

CRECIMIENTO DE PLANTACIONES FORESTALES DE TRES ESPECIES NATIVAS DEL CHACO SEMIÁRIDO DE JUJUY, ARGENTINA

GROWTH OF FOREST PLANTATIONS OF THREE NATIVE SPECIES OF SEMIARID CHACO IN JUJUY, ARGENTINA

Fecha de recepción: 10/08/2014 // Fecha de aceptación: 19/10/2014

Humano Cristian Ariel

Mg. Ing. Agr. Servicio Forestal.
Universidad Nacional de
Jujuy. Alberdi 47. Jujuy. CP
4600.
cahumano@yahoo.com

RESUMEN

En este trabajo, se presentan datos estadísticos y dasométricos de crecimiento obtenidos de plantaciones de tres especies nativas *Pterogyne nitens*, *Anadenanthera colubrina* y *Tipuana tipu*, propias del Bosque Chaqueño Semiárido de la provincia de Jujuy. Se observó que las especies estudiadas no poseen diferencias significativas con respecto al IMA según test de Kruskal Wallis ($\alpha=0,05$). A través de los datos promedios de la altura total se calculó que las especies superan la altura de ramoneo en un periodo mayor a 6 años. Con la proyección de su crecimiento a partir de modelos no lineales se estimó que lograrán los 10 cm de diámetro altura al pecho en 22, 14 y 15 años, respectivamente. A pesar de ser especies de lento a mediano crecimiento pueden conformar una unidad de domesticación destinada a madera de calidad y leña, y crear forestaciones productivas en condiciones de semiárididad en donde especies exóticas de rápido crecimiento (*Pinus sp*, *Eucalyptus sp.*, *Populus sp.*, etc.) no podrían prosperar.

Palabras claves: Semiárido, Unidad de domesticación, forestaciones.

SUMMARY

This paper presents statistical data and mensuration of growth derived from plantations of three native species: *Pterogyne nitens*, *Anadenanthera colubrina* and *Tipuana tipu*, typical of semiarid Chaco forest in the province of Jujuy. It was observed that the species studied have no significant differences with respect to the AMI IMA according to Kruskal Wallis test ($\alpha = 0.05$). Through the average data of the total height, it was calculated that the species exceed the grazing height in a period greater than six years. With the projected growth from non-linear models it was estimated that they will achieve 10 cm diameter at breast height in 22, 14 and 15 years, respectively. Despite being species of slow to medium growth they may constitute a unit of domestication destined to quality timber and firewood, and to create productive forest plantations in semi-arid conditions where exotic species (*Pinus sp*, *Eucalyptus sp.*, *Populus sp.*, etc.) of fast growth could not succeed.

Key words: Semiarid, unit of domestication, forestation.

