

# FERTILIZACIÓN INICIAL EN PLANTACIONES DE *Pinus radiata* D. Don. EN EL SUDESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES.

## INICIAL FERTILIZATION IN *Pinus radiata* D. Don PLANTATION, IN THE SOUTHERNWEST OF BUENOS AIRES PROVINCE.

Ana María Lupi<sup>1</sup>  
Pablo Pathauer<sup>2</sup>  
Sebastián Robbiani<sup>3</sup>  
Paula Ferrere<sup>2</sup>  
Gustavo López<sup>2</sup>  
Ana María Garau<sup>4</sup>  
Ana Beatriz Guarnaschelli<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Ing. Ftal. Instituto de Suelos INTA Castelar. Los Reseros y Las Cabañas (1712). Castelar. Pcia de Bs As. Tel: 4621 1448/ 4621 0433. Mail: amlupi@cotelnet.com.ar

<sup>2</sup> Ing. Ftal. Instituto de Recursos Biológicos-Bosques cultivados INTA Castelar.

<sup>3</sup>Ing. Ftal. Profesional independiente.

<sup>4</sup> Ings. Agrs. Cátedra de Dasonomía. Facultad de Agronomía, UBA.

### SUMMARY

Growth responses of *Pinus radiata* D. Don to N and P fertilizer applied at plantation in an Argiudol at SE Bs. As. were evaluated. Treatments were combinations of 0, 22.5 and 45 g N tree<sup>-1</sup> with 0, 40 and 80 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tree<sup>-1</sup>. Five months later N increased diameter growth measured at the root collar (RCD), while P increased RCD, height growth and productivity index. N + P application produced a synergic effect. Greater growth was observed in response to 22.5 g N and 80 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tree<sup>-1</sup> (T7), and 22.5 g N and 40 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tree<sup>-1</sup> (T6). In T7 plants diameter and height growth were 40% and 27% greater than control, while in T6 plants were 24 and 12%, respectively. A 13% increment was observed after Increasing P dose from 40 to 80 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> plant<sup>-1</sup> combined with 22.5 g N.

**Key words:** *Pinus radiata*, Nitrogen, Phosphorous, Argiudol, Bs. As.

### RESUMEN

Se evaluó el crecimiento de *Pinus radiata* D. Don en respuesta a diferentes dosis de N y P aplicadas al momento de la plantación en un Argiudol del SE de Bs. As. Los tratamientos fueron combinaciones de 0, 22.5 y 45 g N planta<sup>-1</sup> con 0, 40 y 80 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> planta<sup>-1</sup>. A los 5 meses las dosis de N aumentaron el crecimiento en diámetro a nivel del cuello (DAC), mientras que las de P aumentaron el crecimiento en DAC, altura e índice de productividad. La adición conjunta de NP produjo un efecto sinérgico. Los mayores crecimientos se observaron en respuesta al agregado de 22.5 g N y 80 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> planta<sup>-1</sup> (T7) y luego con 22.5 g N y 40 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> planta<sup>-1</sup> (T6). Las plantas del tratamiento T7 mostraron aumentos del 40 % en DAC y 27 % en altura con relación al testigo, mientras que las del tratamiento T6, 24 y 12 % respectivamente. Se observó un 13% de incremento al aumentar la dosis de P de 40 a 80 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> planta<sup>-1</sup> combinado con 22.5 g de N.

**Palabras claves:** *Pinus radiata*, nitrógeno, fósforo, Argiudol, Bs. As.

## INTRODUCCIÓN

La mayor parte de las plantaciones forestales en el área de tierra firme de la provincia en Buenos Aires, desarrolladas como complemento de la actividad agrícola-ganadera, se concentran en los partidos localizados en el centro-sur y sudeste. Durante la década del 90, en coincidencia con la evolución del sector forestal del NE argentino, se produjo un aumento importante en la superficie forestada debido a la puesta en práctica de planes de promoción nacionales y provinciales y como resultado del establecimiento de emprendimientos industriales extranjeros. Del total de la superficie implantada, la mayor parte corresponde a especies del género *Eucalyptus*, siendo uno de sus principales destinos la industria celulósica. Otro componente de importancia en la superficie forestada con fines comerciales son las plantaciones de coníferas, principalmente *Pinus radiata*.

