

## COMUNICACIÓN

### CRECIMIENTO INICIAL DE *Pinus taeda* L. EN SUELO PEDREGOSO DE LA PROVINCIA DE MISIONES, EN RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN CON P Y N.

#### *Pinus taeda* L. INITIAL GROWTH IN RESPONSE TO N AND P FERTILIZATION, ON A STONY SOIL OF MISIONES PROVINCE.

Laura Faustino<sup>1</sup>  
Nardia Bulfe<sup>2</sup>  
Martín Pinazo<sup>3</sup>  
Juan Goya<sup>4</sup>  
Rodolfo Martiarena<sup>5</sup>  
Otto Knebel<sup>6</sup>  
Corina Graciano<sup>7</sup>

Fecha de recepción: 24/02/2011

Fecha de aceptación: 19/09/2011

1. Ingeniera Forestal. Becaria de postgrado CONICET. Instituto de Fisiología Vegetal (INFIVE), CONICET - UNLP. CC 327, CP 1900 - La Plata, Argentina. laurafaustino@agro.unlp.edu.ar

2. Ingeniera Forestal. Becaria de posgrado. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Av. El Libertador 2472, CP 3384 - Misiones, Argentina. nbulfe@montecarlo.inta.gov.ar

3. Ing. Forestal. Msc. Silvicultura en Trópico y Subtrópico. Investigador. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Av. El Libertador 2472, CP 3384 - Misiones, Argentina. mpinazo@montecarlo.inta.gov.ar

4. Ingeniero Forestal. Profesor Titular Curso de Silvicultura, Profesor Adjunto Curso Ordenación Forestal, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. jgoya@agro.unlp.edu.ar

5. Ing. Forestal. MSc Silvicultura de bosques implantados. Investigador. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Av. El Libertador 2472, CP 3384 - Misiones, Argentina. ramartiarena@montecarlo.inta.gov.ar

6. Ayudante técnico. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) - Av. El Libertador 2472, CP 3384 - Misiones, Argentina.

7. Ingeniera Forestal, Dra. en Ciencias Naturales. Investigadora Asistente CONICET. Instituto de Fisiología Vegetal (INFIVE), CONICET - UNLP. CC 327, CP 1900 - La Plata, Argentina. corinagraciano@agro.unlp.edu.ar

#### SUMMARY

The aim of this work was to evaluate the effect of N and P fertilization during *Pinus taeda* L. establishment on a poorly developed stony soil found in slopes in Misiones. Total Height and collar diameter growth in response to different N and P doses were evaluated, six and eighteen months after fertilization. Different responses depending on the position of the block in the slope were observed. Heterogeneity in the response due to the position in the slope was observed. P fertilization had positive or null effect, depending on the dose applied and the combination with N. On the other hand, N fertilization has a negative, null or positive effect on the growth, depending on the block and the combination with P. The fertilization with N and P combined in the stony soil of Misiones can produce a negative effect on *Pinus taeda* growth, mainly by the depressive effect of N.

**Key words:** Initial fertilization, *Pinus taeda*, Misiones.

#### RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de N y P en el establecimiento de *Pinus taeda* creciendo sobre suelo somero pedregoso ubicado en pendientes en la provincia de Misiones. Se evaluó el crecimiento en altura total y en diámetro a la altura del cuello (DAC) en respuesta a la fertilización con diferentes niveles de N y P, a los seis y a los dieciocho meses posteriores a la fertilización. Se observó heterogeneidad en la respuesta a la fertilización según la posición en la pendiente. La aplicación de P tuvo efecto positivo o nulo, dependiendo de la dosis y la combinación con

N. La aplicación de N tuvo un efecto negativo, nulo o positivo sobre el crecimiento, dependiendo el bloque y la combinación con P. La aplicación combinada de P y N sobre suelo pedregoso de la provincia de Misiones puede tener efectos negativos en el crecimiento de *Pinus taeda* fundamentalmente producto de la acción depresiva del N.

