

V. CONCLUSIONES.

- Visualmente no ha habido ninguna planta que haya presentado síntomas de deficiencia o toxicidad, aunque en muchas ocasiones estos síntomas no se aprecien a no ser a niveles muy altos de los mismos.
- Todas las variables de la parte aérea presentan diferencias significativas con el nitrógeno aportado. Las dosis más altas de nitrógeno incrementan significativamente las parte aéreas de las plantas.
- Con dosis altas de fósforo y dosis altas de potasio se obtienen plantas con valores significativamente mayores de longitud de la parte aérea y coeficiente de esbeltez.
- En el peso seco del sistema radical no existen diferencias significativas respecto de ninguno de los nutrientes aportados, pero en la relación PSR/PST si que existen diferencias significativas. Disminuyendo la relación a medida que aumentamos el nitrógeno aportado, teniendo en cuenta que estas diferencias son de poco valor, aproximadamente de un cinco por ciento.
- Existe una relación importante entre el nitrógeno y el potasio de forma que a niveles altos de nitrógeno y potasio se obtienen valores significativamente más altos del peso seco de la parte aérea.
- En el índice de calidad de Dickson no existen diferencias significativas respecto de los tres factores, nitrógeno, fósforo y potasio aportados, ni interacciones entre los mismos, tampoco existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos aplicados, siendo todos los tratamiento equilibrados respecto de este índice.
- Tampoco aparecen diferencias significativas respecto de los nutrientes aportados, ni respecto del tratamiento, en el ratio alométrico y en la tasa de crecimiento relativo, con lo cual los distintos tratamientos aplicados no influyen en el ritmo de crecimiento de las plantas, todos los tratamientos crecen al mismo ritmo.
- Existe una relación lineal entre el diámetro el cuello de la raíz y el índice de Dickson, siendo por tanto el diámetro del cuello de la raíz un buen indicador de la calidad de la planta, a mayor diámetro, mayor índice de Dickson.

- El diámetro del cuello de la raíz además es un indicador del peso seco total de la planta, por tanto indicador del tamaño de la planta así como del peso seco del sistema radical y del peso seco de la parte aérea, a mayor diámetro del cuello de la raíz mayor peso seco total, mayor peso seco de la parte aérea, mayor peso seco del sistema radical.
- La longitud de la parte aérea esta muy relacionada con el peso seco de la parte aérea con el peso seco total de la planta y con la relación PSA/PSR, (regresión n° 50), a mayor altura mayor valor de la relación.
- La concentración de nitrógeno tanto de la parte aérea como del sistema radical está relacionada con: la longitud de la parte aérea, el peso seco de la parte aérea el pesos seco total, así como con la relación PSA/PSR, (regresiones n° 51 y n° 52), esto implica que un aumento en la concentración de nitrógeno produce un incremento de estas variables.
- Existe una relación entre la concentración de magnesio, tanto en la parte aérea como en el sistema radical, y la relación PSA/PSR, (regresiones n° 53 y n° 54), a mayor concentración de magnesio menor valor de la relación PSA/PSR. Además también se produce una disminución del peso seco de la parte aérea y de la altura al aumentar la concentración de magnesio en la parte aérea. Aunque al aumentar el tamaño de la planta es lógico pensar que las concentraciones de los nutrientes disminuyan.
- La concentración de los nutrientes es mayor en la parte aérea que en el sistema radical, excepto la concentración de calcio que es mayor en el sistema radical que en la parte aérea.
- En general a mayor cantidad de nutrientes aportados mayor cantidad de concentración de nutrientes en los tejidos vegetales.
- Los tratamientos 5,8,9,10,11 y 12 tienen los valores de concentración de nitrógeno en la parte aérea dentro del rango de valores adecuados. En cuanto a la concentración de este elemento en el sistema radical, los tratamientos 8,9,10,11 y 12 tienen la concentración de este elemento dentro del rango adecuado.
- Todos los tratamientos aplicados están dentro del rango adecuado de concentración de fósforo en la parte aérea, ninguno supera el máximo.
- Los tratamientos con la dosis baja de fósforo, P1, no llegan al nivel mínimo de

fósforo en el sistema radical, sin embargo los que recibieron la dosis alta, P2, si que se encuentran dentro del rango adecuado de concentración.

- La concentración de fósforo en los tejidos, tanto en la parte aérea como en el sistema radical está íntimamente relacionada con el aporte realizado.

