

# UTILIDAD DE LA NUTRICIÓN CON DISOLUCIONES DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO EN LA APARICIÓN DE BROTES ORTOTRÓPICOS

## UTILITY OF NUTRITION WITH NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM DISSOLUTIONS IN THE APPEARANCE OF ORTOTROPIC SPROUTS

Darwin Augusto Valenzuela Erazo(1)

(1)Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Riobamba, Chimborazo, Ecuador.

**Resumen:** *Introducción: la reforestación constituye una estrategia para enfrentar los cambios naturales y los ocasionados por la actividad humana que ponen en peligro diversas especies forestales. Además permite hacer frente a necesidades maderables inherentes al desarrollo económico y social actual; por lo que es necesario potencializar esta actividad y lograr mayores índices de eficacia en la misma. Objetivo: Evaluar la respuesta de las plantas madre con respecto a la nutrición con dosis de disoluciones de nitrógeno, fósforo y potasio en la aparición de brotes ortotrópicos. Metodología: estudio experimental, descriptivo y de corte longitudinal en la que se sometió a plantas jóvenes de Juglans neotrópica a técnicas de silvicultura clonal mediante utilización de distintas disoluciones nutricionales para identificar el efecto de las mismas en la aparición de brotes. Las disoluciones estuvieron compuestas por nitrógeno, fósforo y potasio. Se utilizó chi cuadrado de Pearson, correlación por continuidad, razón de verosimilitud y asociación lineal para identificar la significación estadística de los cambios en la aparición de brotes según el tipo de disolución utilizada. Resultados: existió una mayor aparición de brotes en las plantas que recibieron tratamiento con disoluciones de potasio, nitrógeno y fósforo. Existieron diferencias significativas en torno a la aparición de brotes según las concentraciones de los macronutrientes de las disoluciones. Conclusiones: se halló una relación altamente significativa entre la aparición de brotes ortotrópicos y dosis de disoluciones de potasio, nitrógeno y fósforo, se confirma la importancia del potasio en el crecimiento de las plantas.*

---

**Recibido:** 7 de octubre de 2019

**Aceptado:** 21 de diciembre de 2019

Publicado como artículo científico en Revista de Investigación Talentos, VI (2) 149-161

**Palabras claves:** Brotes, *Juglans neotrópica*; Nutrición; Silvicultura, Yemas.

**Abstract:** *Introduction: reforestation is a strategy to face natural changes and those caused by human activity that endanger various forest species. It also allows addressing the timber needs inherent in current economic and social development; so it is necessary to potentiate this activity and achieve higher levels of effectiveness in it. Objective: To evaluate the response of the mother plants with respect to nutrition with doses of nitrogen, phosphorus and potassium solutions in the appearance of orthotropic outbreaks. Methodology: an experimental, descriptive and longitudinal study in which young plants of neotropic Juglans were subjected to clonal forestry techniques by using different nutritional solutions to identify their effect on the appearance of outbreaks. The solutions were composed of nitrogen, phosphorus and potassium. Pearson's chi-square, continuity correlation, likelihood ratio and linear association were used to identify the statistical significance of changes in the appearance of outbreaks according to the type of solution used. Results: there was a greater appearance of sprouts in plants that were treated with solutions of potassium, nitrogen and phosphorus. There were significant differences around the appearance of outbreaks according to the concentrations of the macronutrients of the solutions. Conclusions: a highly significant relationship was found between the appearance of orthotropic outbreaks and the dose of potassium, nitrogen and phosphorus solutions, the importance of potassium in plant growth is confirmed.*

**Key words:** Outbreaks, neotropic *Juglans*; Nutrition; Forestry, yolks.

## I. INTRODUCCIÓN

La reforestación constituye una alternativa para mantener las demandas maderables del crecimiento económico actual. En las últimas décadas ha existido un incremento del interés en torno a realizar investigaciones que potencialicen esta actividad y que garanticen una mayor eficiencia de las acciones que se realizan. Este interés se sustenta en el aumento del consumo maderero ocurrido durante el siglo XX

(Aguirre et al., 2007; Ventura Ríos, Plascencia Escalante, Hernández de la Rosa, Ángeles Pérez, & Aldrete, 2017).