**Palabras clave:** Fertilización inicial, *Pinus taeda*, Misiones.

#### INTRODUCCIÓN

Argentina posee en la actualidad más de un millón de hectáreas forestadas, de las cuales el 55%

corresponden a plantaciones del género *Pinus* (GAUCHAT y RODRÍGUEZ, 2005). La provincia de Misiones tiene alrededor de 365.000 ha plantadas con coníferas (SIFIP, 2010), y en ella se registran los mayores crecimientos de pino del país y del mundo, llegando en ciertos casos a 35-40 m<sup>3</sup>/ha/año (SANCHEZ ACOSTA y VERA, 2005). La superficie plantada con *Pinus taeda* en esta provincia se halla en expansión hacia suelos marginales, pedregosos, someros y de escasa profundidad, ubicados en zonas de pendientes. Este tipo de suelos, perteneciente al grupo de los comúnmente denominados pedregosos, ocupan un 35 % del total provincial, y tienen baja capacidad de retención hídrica en comparación con los suelos rojos profundos, los cuales son considerados como los más aptos para el establecimiento de plantaciones en la provincia (FERNANDEZ *et al.* 1999a).

Si bien los pinos han sido considerados poco exigentes en sus requerimientos de nutrientes, se han obtenido marcados incrementos en la productividad al mejorar el estado nutricional de las plantaciones. El crecimiento de plantaciones de 8 años de edad de *P. taeda* en EL SE de Estados Unidos fue mayor con la aplicación de fertilizantes en dosis suficiente para mantener relaciones óptimas entre nutrientes. El mayor crecimiento se registró desde un año luego de iniciada la fertilización (ALBAUGH *et al.* 1998), y se mantuvo hasta el final del ensayo a los 21 años (ALBAUGH *et al.* 2004, 2008). También la fertilización con P aplicada en el establecimiento de la plantación y la fertilización con N y P a durante el cierre del canopeo, incrementan el crecimiento y los efectos positivos pueden durar más de 20 años (FOX *et al.* 2006, NILSSON y ALLEN, 2003). Asimismo, la fertilización con N, P, K y micronutrientes aumenta la supervivencia y el crecimiento de las plantas aún en condiciones de sitios con problemas de drenaje (RAHMAN *et al.* 2006). Por otro lado, existen registros de que se producen disminuciones en las concentraciones de macronutrientes del suelo luego de un turno de plantación con *Pinus taeda* en Misiones. La extracción de madera implicaría pérdidas de la estabilidad nutritiva luego de dos rotaciones para el fósforo y el potasio, y luego de más de diez rotaciones para el nitrógeno (GOYA *et al.* 2003, PÉREZ *et al.* 2006). Sumado a la extracción de nutrientes que se realiza con la madera durante la cosecha, se produce además una gran pérdida de nutrientes en el período que abarca desde que se realiza la corta hasta el establecimiento de la nueva plantación (MARTIARENA *et al.* 2009). La magnitud de estas pérdidas depende de las distintas prácticas que se realicen durante este período, maximizándose si el suelo queda descubierto y se realiza quema de residuos (GOYA *et al.* 2003, MARTIARENA *et al.* 2009). Dado que pérdida de nutrientes en el suelo podría repercutir sobre las tasas de crecimiento de las rotaciones siguientes, es necesaria la aplicación de fertilizantes para mantener

la fertilidad y estabilidad nutricional de los sitios y la sustentabilidad del sistema productivo (GOYA *et al.* 2003). La aplicación inicial de fósforo en plantaciones de *Pinus taeda* ubicadas en suelos arenoso y rojo profundo en la provincia de Corrientes tuvo un impacto positivo sobre el crecimiento en diámetro y altura (FERNANDEZ *et al.* 1999b, 2000, 2003, APARICIO *et al.* 2003), mientras que la adición de nitrógeno tuvo un efecto detrimental sobre el crecimiento de las plantas, siendo estas menores incluso a las no fertilizadas (FERNANDEZ *et al.* 1999b, 2000, 2003). Este efecto depresor del nitrógeno también está documentado para *Pinus taeda* en el sur de Brasil (COSTA MUNIZ *et al.* 1975). Hasta el momento, no se habían instalado ensayos de fertilización de *Pinus taeda* sobre suelos marginales, pedregosos de la provincia de Misiones.