- Todos los tratamientos aplicados presentan una concentración de potasio en la parte aérea dentro del rango adecuada para este elemento, pero la concentración de este elemento en el sistema radical se encuentra por debajo del rango en todos los tratamientos. Esta deficiencia de potasio en el sistema radical puede ser debida al exceso de calcio en el sistema radical, al producirse un antagonismo entre estos dos elementos, o también al exceso de magnesio en los tejidos (Landis, 1996; González et al, 1976).

- Hay que tener cuidado con el contenido en calcio del agua de riego o con los aportes de este elemento, porque pueden de presentarse problemas de antagonismo con el potasio. En los viveros cuyo agua de riego tenga un ph alto sería conveniente descalcificar.

- En todos los tratamientos se podría seguir aumentando la dosis de nitrógeno aportado con los niveles de fósforo y potasio testados, ya que todos los tratamientos se encuentran en la zona de deficiencia, aumentando la dosis de nitrógeno aportada, aumenta el crecimiento, la concentración y el contenido total de este elemento.

- En cuanto al aporte de fósforo, salvo en el tratamiento cuatro que se encuentra en la zona de consumo de lujo, en todos los demás tratamientos se podría aumentar la dosis de este elemento con los niveles de nitrógeno y potasio utilizados en el ensayo.

- Con dosis de nitrógeno y fósforo N2 y P2, no conviene aumentar la dosis de potasio, porque se pueden producir fenómenos de toxicidad, menor crecimiento y menor contenido total de potasio en los tejidos.

- Parece ser que las relaciones $K/P = 1$ son las relaciones más estables y en las que no se producen fenómenos de consumo de lujo ni de toxicidad.

- En relación con el factor tratamiento solo hay diferencias significativas en los elementos nitrógeno y en el fósforo, tanto en la parte aérea como en el sistema radical.

- Tras realizar el análisis multivariante respecto del tratamiento, con las variables

nitrógeno de la parte aérea, índice de Dickson y la relación PSA/PSR se obtuvieron diferencias significativas, en el caso de la concentración de nitrógeno en la parte aérea y en la relación PSA/PSR, lo que quiere decir que el factor tratamiento influye conjuntamente en las dos variables, pudiendo utilizarlas conjuntamente como una única variable, para valorar los tratamientos.

– Con dosis altas de nitrógeno y de potasio, se consiguen valores significativamente más altos del contenido de azúcares en la parte aérea

– En el caso del contenido en almidón del sistema radical y del contenido total de carbohidratos del sistema radical, con dosis altas de fósforo y medias de nitrógeno se obtienen mayores valores que con los niveles más altos de nitrógeno y fósforo, y en el caso de los niveles más bajos de ambos factores, los valores son mayores que con el mismo nivel de nitrógeno y el mayor nivel de fósforo. Los mayores valores son con N3 P1 y N2 P2.

– En cuanto al contenido de almidón de la parte aérea no se encontraron diferencias significativas respecto de ninguno de los tres nutrientes aportados, ni respecto de los distintos tratamientos aplicados.

– En el contenido total de carbohidratos todos los tratamientos, excepto los tratamientos 4,5,8 y 12, presentan mayor contenido total, en el sistema radical que en la parte aérea.

– Existe una relación entre el contenido de azúcares de la parte aérea y el contenido en azúcares del sistema radical, un aumento en el contenido de azúcares de la parte aérea produce un aumento en el contenido de azúcares del sistema radical, y por tanto un aumento en el contenido total de carbohidratos del sistema radical

– Los tratamientos con mayor dosis de nitrógeno son los que mayor valor de las variables, peso seco de raíces nuevas, número de raíces nuevas, longitud total, y superficie total, producen. Lo que nos indica que para conseguir plantas que tengan un buen crecimiento radical tras la plantación tenemos que utilizar dosis altas de nitrógeno, también hay que añadir que el fósforo aportado no influye de manera significativa en ninguna de las variables del potencial de regeneración de raíces.

– En las variables del potencial de regeneración de raíces: número de raíces nuevas, longitud total y superficie total, a dosis altas de nitrógeno y bajas de potasio se produce un aumento de los valores de las variables, mientras que dosis medias o bajas de nitrógeno producen mayores valores con dosis altas de potasio que con dosis bajas del mismo.