Ante esta necesidad se han trazado estrategias de reforestación que permiten visualizar a futuro mejores rendimientos y productividad en los resultados de la reforestación (Ventura Ríos, et al, 2017). En este sentido destaca de manera significativa los adelantos que se han logrado con la silvicultura clonal que se conceptualiza

como la formación de un bosque a partir de material reproducido vegetativamente, sin el uso de semillas (Stuepp, Wendling, Koehler, & Zuffellato Ribas, 2017).

La silvicultura clonal representa una alternativa rápida de reproducción de grandes extensiones de terrenos con especies resistentes y de importancia maderable; además permite restaurar ecosistemas degradados y responde a las expectativas de las poblaciones rurales relacionadas con la conservación de los ecosistemas y los recursos naturales de la región donde viven, ya que estos constituyen una parte importante de sus sustentos de vida (Caranqui Aldaz, 2017).

Sin embargo, se deben tener en cuenta una serie de condiciones ideales para poder garantizar un adecuado resultado de la clonación. Dentro de estos elementos se señalan la altura de la poda en relación al número de yemas, la calidad de las estaquillas y un adecuado enraizamiento de las plantas jóvenes. En todos estos momentos se describe que juega un papel importante la nutrición de las plantas madres y jóvenes con distintas sustancias como son el nitrógeno, fósforo y potasio (Wendling, Stuepp, & Zuffellato Ribas, 2016).

Diversos autores coinciden en la importancia de usar estos productos como sustancias nutritivas; sin embargo existen diferencias

significativas en cuanto a las concentraciones de cada uno de los productos. (Wendling, Stuepp, & Zuffellato Ribas, 2017; Oliveira, Barroso, Lamônica, Morais, & Carvalho, 2019).

En Ecuador existe un creciente desarrollo de la silvicultura clonal utilizando los métodos descritos en otras investigaciones. Sin embargo, no se encuentran reportes relacionados con las concentraciones de nutrientes que se deben utilizar para maximizar el rendimiento de la silvicultura clonal dada por la aparición de brotes.

El gobierno ecuatoriano hace urgentes esfuerzos por incrementar campañas de reforestación, por lo que a la par deben realizarse investigaciones que aporten soluciones científicas que magnifiquen los resultados de esta actividad. Es por eso que teniendo en cuenta la importancia económica y medio ambiental que ofrece la reforestación, las ventajas que ofrece la silvicultura clonal y las no existencia en Ecuador de estudios que identifiquen las concentraciones de nutrientes ideales para este proceso; se decide realizar esta investigación con el objetivo de evaluar la respuesta de las plantas madre con respecto a la nutrición con dosis de disoluciones de nitrógeno, fósforo y potasio en la aparición de brotes ortotrópicos

Es por esto, que teniendo en cuenta la importancia de la reforestación, las ventajas que produce la misma al medio ambiente, las contradicciones en relación a la altura adecuada de la poda y la escasez de reportes sobre este tema, se decide realizar esta investigación con el objetivo de determinar el efecto de la altura de poda de acuerdo con el número de yemas en la producción de brotes en condiciones de vivero.

## II. METODOLOGÍA

Se realizó una investigación experimental, de tipo descriptiva, con un enfoque mixto, que se llevó a cabo en el vivero de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Se analizó la respuesta de plantas jóvenes de *Juglans neotrópica* a técnicas de silvicultura clonal determinadas por la aparición de brotes en relación de la utilización de distintos tipos de soluciones nutricionales basadas en concentraciones diferentes de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K).