En base a estos antecedentes el objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de la aplicación de nitrógeno y fósforo, y su interacción, en el establecimiento de una plantación de *Pinus taeda* creciendo sobre un suelo somero, pedregoso, ubicado en pendiente de la provincia de Misiones, Argentina. Se espera que la respuesta de la especie a la fertilización inicial en este tipo de suelos sea similar a las halladas en los trabajos previamente citados para la zona. En esta comunicación se informan los resultados obtenidos hasta los 18 meses de edad de la plantación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se localiza al centro oeste de la provincia de Misiones, Argentina, en un predio de la empresa Taeda S.A. ubicado en el departamento de Montecarlo. El clima de la región se define como subtropical sin estación seca marcada, las precipitaciones anuales son del orden de los 2000 mm y la temperatura media anual ronda los 20° C (LIGIER, 2000). El lote donde se ubica el ensayo se encuentra aproximadamente a los 26° 34' de latitud sur y 54° 42' de longitud oeste, presenta un suelo con abundancia de fragmentos gruesos no meteorizados entre los que predominan gravas y guijarros (de 2 mm a 25 cm). La pendiente del mismo es de alrededor de 10%.

Las principales características físico-químicas de los suelos se presentan en la tabla 1. El bloque 1 se encuentra ubicado en la loma, mientras que el bloque 2 se encuentra en la media loma. En cada bloque se tomó una muestra compuesta para realizar los análisis de suelo. Cada muestra se obtuvo a partir de 5 submuestras de igual volumen a las que se les extrajeron los fragmentos gruesos no meteorizados. El muestreo se realizó en la parcela control de cada bloque tomando las submuestras sobre dos diagonales de la misma. Las submuestras se extrajeron con pala, cavando hasta los 20 cm de profundidad. El carbono orgánico (CO) fue determinado por combustión seca mediante un

analizador automático de Carbono marca LECO modelo CR12, el P extractable (Pe) por el método de Bray- Kurtz, el N total (Nt) por el método semimicro Kjeldahl, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) por el método Polemio-Rhoades y la textura por el método de la pipeta de Robinson (Determinaciones efectuadas por el LANAIS N-15, CONICET-UNS (Agronomía), 8000 Bahía Blanca, Argentina).

La plantación se realizó en mayo de 2008 con un distanciamiento de 5 m x 2 m, con plantines comerciales de *Pinus taeda* L. Hacia fines de julio del mismo año se aplicó el fertilizante en dos orificios de 10 cm de profundidad realizados con pala, a 20 cm a cada lado del cuello de la planta, los cuales posteriormente fueron tapados con tierra. Se utilizó un diseño factorial de 3<sup>3</sup> en tres bloques completos al azar. Se evaluaron tres dosis de nitrógeno aportado como urea (45-46 % de N) y tres dosis de fósforo aportado como superfosfato triple (46 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Se aplicaron 0 g; 22,5 g y 45 g de N combinados con 0 g; 46 g y 92 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, correspondientes a 0 g (N0); 50 g (N50) y 100 g (N100) de urea, y 0 g (P0); 100 g (P100) y 200 g (P200) de superfosfato triple (SFT) respectivamente. Se fertilizaron 40 individuos por parcela, de los cuales los 18 centrales se utilizaron para mediciones, de manera de dejar una fila de bordura fertilizada alrededor del sector de las plantas medidas. Se realizó control de hormigas y desmalezado en forma periódica sobre la plantación.

Debido a la alta mortandad de plantas en todos los tratamientos de uno de los bloques, fueron considerados para el análisis los dos bloques restantes.

Se evaluó la altura total y el diámetro a la altura del cuello (DAC) a los seis y a los dieciocho meses posteriores a la aplicación del fertilizante.

Los datos se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) y el test de comparación de medias LSD ( $p < 0,05$ ).