– Como resultado de estas interacciones y para poder conseguir un mayor desarrollo del sistema radical de la planta tras la plantación, sería conveniente utilizar dosis altas de nitrógeno y bajas de potasio, aunque esto no coincida plenamente con los resultados obtenidos en el análisis de carbohidratos, los mayores contenidos en carbohidratos en las plantas se obtienen con dosis altas de potasio.

– Las variables, longitud y superficie media, no presentan diferencias significativas respecto de ninguno de los factores, por lo que los distintos tratamientos no producen variación en la longitud y en la superficie media de las raíces nuevas, debiéndose las diferencias apreciadas en las variables, longitud y superficie total, a un aumento en la cantidad de raíces nuevas.

– El número de raíces nuevas generado en el ensayo está muy correlacionado tanto con la longitud como con la superficie de las mismas, por tanto el número de raíces, variable más fácilmente medible, puede ser un buen indicador de la longitud y superficie de las mismas (regresiones nº 55 y nº 56).

– Existe una relación lineal entre el peso seco del sistema radical y el peso seco de las raíces nuevas del potencial de regeneración de raíces, con lo que a mayor peso del sistema radical mayor peso seco de raíces nuevas y mayor capacidad de arraigo de la planta (regresión nº 57)

– La longitud de la parte aérea de la planta está relacionada con el número y el peso seco de las raíces nuevas, conociendo la longitud de la parte aérea podremos por tanto hacernos una idea de la cantidad de raíces que la planta será capaz de generar, a mayor altura, mayor número de raíces.

– Al igual que la con la altura existe una relación lineal significativa entre la concentración de nitrógeno de la parte aérea con el número de raíces generado al igual que ocurre con la altura, a mayor concentración de nitrógeno en la parte aérea de la planta, mayor altura y mayor número de raíces emitidas. Además también existen relaciones

lineales significativas entre la longitud y superficie total de raíces y la concentración de nitrógeno de la planta, tanto en el sistema radical como en la parte aérea

– Hay que tener en cuenta la relación negativa entre la concentración de calcio en el sistema radical y el número, longitud y superficie total, a mayor concentración de calcio en el sistema radical menor potencial de regeneración de raíces tendrá la planta. A mayor concentración de calcio en el sistema radical, menor índice PSA/PSR.

– Existe una relación entre el contenido de azúcares de la parte aérea y el peso seco de las raíces nuevas, a mayor contenido de azúcares en la parte aérea de la planta mayor peso seco de raíces nuevas y mayor capacidad de absorción de la planta.

– Es importante mantener relaciones equilibradas de nitrógeno fósforo y potasio en los aportes de fertilizantes que se realicen.

Como conclusión final podemos decir que los tratamientos aparentemente mejores son aquellos que tienen la dosis mas alta de nitrógeno; dosis baja de potasio ya que este presenta una relación negativa con las variables del potencial de regeneración de raíces, aunque es al contrario en el caso del contenido total de carbohidratos en los tejidos; dosis alta de fósforo, porque aunque este no influye en las variables del potencial de regeneración de raíces, si que proporciona mayores valores en carbohidratos. Siendo por tanto el tratamiento once el que reúne estas condiciones, además de poseer una relación, $K/P = 1$, que se ha demostrado que es una de las más estables. Dosis totales de: 114 mg. de nitrógeno por planta; 23.75 mg. de fósforo por planta y 47.5 mg. de potasio por planta

A esto hay que añadir que el tratamiento cuatro es el que mayor concentración de potasio, en la parte aérea, ha presentado y si tenemos en cuenta que el potasio tiene un papel importante en la transpiración de las plantas, haciéndolas más resistentes a la sequía a medida que aumenta este elemento, podríamos considerar el tratamiento cuatro como adecuado para este fin, ya que este tratamiento además de ser el que mayor concentración de este elemento tiene, se encuentra en la zona de consumo de lujo, es decir que no se produce variación en el crecimiento de la planta pero si aumenta la concentración y el contenido de este elemento, siendo por tanto la planta más resistente a la sequía. Dosis totales de: 34.2 mg. de nitrógeno por planta; 47.5 mg. de fósforo por planta y 95 mg. de potasio por planta.

Todas estas conclusiones y resultados deberán de ser corroborados con la respuesta postrasplante, de las plantas que fueron plantadas en la primavera de 1998, en una de las parcelas del Centro de Mejora Forestal “El Serranillo”. Esta plantación se realizó con una muestra de veinte plantas tratamiento y por bloque, realizando cuatro repeticiones.