Se utilizó el método experimental como método de investigación; se controlaron las variables definidas para la investigación determinándose la relación entre ellas y comparándolas con un grupo control o testigo. También se utilizó el método de medición para calcular la variable de efecto de las dosis de NPK. Como factor de estudio se evaluó la aparición de brotes según la utilización de distintas concentraciones de

nutrientes en esquemas de soluciones previamente definidas.

Para la etapa inicial de la investigación se contó con 15 observaciones por cada tratamiento y 5 observaciones para el testigo, y cada planta se consideró como unidad experimental. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) dispuesto en arreglo factorial 2x5 (dos alturas de poda de la planta por cinco disoluciones nutritivas), con 15 observaciones por tratamiento y cinco observaciones para el testigo, dando un total de 135 plantas o unidades experimentales.

Como variable fundamental del estudio se determinó la aparición de brotes según el efecto de las dosis nutritivas de NPK utilizadas. Se utilizaron cuatro tipos de soluciones diferentes en relación a las concentraciones de NPK y todas las plantas fueron tratadas con cada una de las soluciones definidas. En la figura 1 se muestran las disoluciones y concentraciones de NPK a utilizar en los distintos tratamientos.

N°	DISOLUCIONES	N	P	K
		ppm		
1	1	25	100	100
2	3	50	100	100
3	5	50	50	100
4	7	50	100	50
5	TESTIGO	0	0	0

FIG I. DISOLUCIONES Y CONCENTRACIONES DE NPK UTILIZADAS EN LOS TRATAMIENTOS.

La toma de datos se realizó mediante observación y mediciones después de una semana con la aparición de los primeros brotes y se continuó con las mediciones por cuatro semanas más. Los datos obtenidos fueron incorporados a una base de datos en Excel que posibilitó la organización y homogenización de la información. Se utilizaron distintos estadísticos para identificar la significación estadística de los cambios en la aparición de brotes según el tipo de soluciones utilizadas; entre ellos destacan la utilización de chi cuadrado de Pearson, la correlación por continuidad, la razón de verosimilitud y la asociación lineal por lineal.

Para evaluar esta variable se realizaron dos mediciones de la altura de los brotes, estas mediciones se efectuaron a la tercera y cuarta semana desde la aparición de los primeros brotes. Para poder determinar el efecto de las

dosis de NPK en la altura del brote se consideró dos escenarios en la toma de datos para esta etapa de la investigación, el primer escenario se reflejó a las tres semanas realizada la poda o 22 días después, y el segundo escenario tuvo lugar a la cuarta semana o 29 días después de haber realizado la poda; para lo cual se realizaron mediciones de la altura del brote. Se procesaron los datos y se determinó la mejor dosis de disolución de NPK que favoreció el mayor crecimiento en altura de los brotes ortotrópicos.

Se definió el nivel de confianza en un 95%, el margen de error en el 5% y la significación estadística en una  $p=0,05$ . Los resultados se expresaron en forma de tablas para facilitar la comprensión de los resultados.

### **III. RESULTADOS**

Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

**TABLA I**

PRUEBA DE CHI-CUADRADO PARA APARECIMIENTO DE BROTES EN RELACIÓN CON DOSIS NUTRITIVAS.

Estadístico	Valor	GI	P calculado	P tabular
Chi cuadrado de Pearson	18,318	4	0,001	
Razón de verosimilitud	23,978	4	0,000	0,05
Asociación lineal por lineal	11,120	1	0,000	
No. de casos válidos		135		

Fuente: observación experimental

$p < 0,005$

En la tabla 1 se observa que con un total de 135 plantas existieron valores significativos de distintas pruebas estadísticas en relación a la aparición de brotes y el uso de sustancias

nutritivas. Todos los estadísticos determinados presentaron valores de p menores al nivel de significación estadística definido para el estudio.