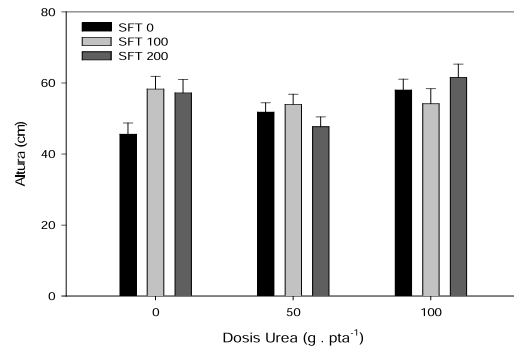
**Tabla 1. Características químicas y físicas de los suelos pedregosos utilizados en el ensayo de fertilización de *Pinus taeda* L.**

**Table 1. Chemical and physical characteristics of the stony soil used in the *Pinus taeda* L. fertilization experiment.**

	Bloque 1	Bloque 2
CO (%)	4,049	2,570
Nt (%)	0,323	0,274
pH	5,1	5,9
Pe (ppm)	9,6	4,2
CIC (cmol/Kg)	12,1	10,1
Arena (%)	17,9	21
Limo (%)	41,2	44,7
Arcilla (%)	40,9	34,3

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los seis meses de realizada la plantación, la altura de las plantas estuvo significativamente afectada por una interacción entre el N y el P ( $p = 0,0421$ ) (gráfico 1). La aplicación de cualquiera de las dosis de P sin la adición de N incrementó la altura. Una respuesta similar se obtuvo al aplicar N en la dosis máxima (100g de urea) sin P. El resto de las combinaciones de N y P no resultaron en incrementos superiores a los logrados con la aplicación de N o P por separado.



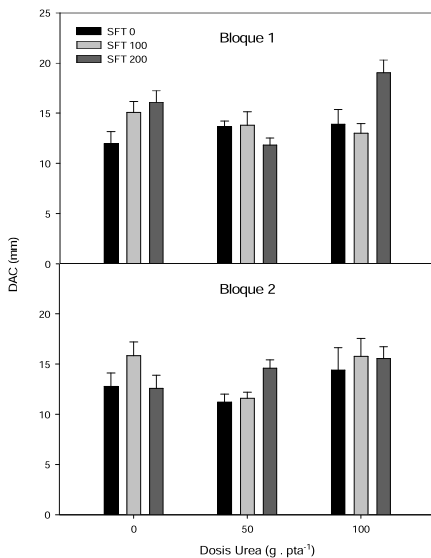
**Gráfico 1: Combinación de las distintas dosis de urea y SFT en la altura de *Pinus taeda* L. a los seis meses posteriores a la fertilización.**

**Graph 1: Combination between different levels of urea and SFT on *Pinus taeda* L. height six month after fertilization.**

En el caso del DAC a los seis meses de realizada la fertilización, se observó una interacción significativa entre el bloque y ambos nutrientes ( $p = 0,0101$ ) (gráfico 2). Como el efecto del bloque es significativo, se reportan los resultados de cada bloque por separado. La interacción de la fertilización con el bloque refleja la alta heterogeneidad del sitio, caracterizado por poseer pendientes elevadas y reflejada en las características químicas del suelo (tabla 1). En el bloque 1, que posee mayor concentración de N y P, la fertilización sólo con P en la dosis máxima supera al control en crecimiento en DAC, al igual que aplicación de la dosis máxima de N con la dosis máxima de P, mientras que otras combinaciones no difieren significativamente de las plantas sin fertilizar. Es así que en este bloque, el P es el nutriente limitante, y por lo tanto, la adición de N es necesaria solamente cuando se supera un umbral de disponibilidad de P. En el bloque 2, la disponibilidad de N y P es menor que en el bloque 1. Sin embargo ninguna de las combinaciones aplicadas redundó en mayor crecimiento en comparación con el control. Sin embargo, con la aplicación de una dosis moderada de N las plantas crecen menos en DAC, si ésta no es acompañada con la dosis máxima de P.