INTRODUCCIÓN

La irreversible situación de sobrexplotación forestal a la que están expuestos los bosques subtropicales, sumado a su fragilidad y baja resiliencia llevan a la generación de nuevas alternativas viables de producción forestal (BROWN *et al.* 2005; BALDUCCI *et al.* 2009), entre ellas está la domesticación de especies nativas de valor forestal promisorias por su adaptabilidad a la plantación en macizo, por la calidad de su madera y por su rápido crecimiento (DEL CASTILLO *et al.* 2001; VARELA *et al.* 2008). A través de estudios ecofisiológicos de las especies nativas se pueden generar procesos de domesticación creando un recurso biológico, desarrollado a partir de una especie silvestre y destinado a satisfacer requerimientos humanos (VARELA *et al.* 2008). Una medida importante para contribuir a salvaguardar el futuro del recurso forestal de los bosques es la reforestación a través de enriquecimientos o macizos con fines comerciales con especies nativas de valor comercial, aliviando la presión sobre las formaciones nativas (LAMPRECHT, 1990; MÁRMOL, 1995; DEL CASTILLO, 2005; MINETTI, 2006). En ese sentido una serie de experiencias se han desarrollado durante la última década, combinando distintas especies, densidades y tareas de mantenimiento (HORLENT Y MONTEVERDE, 2006; DEL CASTILLO *et al.* 2006). Estas experiencias generan la opción de que las plantaciones forestales con especies nativas sean una alternativa productiva frente a plantaciones con especies exóticas de rápido crecimiento e incluso frente a cultivos agrícolas como la soja. Adicionalmente estas podrían cumplir la función de restaurar antiguas áreas de bosque en sitios ambientalmente estratégicos, como márgenes de ríos o corredores para la fauna, que permitan reconectar áreas actualmente disjuntas. El desarrollo de Plantaciones MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio) que generan recursos adicionales a partir de la comercialización de bonos de carbono, podría ser asimismo una herramienta financiera importante para generar un cambio de paradigma productivo en el desarrollo económico de la región (Brown y Pacheco, 2006). De la investigación surgen especies propicias para ecosistemas semiáridos como por ej. *Pterogyne nitens* (tipa colorada), *Tipuana tipu* (tipa blanca) y *Anadenanthera colubrina* (cebil colorado) (VALDORA Y SORIA, 1999; DEL CASTILLO, 2005; BALDUCCI *et al.* 2009); las que fueron practicadas en condiciones de cultivo en parcelas donde los crecimientos y comportamien-

tos difieren notablemente con los datos que podemos hoy inferir del monte nativo o de unos pocos ejemplares cultivados (BALDUCCI *et al.* 2009).

P. nitens es una especie con madera de buena calidad, semipesada, durable y resistente a la intemperie. Duramen de color rosado castaño y vetado similar a la caoba. Se usa en carpintería de obra (tirantes, vigas, linteles, marcos, etc.), mueblería, pisos; sirve para debobinado, enchapado, terciado y machimbre. Es adecuada para la implantación en pequeños bosque con destino maderable (VALDORA Y SORIA, 1999; MARTÍNEZ Y ANDRADE, 2006). *A. colubrina* especie de rápido crecimiento diamétrico (HUMANO, 2013), con madera dura y pesada, usada en carpintería rural (trabillas, tranqueras, etc.) y de obra (tirantes, vigas, pisos, etc.). Propicia para su implantación en bosque de alta densidad destinada a leña (VALDORA Y SORIA, 1999; MARTÍNEZ Y ANDRADE, 2006; PACHECO Y BROWN, 2006). *T. tipu* madera de alta resistencia, semipesada y muy fácil de trabajar con múltiples aplicaciones en carpintería, mueblería, artículos de deporte (VALDORA Y SORIA, 1999; MARTÍNEZ Y ANDRADE, 2006).

Por ello el objetivo de este trabajo fue estimar las tasas de crecimiento diamétrico, de crecimiento basimétrica y crecimiento volumétrico; y a partir de estos datos calcular un primer aprovechamiento (raleo) de las especies implantadas en rodales coetáneos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo se realizó en un predio de aproximadamente 110 ha correspondiente del Campo Experimental "Dr. Emilio Navea" (24° 21' 8" S 65° 11' 28" O); perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias-Universidad Nacional de Jujuy. Distante a 25 km de la ciudad de S.S. de Jujuy, a 900 msnm. El clima subtropical serrano, con estación seca, con una temperatura promedio anual de 18 °C y un régimen de precipitaciones orográficas monzónico con 650 mm anuales, con déficit hídrico desde el mes de Abril hasta el mes de Noviembre (BUITRAGO, 2002). Condiciones que caracterizan al lugar con un clima semiárido (BRAUN WILKE, 2001).

El suelo es un Argiustol vértico con fuerte desarrollo, drenaje imperfecto; caracterizado por horizonte argílico B2t, fuertemente estructurado –hasta 50 cm –con textura arcillosa a arcillo limo-

sa (50-60%); concreciones ferromagnéticas y calizas en subsuelo. CIC alta a mediana, Contenido de materia orgánica variable, al igual que N (de muy bajo a moderadamente alto). Contenido de P con valores elevados, valores altos de K (NADIR Y CHAFATINOS, 1990).