Dado que son conocidas las menores exigencias edáficas de los pinos, algunos productores implantaron sus macizos en sitios no aptos para la actividad agrícola, generalmente en lomas pedregosas de poca profundidad efectiva y pendientes relativamente importantes. Otros, destinaron pequeñas superficies bajo uso agrícola y/o ganadero donde las áreas forestadas cumplen una función inicial de reparo, para transformarse posteriormente en una alternativa comercial complementaria.

Contrariamente a lo que sucede con *Eucalyptus sp.*, las plantaciones de pinos no son fertilizadas; sin embargo existen interrogantes sobre las posibles ganancias en crecimiento que se obtendrían en respuesta a este tipo de prácticas. Para resolver algunas de estas preguntas se instalaron dos experimentos de fertilización inicial en plantaciones de *P. radiata* ubicadas en dos sitios representativos para la especie. En los experimentos se trabajó con dosis extremas que permitieran obtener una curva de respuesta en crecimiento y en biomasa en función de la cantidad de nutrientes adicionada.

En este trabajo se presentan los resultados correspondientes a las primeras evaluaciones de crecimiento de uno de los experimentos instalado en las proximidades de la ciudad de Benito Juárez.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

El ensayo se instaló en el establecimiento “Tío José” localizado en el departamento de Benito Juárez (37° 53' 43" lat S y 59° 35' 41" long O), provincia de Buenos Aires, Argentina.

La zona se caracteriza por presentar clima templado. Las precipitaciones medias anuales varían entre 700 y 800 mm, la estación más lluviosa es el verano y la más seca el invierno. La temperatura media anual es de 15 °C, la media del mes mas cálido (enero) es de 20°C y del mes mas frío (julio) algo superior a 7°C. La amplitud térmica entre el mes más cálido y el mes más frío es de 16°C. El período libre de heladas varía entre 240 y 260 días.

El sitio seleccionado para el experimento provenía de una pastura de 7 años fertilizada al inicio. Con anterioridad, el lote estuvo bajo uso agrícola tradicional e intensivo.

El suelo donde se ubicó el ensayo pertenece a la Serie Tres Arroyos. La textura del horizonte A es franco arcillo arenosa, con arcillas del tipo de las illitas. Al instalar el ensayo se realizó un muestreo de suelos con la finalidad de caracterizar el nivel de fertilidad química. Para ello se conformó una muestra compuesta a partir de 17 submuestras, extraídas al azar en los primeros 10 cm del perfil de toda la superficie del ensayo. Las muestras secadas al aire fueron enviadas al laboratorio para determinar los siguientes parámetros: carbono orgánico (CO), nitrógeno total (N), fósforo disponible (P), pH, capacidad de intercambio catiónico

(CIC), bases de intercambio, conductividad eléctrica (CE). Se calculó el porcentaje de saturación de bases y de Na intercambiable (PSI).

La preparación del terreno consistió en dos pasadas de rastra realizadas en forma cruzada. Se utilizaron plantas de *P. radiata* producidas en tubetes (93cm<sup>3</sup>) en un vivero forestal de Tandil, con semilla proveniente de Concepción, Chile. Para el experimento se seleccionaron plantines con características morfológicas similares.

La plantación se realizó con pala a una distancia de 3 m x 3 m (1111 pl ha<sup>-1</sup>) el 13 de diciembre del 2002 (época tardía), debido a problemas de sequía. El control de malezas se realizó en forma manual alrededor de la planta (en un radio de 1 m).

Los tratamientos aplicados fueron combinaciones de tres dosis de N y tres dosis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dispuestos bajo un diseño factorial 3<sup>3</sup> y distribuidos en bloques completos al azar con tres repeticiones (Tabla 1). Como fuente de N se utilizó urea (U: 46-0-0) y como fuente de P superfosfato triple de Ca (0-47-0). El fertilizante se aplicó un día después de la plantación alrededor de cada planta, en forma de corona circular a unos 15 cm del cuello de la misma, incorporándolo parcialmente al suelo.

