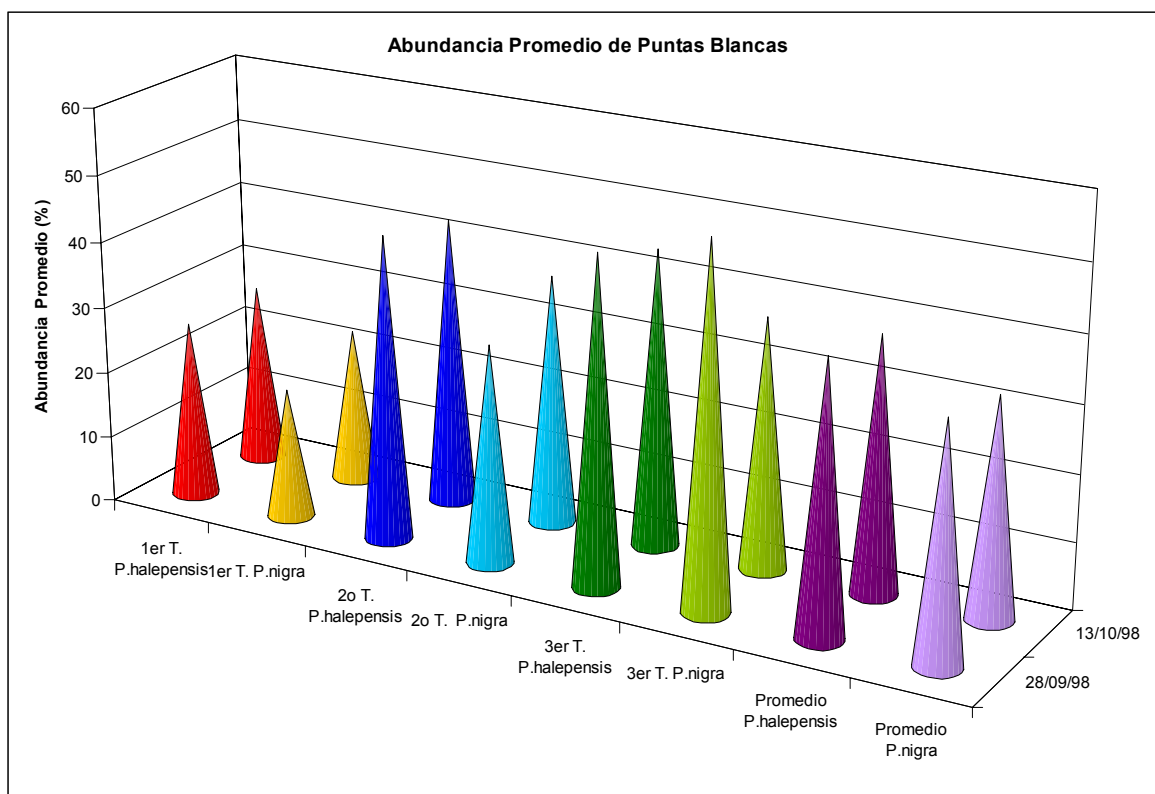


Gráfico 49: Abundancia promedio de las puntas blancas de *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus nigra* Arn. para el primer, segundo y tercer tercio, y para el conjunto del cepellón en las dos últimas extracciones.



Discusión:

Con respecto a la distribución en los diferentes tercios en los que hemos dividido el cepellón, *Pinus halepensis* Mill., en la extracción del 28 de septiembre, alcanza mayor porcentaje de individuos con puntas blancas poco abundantes en el primer y segundo tercio, aumentando su cantidad a abundantes en el tercer tercio. Esta misma tendencia se mantiene en la extracción del 13 de octubre, por lo que se puede deducir que las puntas más activas tienden a concentrarse en la parte baja del cepellón. *Pinus nigra* Arn., presenta un comportamiento similar, con la excepción de que aparecen una mayor tasa de pies con escasas puntas blancas, en el primer tercio del cepellón, en ambas extracciones.