El relieve son valles abiertos (depresión colmatada, en forma de abanico achatado), la zona pedemontana, dominada por un extenso abanico aluvial con pendientes entre 1 y 5%, es el escenario de los principales poblados y actividades humanas de la cuenca (BRAUN WILKE, 2000). La vegetación característica es el Bosque transicional, dominada por elementos xerofíticos (BRAUN WILKE, 2000), donde las especies arbóreas predominantes son *Aspidosperma quebracho blanco*, *Caesalpinia paraguayensis*, *Anadenanthera colubrina*, *Parapiptadenia excelsa* y *Schinopsis lorentzii* (CABRERA, 1976, BROWN *et al.* 2002, HUMANO *et al.* 2014).

Establecimiento del ensayo

En Marzo del año 2007, se instalaron en el campo experimental FCA-UNJu, parcelas permanentes de medición de 3 especies nativas de valor forestal, pertenecientes a la Transición Yungas-Bosque Chaqueño. Ellas son *P. nitens*, *A. colubrina* y *T. tipu*. Cada parcela consta de 40 individuos con un marco de plantación de 3x3m. Los individuos plantados provenían de vivero y poseían una altura total superior a los 40 cm. Al 1º año se restituyeron los individuos muertos por otros de igual edad. Durante los 3 primeros años se realizaron tareas de desmalezamiento de los individuos para evitar la competencia con las malezas. Se realizaron tratamientos de conducción durante el 1º al 6º año, a partir de escamondos (poda de brotes laterales) para lograr una altura de fuste, recto libre de nudos y ramas, superior a los 2,5 m.

Toma y análisis de los datos

Al inicio del ensayo y durante los primeros años se midió el diámetro altura al cuello (Dac) expresado en cm, y a medida que los individuos crecieron, posteriormente se midió el diámetro altura al pecho (Dap) expresado en cm. En todos los casos además se midió a cada individuo la altura total (AT) expresada en m; se estimó la sanidad y la calidad de fuste.

Para estimar las tasas de crecimiento de cada individuo y poder obtener el Incremento medio anual (IMA) para cada especie, la variable Dap fue medida en varios años consecutivos y el IMA se calculó

con la siguiente ecuación (ARAUJO, 2005; MARÍN *et al.* 2005 citado por CARVAJAL Y CALVO, 2013):

$$IMA_i = \frac{Dap2_i - Dap1_i}{p}$$

En que:

IMA_i = Crecimiento promedio por árbol;

Dap_{1i} = Diámetro del individuo i a 1,30 m del primer año de medición;

Dap_{2i} = Diámetro del individuo i a 1,30 m del último año de medición;

P = Período de tiempo entre las mediciones.

En idéntico sentido se obtuvo el incremento medio anual en altura total (IMAAAT). Con los datos se IMAAT se estimó el tiempo que demoran las plantaciones en superar la altura de ramoneo (2 m) del ganado vacuno (BRASSIOLO, 2000).

A partir de los IMA's acumulados se ajustaron a la dispersión de los pares de valores (y: años e X: Dap) ecuaciones no lineales para las especies (ARAUJO, 2005; HUMANO *et al.* 2012; HUMANO, 2013). Con las ecuaciones se estimó, para cada especie, el tiempo necesario para lograr los 10 cm de Dap e ingresar a la primera clase diamétrica. Los parámetros de productividad obtenidos son Área basal por hectárea (AB-m²/ha); el incremento medio anual para el AB (IMAAAB), volumen por hectárea (m³/ha) e incrementos medios anuales para volumen (IMAVOL) (FLORES, 2004).

Para determinar si existen diferencias significativas entre los incrementos de las distintas especies se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis (α=0,05) (KRUSKAL Y WALLIS, 1952), ya que los valores incrementales no poseen una distribución normal.