ANOVA ALTURA DE BROTES							
Origen	SC	GL	CM	F	SIG.	F TABULAR	NIVEL DE SIG. ALFA
Modelo corregido	41,806	6	6,968	8,321	0,000		
Bloques	2,647	2	1,324	1,581	0,210 <sup>N.S</sup>	3,07	>0,05
Tratamientos	39,158	4	9,79	11,691	0,000 <sup>**</sup>	2,42	<0,05
Error	107,182	128	0,837				
Total	564,914	135					
a. R al cuadrado = ,281 (R al cuadrado ajustada = ,247)							

**FIG II.. ANOVA DE ALTURAS (CM) DE BROTES A LA TERCERA SEMANA O 22 DÍAS.**

Fuente: observación experimental

Se observa en la figura 1 el análisis de varianza del cual se desprende que para variable bloques se obtuvo un F calculado de (1,581) que comparado con el F tabular (3,07) nos demuestra que no es significativo, por lo que la fuente de variación bloques no se encuentra relacionado con el crecimiento en altura de los brotes ortotrópicos; por otra parte, para la fuente de variación tratamientos se obtuvo un valor de F calculado de (11,691)

comparado con el F tabular (2,42) se determinó que es altamente significativo, lo que denota que por lo menos una dosis de disolución NPK o más tienen relación con el crecimiento en altura de los brotes. Si se considera el número de yemas, existen diferencias por medio del ANOVA con nivel de significancia 5%, la media para 3 yemas es de 1,497 (cm) en cambio que la media para el corte a 5 yemas es de 1,713 (cm).

<b>ALTURA DEL BROTE A LOS 22 DÍAS</b>				
<b>Tratamientos</b>	<b>N</b>	<b>Subconjunto</b>		
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Testigo</b>	15	0,2800		
<b>T4</b>	30		1,7807	
<b>T2</b>	30		1,9037	
<b>T3</b>	30		1,9040	
<b>T1</b>	30			2,1703
<b>Sig.</b>		<b>1,000</b>	<b>0,174</b>	<b>0,81</b>

**FIG III. PRUEBA DE DUNCAN AL 5% PARA ALTURA DEL BROTE (CM), A LOS 22 DÍAS.**

Fuente: observación experimental

En la figura 2 se explica las agrupaciones realizadas por el procedimiento de Duncan al 5%, en donde se los agrupa en tres subconjuntos, se desprende que el testigo se encuentra completamente aislado en el primer subconjunto, obteniendo el menor valor con respecto a su media en crecimiento en altura del brote y alcanza una altura media de (0,28) cm, lo que refleja un desarrollo lento respecto de los tratamientos con dosis

de NPK; en un segundo subconjunto se agrupa a los tratamientos T4, T2 y T3 que estadísticamente alcanzaron un crecimiento promedio similar y por último en el tercer subconjunto aparece el T1 con un crecimiento promedio de (2,17) cm lo que lo destaca como el mejor tratamiento. De esta manera se demuestra el requerimiento nutricional en esta etapa del desarrollo de la planta.

ANOVA ALTURA DE BROTES							
ORIGEN	SC	GL	CM	F	SIG.	F TABULAR	NIVEL DE SIG. ALFA
<b>Modelo corregido</b>	33,774	6	5,629	9,072	0,000		
<b>Tratamientos</b>	31,077	4	7,769	12,522	0,000**	2,42	<0,05
<b>Bloques</b>	2,697	2	1,349	2,174	0,118 <sup>N.S</sup>	3,07	>0,05
<b>Error</b>	79,417	128	0,620				
<b>Total</b>	708,205	135					
<b>a. R al cuadrado = ,298 (R al cuadrado ajustada = ,265)</b>							

FIG IV. PRUEBA DE DUNCAN AL 5% PARA ALTURA DEL BROTE (CM), A LOS 22 DÍAS.