**Tabla 1: Descripción de los tratamientos considerados en el experimento.**

|           | Urea (g pl <sup>-1</sup> ) | SPT (g pl <sup>-1</sup> ) | N (g.pl <sup>-1</sup> ) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g pl <sup>-1</sup> ) |
|-----------|----------------------------|---------------------------|-------------------------|---|
| <b>T1</b> | 0                          | 0                         | 0                       | 0   |
| <b>T2</b> | 50                         | 0                         | 22.5                    | 0   |
| <b>T3</b> | 100                        | 0                         | 45                      | 0   |
| <b>T4</b> | 0                          | 87                        | 0                       | 40  |
| <b>T5</b> | 0                          | 174                       | 0                       | 80  |
| <b>T6</b> | 50                         | 87                        | 22.5                    | 40  |
| <b>T7</b> | 50                         | 174                       | 22.5                    | 80  |
| <b>T8</b> | 100                        | 87                        | 45                      | 40  |
| <b>T9</b> | 100                        | 174                       | 45                      | 80  |

Cada parcela tenía originalmente 30 plantas (5 x 6), rodeada por una línea de bordura común que no fue fertilizada.

El tratamiento 9 se dio de baja debido al ataque de hormigas y al pisoteo del ganado que ingresó al lote. Por los mismos motivos fueron afectados los tratamientos 2 y 3, que al momento de la medición, contaron con 12 plantas no dañadas.

El primer relevamiento de altura total (H) y diámetro a nivel del cuello (DAC) se realizó a los 5 meses de la plantación. Con estas variables se calculó el factor de productividad (IP: DAC<sup>2</sup> x H).

Para el análisis de datos se aplicó un modelo de bloques completos al azar con 8 tratamientos y 3 repeticiones debido a las pérdidas de uno de los tratamientos correspondiente al diseño estadístico original. Las medias se compararon mediante el test de la diferencia mínima significativa (LSD) con un nivel de significancia del 0.05.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del muestreo de suelos mostraron que el sitio presenta un nivel de MO del 4,7%, 0.26 % N total, 5.0 ppm de P asimilable (Bray y Kurtz), pH en H<sub>2</sub>O: 6, CIC: 24.5 meq%, Ca: 10.7 meq%, Mg:2.2 meq%, Na: 0.6 meq%, K:1.9 meq%, % de saturación de bases: 62.8 %, PSI: 2.4 % y CE: 0.32 mScm<sup>-1</sup>.

A los cinco meses de plantación, la altura promedio de las plantas de todo el experimento fue de 31.2 ± 6.35 cm y el DAC medio fue 0,64 ± 0.15 mm; resultados que son alentadores teniendo en cuenta que la plantación fue realizada en forma tardía.

El análisis de variancia mostró que la aplicación de distintas dosis de fertilizante afectó significativamente el crecimiento en altura ( $p = 0.0019$ ), en DAC ( $p = 0.0010$ ) y en IP ( $p = 0.0003$ ) (Tabla 2).

**Tabla 2: Diámetro a nivel del cuello, altura total e índice de productividad de *P. radiata* a los cinco meses de la plantación, según dosis de fertilizante.**