Se calculó la tasa de crecimiento relativo (TCR) del AB de las especies con la siguiente fórmula:

$$TCR = (V_f - V_i) / V_i * 100$$

En donde:

V_i: valor de la variable evaluada al inicio del periodo

V_f: valor de la variable evaluada al final del periodo.

Al homologar el crecimiento arbóreo con el crecimiento del capital, la TCR actúa como una tasa de interés nominal anual, a partir de esta se puede calcular la acumulación del crecimiento a partir de la tasa de interés compuesto (Tic), cuya fórmula es:

$$Tic = (1+r)^n - 1$$

En donde:

r: tasa de interés nominal anual, que es TCR.

n: números de periodos.

Con los datos de TRC y Tic, se calculó para cada especie el crecimiento acumulado del AB (variable respuesta) a partir del tiempo o periodos (variable predic-

tora) para lograr un AB entre 22 a 25 m²/ha, estimándose la edad de las especies para el primer raleo.

RESULTADOS

Desde la implantación del ensayo (2007) no se observan diferencias significativas entre el Dap y AT de las especies; siendo la especie que manifestó el mayor Dap es *T. tipu* y la de mayor AT fue *A. colubrina* (Tabla 1).

Tabla 1. Comparación del Dap (valor de media aritmética ± la desviación estándar) y AT (valor de media aritmética ± la desviación estándar) entre las especies.

Table 1. Comparison of DBH (arithmetic mean value ± standard deviation) and TH (arithmetic mean value ± standard deviation) between species.

Especie	Dap (cm)	AT (m)
<i>P nitens</i>	1,32±0,37 a	2,09±2,34 a
<i>A. colubrina</i>	1,88±0,81 a	2,27±2,56 a
<i>T. tipu</i>	2,17±1,28 a	2,28±6,05 a
H	1,30	1,19
p	0,54	0,58

Prueba no paramétrica de comparaciones múltiples de Kruskal-Wallis (p<0,05). **H:** estadístico calculado, **p:** grado de significación estadística (p < 0,05), letras distintas indica diferencias estadísticamente significativas

Con los datos obtenidos se estima, que en plantación, el tiempo en superar la altura de ramoneo (2 m) para *P. nitens*, *A. colubrina* y *T. tipu*, es de 6, 4 y 5 años respectivamente.

Las tasas o incrementos medios anuales (IMA) de Dap y AT se observan en la **Tabla 2**. En ninguno de los casos existen diferencias entre los incrementos de las especies. Siendo destacable el IMA de 6 mm/año de *T. tipu*.

Tabla 2. Incrementos en Dap (mm/año) y AT (cm/año) de las especies.

Table 2. Increases in DBH (mm / year) and TH (cm / year) of the species.

Especie	IMA	
	Dap (mm/año)	AT (cm/año)
<i>P nitens</i>	2,2 a	13,6 a
<i>A. colubrina</i>	4,3 a	12,6 a
<i>T. tipu</i>	6,0 a	18,5 a
H	0,48	1,57
p	0,81	0,51

Prueba no paramétrica de comparaciones múltiples de Kruskal-Wallis (p<0,05). **H:** estadístico

calculado, **p:** grado de significación estadística (p < 0,05), letras distintas indica diferencias estadísticamente significativas.

En la **Figura 1**, se observa la dispersión de los IMAS acumulados para cada especie, donde se estima una etapa de crecimiento exponencial de los individuos.