A los dieciocho meses, la interacción entre el P, el N y el bloque tuvo efectos significativos para la altura y el DAC de las plantas (altura  $p = 0,0475$ ;

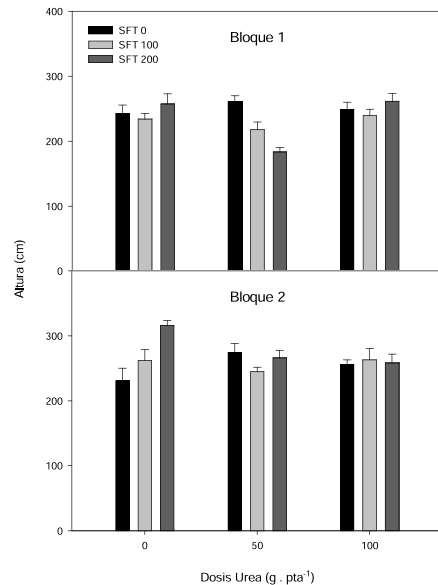
DAC  $p=0,0005$ ) (gráficos 3 y 4). En el bloque 2, que posee menor contenido de P en el suelo, la fertilización con P redundó en plantas con mayor altura, aunque la diferencia no fue significativa en diámetro. Ninguna de las aplicaciones de N y sus combinaciones con P tuvo un efecto que mejore la aplicación de P solo, de manera que en este bloque, el P es el nutriente limitante. Sin embargo, en el bloque 1, que posee mayor contenido de N y P en el suelo, ninguna dosis de N y P estimuló el crecimiento, mientras que la dosis intermedia de N combinada con la aplicación de P disminuyeron el crecimiento en altura y DAC. Esta tendencia se observó a los 6 meses y se acentuó a los 18 meses. Por lo tanto en este bloque la aplicación de la dosis N50 fue negativa en combinación con P100 y P200. Es posible que la aplicación P combinado con N estimule el crecimiento de la flora del suelo. Si el crecimiento de la flora del suelo inmoviliza más N que el aportado por la fertilización, como parece ser el caso de N50, la disponibilidad de N para la planta disminuye, y por lo tanto es esperable un menor crecimiento. A mayor aporte de P, mayor inmovilización de N. Si la fertilización con N es mayor (N100) la situación es similar a la observada cuando no se aplica N (N0), por lo tanto, el aporte de N con la fertilización es suficiente para la flora del suelo y para la planta. Como la aplicación de N o P por separado no estimula el crecimiento, evidentemente la limitante al crecimiento es otro nutriente u otro factor no contemplado en este ensayo, como puede ser la menor disponibilidad de agua, ya que se encuentra en la loma.



**Gráfico 2: Combinación de las distintas dosis de urea y SFT para cada bloque en el DAC de *Pinus taeda* L. a los seis meses posteriores a la fertilización.**

**Graph 2: Combination between blocks and different levels of urea and SFT on *Pinus taeda* L. collar diameter six month after fertilization.**

El efecto negativo de la dosis intermedia de N no sería atribuible a la elevada salinidad que produce la urea, a la toxicidad del biuret o a la inhibición de la formación de micorrizas, ya que el efecto negativo no se observa con la dosis mayor de N, condición que debería exacerbar dichas causas (FERNÁNDEZ *et al.* 2004).

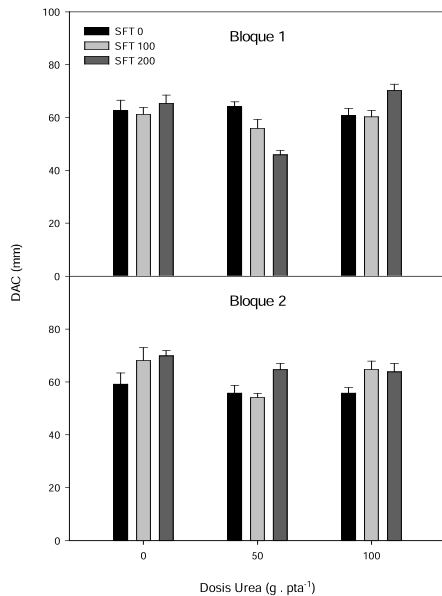


**Gráfico 3: Combinación de las distintas dosis de urea y SFT para cada bloque en la altura de *Pinus taeda* L. a los dieciocho meses posteriores a la fertilización.**

**Graph 3: Combination between blocks and different levels of urea and SFT on *Pinus taeda* L. height eighteen month after fertilization.**