|                         | G planta <sup>-1</sup> (Urea-SPT) |         |         |         |         |         |         |         |
|-------------------------|-----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                         | 0-0                               | 50-0    | 100-0   | 0-87    | 0-174   | 50-87   | 50-174  | 100-87  |
| <b>DAC</b>              | 0.55                              | 0.615   | 0.614   | 0.634   | 0.608   | 0.684   | 0.77    | 0.637   |
| <b>(cm)</b>             | (0.017)                           | (0.018) | (0.023) | (0.019) | (0.018) | (0.017) | (0.019) | (0.019) |
|                         | a                                 | b       | b       | bc      | b       | c       | d       | bc      |
| <b>H</b>                | 28.81                             | 27.4    | 29.37   | 32.00   | 30.85   | 32.33   | 36.62   | 30.63   |
| <b>(cm)</b>             | (0.71)                            | (0.77)  | (0.98)  | (0.81)  | (0.70)  | (0.73)  | (0.81)  | (0.80)  |
|                         | ab                                | a       | ab      | c       | bc      | c       | d       | bc      |
| <b>IP</b>               | 10.06                             | 11.16   | 11.9    | 14.2    | 12.3    | 16.6    | 23.2    | 13.7    |
| <b>(cm<sup>3</sup>)</b> | (1.00)                            | (1.09)  | (1.39)  | (1.14)  | (0.99)  | (1.03)  | (1.15)  | (1.13)  |
|                         | a                                 | ab      | ab      | bc      | ab      | c       | d       | bc      |

Ref: DAC: diámetro a nivel del cuello. H: altura, IP: índice de productividad. Error estándar entre paréntesis. Para cada variable letras distintas indican diferencias significativas a un nivel de significancia de 0.05.

El agregado de N produjo cambios significativos en el crecimiento en DAC, pero no afectó la altura y el IP de las plantas. La aplicación de 50 g de urea generó un aumento en el DAC que superó al testigo en un 12 %. Ninguno de los tres parámetros mostró diferencias de crecimiento entre las plantas fertilizadas con 50 y 100 g de urea. WOODS ET AL. (1992) obtuvieron respuestas semejantes a la aplicación de N en plantaciones de *P. radiata* sobre suelos arenosos del sur de Australia. El agregado de 300 kg ha<sup>-1</sup> de N fraccionado en dos años, en combinación con control de malezas, produjo una ganancia del 17 % en el área transversal de las plantas, medida a 15 cm del suelo, al año de la segunda fertilización.

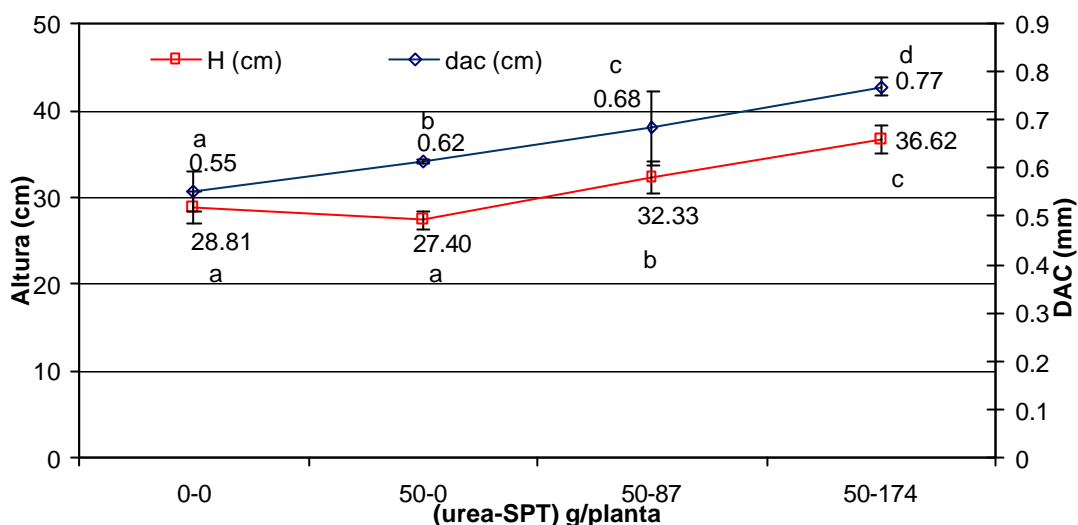
Una tendencia diferente fue reportada por FERNÁNDEZ ET AL. (1999) en *P. taeda* implantado sobre Alfisoles arcillosos de Corrientes. Los autores indicaron que la fertilización con dosis y fuentes de N similares a las utilizadas en este experimento produjeron un efecto negativo significativo a los 5 meses de edad.