Fuente: observación experimental

En la figura 3 se muestra análisis de varianza de la cuarta semana de investigación, se desprende que para la fuente de variación bloques el valor de F calculado es de 2,174 mientras que el valor de F tabular es de 3,07, por lo que decir que no es significativo estadísticamente; mientras que para la variable tratamientos el valor de F calculado es de 12,522 y el valor de F tabular es de 2,42

por tanto, la variable tratamientos es altamente significativo con una probabilidad estadística del 95%, lo que demuestra que una o más dosis de NPK tiene efecto en el crecimiento de altura de los brotes. Si se considera el número de yemas, la media a tres yemas es de 1,93 cm, y la media a cinco yemas es de 2,22 cm.

TABLA II  
 PRUEBA DE CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE TRATAMIENTOS Y ALTURA DE BROTE

Variables	Altura de Brote	Tratamiento
Correlación de Pearson	1,00	0,373
<b>Altura de brote</b> Sig. (bilateral)		0,000
N	135	135
Correlación de Pearson	0,373	1,00
<b>Tratamiento</b> Sig. (bilateral)	0,000	
N	135	135

Fuente: observación experimental

Se muestra en la tabla 2 que existió una correlación positiva media entre las variables altura del brote y tratamiento, determinado por un valor de correlación de Pearson de 0,373. La significación estadística de este resultado estuvo dada por una p de 0,000

Altura de brote a los 29 días			
Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
Testigo	15	0,7613	
T4	30		2,1750
T3	30		2,2397
T2	30		2,2467
T1	30		2,4053
Sig.		1,000	0,354

FIG V. PRUEBA DE DUNCAN AL 5% PARA ALTURA DEL BROTE (CM), A LOS 22 DÍAS.

Fuente: observación experimental

Se destaca en la figura 4 que el testigo se mantuvo distante del resto de los tratamientos en cuanto a la altura del brote en la cuarta semana de investigación, se observa que se forman dos grupos entre los tratamientos al utilizar la prueba de Duncan al 5%, el procedimiento demostró que existe diferencias entre T1 y T4 y que el T2 y T3 no difieren estadísticamente.

#### IV. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en torno a los resultados de la prueba de chi-cuadrado para apareamiento de brotes en relación con dosis nutritivas se determina que la asociación entre estas variables es altamente significativa, por lo que se puede determinar

que el apareamiento de brotes se encuentra altamente influenciado por las dosis de disoluciones de NPK utilizadas.

En este sentido Sánchez et al., (2009) describen en su investigación que la fertilización cubre las necesidades de la planta y explican la dependencia de los macronutrientes como un factor responsable del enriquecimiento del sustrato y el abonado previo.

En el ordenamiento de los datos se encuentran diferencias favorables al uso de disoluciones nutritivas de macronutrientes para favorecedor del desarrollo general de nuevos brotes con mayores dimensiones y en menor tiempo; Bellote y Ferreira, (1995),

detallan como el magnesio (Mg) en el crecimiento de las plantas es el segundo macronutriente en importancia, ubicado justamente detrás del potasio (K), siendo este el que más se relaciona con el crecimiento de los árboles.

En el año 2011 Tarango et al., exponen la actividad microbiana como una fuente de nutrimentos en el ecosistema donde se desarrolle el nogal. Igualmente señalan que tiene influencia tanto en el número como en las dimensiones de los brotes. Describen que otros factores como son la materia orgánica y la presencia de determinadas concentraciones de carbono en el sustrato también influyen en la aparición y dimensión de los brotes de calidad.

Por su parte Ospina et al., (2010) exponen la importancia de la propagación vegetativa. Plantean que si se acelera la producción de nuevas plantas, se podrían fijar características deseables; pero la técnica requiere de atención en la nutrición de la planta y además en los factores intrínsecos de las especies para desarrollarse. Una excesiva manipulación irá en contra de las características genéticas buscadas en la planta por obviar el análisis del desarrollo fenológico.