Los resultados obtenidos son parcialmente concordantes con las respuestas a la aplicación de P y N en *Pinus taeda* Marion en suelos rojos de Corrientes halladas por FERNANDEZ *et al.* (1999b, 2000, 2003) en sucesivas oportunidades de medición, desde los seis hasta los treinta y cuatro meses posteriores a la fertilización en el establecimiento de la plantación. Estos autores registraron respuestas positivas más acentuadas en el caso de la aplicación de P, posiblemente debido a que los suelos rojos profundos poseen menor concentración de este nutriente (alrededor de 1-2 ppm). Encuentran un aumento significativo del crecimiento en diámetro y altura en forma progresiva con el incremento de la dosis aplicada de este nutriente. Esto es concordante con lo que encontramos en este trabajo, aunque las diferencias no llegan a ser significativas en todos los casos, posiblemente debido a las interferencias que se generan con el N y a la heterogeneidad de los bloques. En relación al N señalan que la aplicación se asoció con una disminución en el crecimiento en altura y en diámetro, relacionando dicho efecto con

una posible interferencia del N en la absorción de P por inmovilización microbiana, o a una inhibición de la micorrización producida por el N que consecuentemente afecte la absorción de P.



**Gráfico 4: Combinación de las distintas dosis de urea y SFT para cada bloque en el DAC de *Pinus taeda* L. a los dieciocho meses posteriores a la fertilización.**

**Graph 4: Combination between blocks and different levels of urea and SFT on *Pinus taeda* L. collar diameter eighteen month after fertilization.**

## CONCLUSIÓN

Preliminarmente, la aplicación combinada de P y N sobre suelo pedregoso de la provincia de Misiones puede tener efectos negativos en el crecimiento de *Pinus taeda* L., que es producto fundamentalmente de la acción del N. Esto concuerda parcialmente con la hipótesis de trabajo planteada y con la respuesta hallada en otros trabajos realizados en la zona, aunque sobre otro tipo de suelos. Sin embargo, en este caso de estudio en particular, el efecto de la fertilización en el crecimiento fue diferente en cada bloque, lo que refleja la alta heterogeneidad de los sitios donde se desarrollan los suelos pedregosos.

Es necesario continuar las mediciones de este ensayo en el tiempo para poder obtener conclusiones del efecto a largo plazo de la fertilización con N y P sobre estos suelos pedregosos de Misiones, así como también profundizar los estudios nutricionales para encontrar las causas de los efectos negativos de la fertilización con urea que se encontraron.

## AGRADECIMIENTOS

A Alejandra Von Wallis por su ayuda en la instalación y mediciones del ensayo.

A la empresa Taeda S.A. que nos ha permitido la instalación del ensayo dentro de su establecimiento.

El ensayo se financió parcialmente con fondos de los proyectos del INTA PNFOR 2214 (Factores críticos para la sustentabilidad de plantaciones forestales) y PNFOR 2213 (Determinación de las bases ecofisiológicas para la silvicultura de implantación y conducción). Este proyecto está parcialmente subsidiado por el PIP1885 (CCT CONICET La Plata).