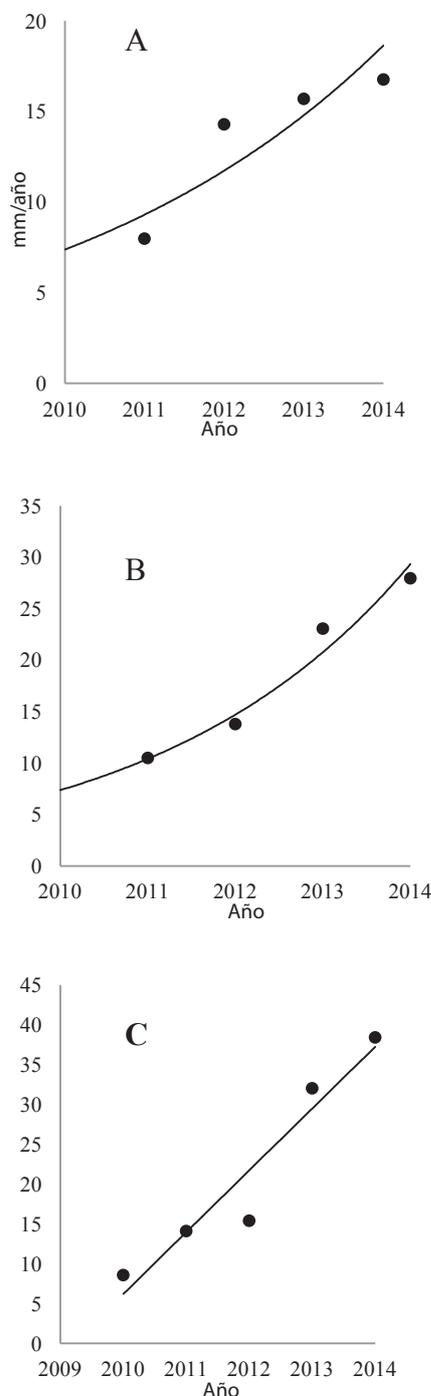


Figura 1. Dispersión de los IMAS acumulados por especie. A.- *P. nitens*. B.- *A. colubrina* y C.- *T. tipu*.

Figure 1. Dispersion of the AMI accumulated per species. A.- *P. nitens*. B.- *A. colubrina* y C.- *T. tipu*.

Los modelos no lineales que ajustan a la dispersión de los IMAS acumulados por cada especie, se describen en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Modelos no lineales para el ajuste de la dispersión de los IMAS acumulados por especie.

Table 3. Nonlinear models for adjusting the accumulated dispersion of the AMI per species.

Especie	Modelo	Ecuación	R ²
<i>P. nitens</i>	Logaritmico	$y=7,9209*\ln(x)+4,3766$	0,88
<i>A. colubrina</i>	Gompertz	$y=11,14*\exp^{-2,48*\exp^{-0,04*x}}$	0,92
<i>T. tipu</i>	Hiperbólico	$y=16,71*x/(93,52+x)$	0,90

Donde Y es años y X es el DAP (cm)

A partir de los modelos lineales se estima que para las especies logren alcanzar los 10 cm de Dap faltan 15, 7 y 9 años para *P. nitens*, *A. colubrina* y *T. tipu*, respectivamente.

Las tasas de crecimiento anual en AB (m²/ha) y VOL (m³/ha), se muestran en **Tabla 4**, no observándose diferencias de los incrementos entre las especies.

Tabla 4. Incrementos en AB (m²/ha) y VOL (m³/ha) de las especies.

Table 4. Increase in BA (m² / ha) and VOL (m³ / ha) of species.

Especie	IMA	
	AB (m ² /ha)	VOL (m ³ /ha)
<i>P. nitens</i>	0,20±0,08 a	2,79±1,26 a
<i>A. colubrina</i>	0,66±0,27 a	11,08±4,68 a
<i>T. tipu</i>	1,28±0,54 a	23,57±9,94 a
H	0,47	0,74
p	0,81	0,72

Prueba no paramétrica de comparaciones múltiples de Kruskal-Wallis (p<0,05). **H:** estadístico calculado, **p:** grado de significación estadística (p < 0,05), letras distintas indica diferencias estadísticamente significativas.

De acuerdo a las TCR y Tic obtenidas para cada una de las especies, para lograr un AB entre 22 a 25 m²/ha, les demandará 40, 13 y 11 años a *P. nitens*, *A. colubrina* y *T. tipu* respectivamente; a partir del año 2014. Es decir el primer raleo en *P. nitens* será en el año 2054, en *A. colubrina* en 2027 y en *T. tipu* en 2025 (**Tabla 5**).