Se reporta que las técnicas de producción necesarias para la transformación en actividades industriales de los cultivos convencionales y de tipo ambiental, llevará a los investigadores forestales a reconocer que el suelo donde los árboles radican cada vez es más débil y su capacidad para producir árboles de alto valor se agota cuando los programas de forestación no tienen una planificación adecuada (Soto Parra, Piña Ramírez, Sánchez Chávez, Pérez Leal, & Basurto Sotelo, 2016; Stuepp, Wendling, Xavier, & Zuffellato Ribas, 2018).

Otros investigadores definen la importancia de la fertilización pero destacan que no se trata de saturar el ecosistema de fertilizantes químicos y costosos; pues frente al incremento en costo de fertilizantes y el efecto del abuso de utilizarlos indiscriminadamente pueden suceder otras alteraciones genéticas de la planta. Esta situación evidencia la necesidad de aplicar nutrientes de manera racional para lograr mejores condiciones de macronutrientes en el suelo (Pires, Wendling, Auer, & Brondani, 2015).

Por su parte autores como Ramos Huapaya, & Torrejón (2016). han demostrado la eficiencia de la fertilización en cultivos de nogal debido al aumento de macronutrientes en dosis que evaluadas en largos periodos de

tiempo; así mismos señalan que la acumulación de partículas podría generar inconvenientes debido a que elementos como el K se mantienen en la planta y van desapareciendo incluso en periodos de tiempos superiores a un año; de ahí, que la proporción de este elemento no sea tan considerada en los procesos de fertilización pues se prioriza un microelemento como es el caso del magnesio (Mg).

Arreola et al., (2010) explican la dependencia del número de yemas para el desarrollo de plantas de calidad, es así como estacas con más de cinco yemas terminan perdiéndose pues no se generan raíces óptimas. Esta situación determina que los brotes demoren en aparecer y el crecimiento es deprimido debido en parte a la superficie que tiene que recorrer los nutrientes presentes en el suelo. Además, encontraron rendimientos positivos en nogales frente a la utilización de fertilizantes combinados de N y K, no obstante, la relación NPK en planta no fue significativa entre los tratamientos que usaron fertilización con macronutrientes y el testigo.

Tarango et al., (2011), explican que se debe a la fase de crecimiento corta de los brotes de nogal que el suministro adecuado de nutrientes tenga un efecto determinante sobre su vigor y capacidad de desarrollo. Exponen que la mineralización con biosólidos,

principalmente de buen contenido en N, es suficiente para proporcionar los nutrientes exigidos por el periodo de elongación corto pero intenso del brote. Por su parte autores como Sánchez et al., (2009), explican que los macronutrientes se distribuyen según las necesidades de las plantas, pero siempre en un programa de fertilización deberá considerarse además de este factor el aporte mineral del sustrato.

## V. CONCLUSIONES

- Se halló una relación altamente significativa entre la aparición de brotes ortotrópicos y dosis de disoluciones de NPK, ya que las mismas acortan los días para la brotación.
- Las disoluciones nutritivas de NPK tiene eficiencia en dosis N25, P100, K100 con relación a la altura del brote hasta la cuarta semana de investigación en plantas de *Juglans neotrópica*, se observan diferencias entre T1 y T4 mediante la prueba de Duncan, y se confirman la importancia del K (potasio) en el crecimiento de las plantas.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre, N., Günter, B., & Stimm, B. (2007). Mejoramiento de la propagación de especies forestales nativas del bosque