Con relación a los tratamientos que recibieron solo P, se encontraron crecimientos significativamente superiores al testigo tanto para el DAC como la H y el IP, pero no se detectaron diferencias entre las dosis de 87 y 174 g pI<sup>-1</sup> (Tabla 2). Los mayores crecimientos se alcanzaron con el agregado de la dosis media (87 gpI<sup>-1</sup> de SPT), lográndose incrementos del 15% en DAC, 11 % en H y 41% en IP. En suelos con bajos niveles de P disponible, FERNÁNDEZ ET AL. (1999) reportaron importantes respuestas al agregado de P en *P. taeda* con dosis de 45 y 90 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pI<sup>-1</sup>.

La adición conjunta de N y P se tradujo en crecimientos significativamente mayores al testigo y a los tratamientos que recibieron a cada nutriente en forma separada. Este efecto sinérgico, señalado por TURNER Y LAMBERT (1986) en evaluaciones nutricionales realizadas sobre *P. radiata*, se evidenció particularmente en las dosis de 50 g N pI<sup>-1</sup> del presente experimento (Figura 1, Tabla 2). La combinación que maximizó el crecimiento correspondió a las dosis 50-174, superando al testigo de un 40 % en DAC y 27 % en H. Si bien las plantas que recibieron las dosis 50-87 y 100-87 mostraron crecimientos en DAC, H e IP superiores al testigo, estos fueron significativamente menores a los del tratamiento 50-174, de mayor crecimiento.

En las plantas que recibieron 50 g de urea la ganancia de crecimiento generada por el incremento en la dosis de P de 87 a 174 g fue del 12.6 % en DAC, 13 % en H y del 40 % en IP (Figura 1). MASON Y MILE (1999) también reportaron ganancias en el crecimiento

inicial de *P. radiata* en respuesta a la fertilización con N y P (9.7 g de N y 10.8 g de P por planta), efectos que se prolongaron hasta los 5 años de la plantación.



**Figura 1: Altura media y DAC medio del *P. radiata* a los 5 meses de fertilización con diferentes dosis de urea y superfosfato triple.**

Letras distintas indican diferencias significativas al 0.05 mediante el test LSD. Las barras verticales muestran el desvío estándar.

## CONCLUSIONES

A los 5 meses de la plantación los resultados indican que el agregado de N o P ejercen separadamente efectos positivos sobre el crecimiento del *P. radiata*. Para las dosis de N, los efectos fueron significativos sobre el DAC, mientras que el agregado de P produjo incrementos significativos tanto para el DAC como para la H y el IP. La magnitud del efecto se amplía cuando los elementos se agregan en forma conjunta. Las dosis que maximizaron el crecimiento corresponden a la combinación de 50 gr de urea y 174 gr de SPT por planta.

## AGRADECIMIENTOS.

Al Dr Arnaldo Cisilino, propietario del establecimiento donde se instaló el experimento. Al Proyecto Forestal de Desarrollo (SAGPyA-BIRF) por la financiación parcial del experimento.

## BIBLIOGRAFIA

- FERNÁNDEZ R., Rodríguez F., Lupi A. M., Hernández A., Reis H. 1999. Efectos de diferentes prácticas de preparación del terreno y fertilización sobre el crecimiento inicial del *Pinus spp* en el NE Argentino. Bosque 20(1): 47-55.
- TURNER J., Lambert M. J. 1986. Nutrition and nutritional relationships of *Pinus radiata*. Ann. Rev. Ecol. Syst. 17: 325-350.
- WOODS P.V., Nambiar E. K. S., Smethurst P. J. 1992. Effect of annual weeds on water and nitrogen availability to *Pinus radiata* trees in a young plantation. For. Ecol. Manag. 48: 145-163.
- MASON E.G., Milne P.G. 1999. Effects of weed control, fertilization, and soil cultivation on the growth of *Pinus radiata* at midrotation in Catenbury, New Zealand. Can. J. For. Res. 29: 985-992.