## BIBLIOGRAFÍA

- ALBAUGH T.J., Allen H.L., Dougherty P.M., Johnsen K.H. 2004. Long term growth responses of loblolly pine to optimal nutrient and water resource availability. *Forest Ecology and Management*. 192, pp 3-19.
- ALBAUGH T.J., Allen H.L., Dougherty P.M., Kress L.W., King J.S. 1998. Leaf area and above- and belowground growth responses of loblolly pine to nutrient and water additions. *Forest Science*. 44, pp 317-328.
- ALBAUGH T.J., Allen H.L., Fox T.R. 2008. Nutrient use and uptake in *Pinus taeda*. *Tree Physiology*. 28, pp 1083-1098.
- APARICIO J.L., Lopez J.A., Dalla Tea F., Finker L., Monticelli C. 2003. Respuesta de las especies de mayor importancia foresto-industrial a la fertilización con NPK en los suelos arenosos de la provincia de Corrientes. PIA 37/96. Investigación forestal al servicio de la producción I. Resultados aplicables al cultivo de bosques y la producción de madera en Argentina. SAGPyA. pp 60-65.
- BARRIER G. 2004. Tendencias y perspectivas del sector forestal al año 2020, Argentina. FAO, SAyDS, SAGPyA. 71 p.
- FERNÁNDEZ R., Lupi A., Pahr N. 1999a. Aptitud de las tierras para la implantación de bosques. Provincia de Misiones. *Yvyrareta*. 9, pp 41-49.
- FERNÁNDEZ R., Rodríguez Aspillaga F., Lupi A., Hernández A., Reis H. 1999b. Efectos de diferentes prácticas de preparación del terreno y fertilización sobre el crecimiento inicial del *Pinus* spp en el NE argentino. *Bosque*. 20 (1), pp 47-55.
- FERNÁNDEZ R., Rodríguez Aspillaga F., Lupi A., López E., Pezzuti R. 2000. Respuesta del *Pinus taeda* y la *Araucaria angustifolia* a la adición de N, P y K en la implantación. *Actas Silvoargentina I. Asociación Forestal Argentina, Virasoro*. 16 pp.
- FERNÁNDEZ R., Rodríguez Aspillaga F., Pezzutti R., Martiarena R., Colcombet L., Crechi E. 2003.

- Establecimiento de *Pinus taeda*, crecimiento a los 34 meses como respuesta a la adición de N, P y K. Actas 7º Congreso Argentino de Ingeniería Rural. CADIAR. 6 pp.
- FERNÁNDEZ N., Lupi A., Pathauer P., Ferrere P. 2004. Respuesta del *Pinus radiata* Don. A la fertilización inicial con N y P en Tandil (Buenos Aires). XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, AACCS, Paraná, Entre Ríos. 10pp.
- FOX T.R., Allen H.L., Albaugh T.J., Rubilar R., Carlson C.A. 2006. Forest fertilization in southern pine plantations. *Better Crops* 90 (3), pp 12-15.
- GAUCHAT M.E., Rodríguez G.H. 2005. Producción de semillas de alta calidad. IDIA XXI Forestales. 8, pp 164-167.
- GOYA J.F., Perez C., Frangi J.L., Fernandez R. 2003. Impacto de la cosecha y destino de los residuos sobre la estabilidad del capital de nutrientes en plantaciones de *Pinus taeda* L. *Ecología Austral*. 13, pp 139-150.
- INTA. 1990. Atlas de suelos de la República Argentina. Castelar, Buenos Aires.
- LIGIER H. 2000. Caracterización geomorfológica y edáfica de la provincia de Misiones. EEA INTA Corrientes.
- MARTIARENA R., Von Wallis A., Knebel O. 2009. Pérdida de nutrientes durante la cosecha y el establecimiento forestal, en un rodal de *Pinus taeda* en Misiones, Argentina. *Revista Forestal Venezolana*. 53 (2), pp 165-173.
- NILSSON U., Allen H.L. 2003. Short and long-term effects of site preparation, fertilization and vegetation control on growth and stand development of planted loblolly pine. *Forest Ecology and Management* 175, pp 367-377.
- PEREZ C., Goya J.F., Bianchini F., Frangi J.L., Fernández R. 2006. Productividad aérea y ciclo de nutrientes en plantaciones de *Pinus taeda* L. en el norte de la provincia de Misiones, Argentina. *Interciencia*. 31, pp 794-801.
- RAHMAN M.S., Messina M.G., Fisher R.F. 2006. Intensive forest management affects loblolly pine (*Pinus taeda* L.) growth and survival on poorly drained sites in southern Arkansas. *Southern Journal of Applied Forestry*. 30, pp 79-85.
- SÁNCHEZ ACOSTA M., Vera L. 2005. Situación foresto industrial de Argentina al 2005 (Ejemplo de una cadena forestal). III Simposio Iberoamericano de Gestión y Economía Forestal, Ubatuba, San Pablo. pp 23-44.
- SIFIP, Sistema de Información Foresto-Industrial Provincial, Ministerio del Agro y la Producción de la Provincia de Misiones. 2010. <http://extension.facfor.unam.edu.ar/sifip/index.php>