- montano en el Sur del Ecuador. Recuperado de <http://www.rncalliance.org/WebRoot/rncalliance/Shops/rncalliance/4C15/957A/9D0B/09EB/B5F4/C0A8/D218/8324/>
- Arreola, J., Lagarda, A., & Borja, A. (2010). Induction of lateral growth in pecan trees (*Carya illinoensis* K. Koch) by tipping shoots in spring. *Rev. Ads Forest*, 31(6), 31-36.
- Bellote, A., y Ferreira, C. (1995). Nutrientes minerales y crecimiento de árboles abonados de *Eucalyptus grandis* en el Estado de São Paulo. *Bosque* (Valdivia), 16(1), 69-75.
- Caranqui Aldaz, J. (2017). Árboles y arbustos nativos potenciales para reforestación en la Sierra Central de Ecuador. *Enfoque UTE*, 8(5), 103-109. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.29019/enfoqueute.v8n5.184>
- Oliveira, T., Barroso, D., Lamônica, K., Morais, T., & Carvalho, G. (2019). Exigência nutricional e produtividade em minijardim clonal de *Toona ciliata* var. *australis*. *Ciência Florestal*, 29(3), 1154-1167. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.5902/198050982127>
- Ospina, C., Hernández, R., Sánchez, O., Rincón, E., Ramírez, C., Godoy, J., Obando, D. (2010). Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana. El nogal cafetero, *Cordia alliodora* (Ruiz y Pavón) Oken. ISBN 978-958-8490-05-2, ISBN 978-958-8490-05-2.
- Pires, P., Wendling, I., Auer, C., & Brondani, G. (2015). Sazonalidade e soluções nutritivas na miniestaquia de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. *Revista Árvore*, 39(2), 283-293. <https://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000200008>
- Ramos Huapaya, A.E., & Torrejón, G.D. (2016). Selección of Bolaina Blanca (*Guazuma crinita* Mart.) trees as "Plus" candidate trees for rejuvenation and sprouting trials. *Ecología Aplicada*, 15(2), 115-123. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.21704/rea.v15i2.751>
- Sánchez, E., Soto, J., Sosa, M., Yáñez, R., Muñoz, E., & Anchondo, A. (2009). Eficiencia de uso del nitrógeno en nogal pecanero. *Terra Latinoam*, 27(4), 52-59.

- Soto Parra, J.M., Piña Ramírez, F.J., Sánchez Chávez, E., Pérez Leal, R., & Basurto Sotelo, M. (2016). Alternativas orgánicas para disminuir la aplicación de nitrógeno en nogal pecanero. *Nova scientia*, 8(16), 140-161. Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-07052016000100140&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052016000100140&lng=es&tlng=es)
- Stuepp, C.A., Wendling, I., Koehler, H.S., & Zuffellato Ribas, K.C. (2017). Clonal forestry of *Piptocarpha angustifolia*: survival and growth vigor in field conditions. *CERNE*, 23(1), 69-74. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.1590/01047760201723012262>
- Stuepp, C.A., Wendling, I., Xavier, A., & Zuffellato Ribas, K.C.(2018). Vegetative propagation and application of clonal forestry in Brazilian native tree species. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 53(9), 985-1002. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2018000900002>
- Tarango, S., Alarcón, M., & Orrantia, E. (2011). Growth, yield, heavy metals and microorganisms in soil and fruit of pecans fertilized with biosolids. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 26(6), 799-811.
- Ventura Ríos, A., Plascencia Escalante, F.O., Hernández de la Rosa, P., Ángeles Pérez, G., & Aldrete, A. (2017) ¿Es la reforestación una estrategia para la rehabilitación de bosques de pino?: Una experiencia en el centro de México. *Bosque* (Valdivia), 38(1), 55-66. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002017000100007>
- Wendling, I., Stuepp, C.A., & Zuffellato Ribas, K.C. (2016). Araucaria clonal forestry: types of cuttings and mother tree sex in field survival and growth. *CERNE*, 22(1), 19-26. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.1590/01047760201622012105>
- Wendling, I., Stuepp, C.A., & Zuffellato Ribas, K.C. (2017). Clonal forestry of *Araucaria angustifolia*: plants produced by grafting and cuttings can be used for wood production1. *Revista Árvore*, 41(1), e410117. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.1590/1806-90882017000100017>