Si promediamos estos datos para el conjunto del cepellón, vemos que en *Pinus halepensis* Mill. se obtiene la mayor proporción de pies con niveles poco abundantes en ambas extracciones, mientras que en *Pinus nigra* Arn., pasamos de una situación de igualdad entre escasas y poco abundantes el 28 de septiembre, a una mayor cantidad de individuos con niveles poco abundantes el 13 de octubre. En general podemos decir que tanto *Pinus halepensis* Mill. como *Pinus nigra* Arn. presentan la misma cantidad de puntas blancas en el conjunto del cepellón y además de un comportamiento semejante, que puede interpretarse como resultado de haber cultivado ambas especies de forma exacta.

Del análisis a través de tablas de contingencia observamos que las únicas diferencias estadísticamente significativas, se dan en el primer y segundo tercio de los cepellones, en la extracción realizada el 28 de septiembre, desapareciendo totalmente en la última extracción

➤ Presencia de yemas:

En este apartado se presentan los resultados de la contabilización de yemas formadas en las dos últimas extracciones tanto para *Pinus halepensis* Mill. como para *Pinus nigra* Arn. Los resultados se reflejan como tanto por ciento de yemas formadas.

Fecha	YEMAS (%)			
	<i>Pinus halepensis</i> Mill.		<i>Pinus nigra</i> Arn.	
	SI	NO	SI	NO
28-09-98	0.0	100.0	65.0	35.0
13-10-98	0.0	100.0	82.5	17.5

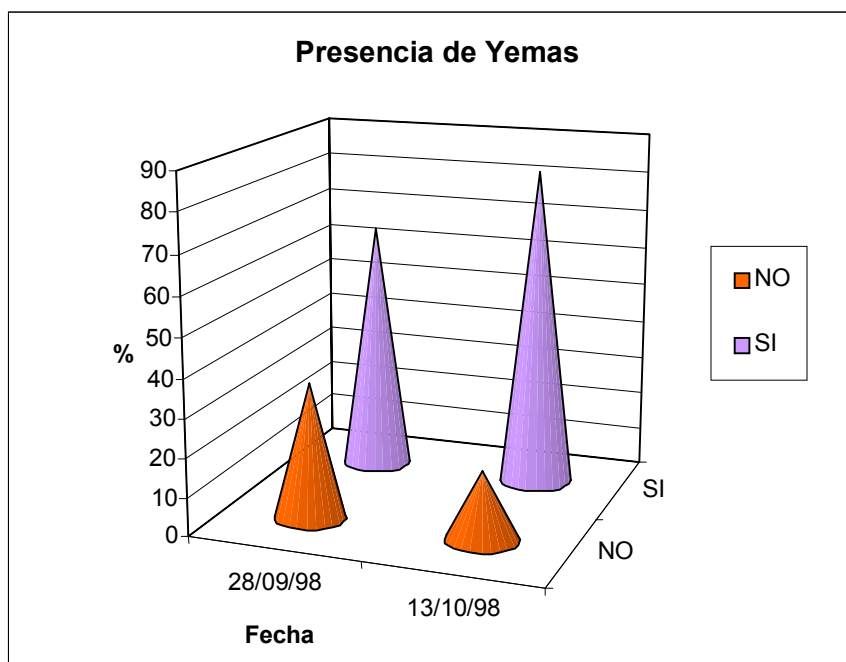


Gráfico 50: Evolución de la presencia de yemas de *Pinus nigra* Arn.

Discusión:

Con respecto a esta parte del estudio, nos referiremos exclusivamente a *Pinus nigra* Arn., ya que es la única de las dos especies que forma yemas en un determinado momento de su periodo vegetativo.

En esta especie, las yemas inician su formación entre el 13 de septiembre y el 28 del mismo mes, donde el 65 % de las plántulas presentaban yemas formadas. Posteriormente, en la siguiente extracción la tasa se elevó al 82,5 %. Este hecho coincide con el fin del crecimiento en altura, alcanzándose en esta fecha la altura total. La formación de yemas es un fenómeno muy influenciado por la reducción del fotoperiodo, dándose en nuestro caso, que la radiación acumulada bajó de $148.532,60 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ a $85.816,32 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$, un 42,22 % menos.