Tabla 5. Años restantes en lograr un AB objetivo (m²/ha), según el TRC y Tic de las especies.

Table 5. The remaining Years to achieve a target BA (m² / ha) , according to the RGR and CIR species.

	Especies		
	<i>P. nitens</i>	<i>A. colubrina</i>	<i>T. tipu</i>
TCR (%)	12,33	31,92	30,50
Tic para logra AB objetivo	92,05	35,94	16,92
AB obtenida	22,87	25,21	23,12
Años necesarios	40	13	11

DISCUSIÓN

Existen experiencias de domesticación de especies nativas en Valle Morado (Orán-Salta) (BALDUCCI *et al.* 2009) y las del INTA-Yuto-Jujuy (DEL CASTILLO *et al.* 2001; DEL CASTILLO, 2005a; DEL CASTILLO, 2005b), en donde se experimenta el cultivo de especies nativas de valor forestal en especial de la Yungas Jujeñas. BALDUCCI *et al.* (2009) manifiestan en ensayos de restauración de bosque en la zona de Yungas (Orán-Salta) con una edad de 6 años, un Dap promedio de 11,6 cm, 26,1 y 10,6; y una AT promedio de 7,1 m, 15,7 m y 7,8 m para *A. colubrina*, *T. tipu* y *P. nitens* respectivamente; y con respecto al IMA de las mismas especies 35 mm/año, 25 mm/año y 14 mm/año; datos muy superiores a los propuestos en este trabajo. Esta diferencia se debe a las mayores precipitaciones promedio que se dan el lugar (Orán) que son superiores a los 1200 mm. Las precipitaciones juegan un papel importante en el crecimiento de estas especies, datos de *A. colubrina* en bosque maduros de la Selva pedemonte de Yungas muestran un IMA de 4,7 mm/año (HUMANO, 2013). Además en datos de anillos de crecimiento de *A. colubrina* se estima que en las Yungas le demanda 10 años en lograr los 10 cm de Dap (HUMANO, 2013) siendo en este trabajo de 14 años para obtener igual tamaño de Dap. Las especies necesitan menos de 6 años en superar los 2 m de AT, BRASSIOLO Y POKORNY (2000) proponen para un ambiente similar 8 años, en regeneración de *Schinopsis quebracho colorado* para superar la altura de ramoneo. Debido a la excelente calidad de la madera de *P. nitens* pero debido a sus bajos incrementos anuales, y la proyección de su crecimiento demuestran un plazo prolongado para obtener madera de un primer raleo, ya existen propuesta de producción con riego presurizado (DEL CASTILLO, 2005b; HUMANO, 2014) y

con fertilización nitrogenada (HUMANO, 2014). Con respecto al IMA diamétrico de las especies y considerando la clasificación propuesta de GMSJ (2010), *T. tipu* es una especie de crecimiento medio (10-5 mm/año), en tanto *P. nitens* y *A. colubrina* son de crecimiento lento (< 5 mm/año). Entre las especies la más promisoría esta *T. tipu*, debido a la buena calidad maderable y principalmente al IMAVOL obtenido el cual es comparable a los que se determinaron en la zona de Metán (Salta) para cultivo de *Eucaliptus grandis* de 34 m³/ha/año (MINETTI *et al.* 2007) o a los 27 m³/ha/año propuesto por PICHI Y CHOCOVAR (2005) para el cultivo de *Populus sp.* en Jujuy. En el caso de una especie exótica de un crecimiento menor como las especies de *Pinus sp.* en donde se comunican para la región incrementos volumétricos de 25 m³/ha/año (PICCHI, 1984), aún son muy superiores para el caso de *P. nitens*, la especie de menor crecimiento diamétrico. En relación al tiempo de un primer raleo en la zona se estima para plantaciones de *Cedrela balsanae* es de 25 años (DEL CASTILLO, 2005 a) comparables con los de *A. colubrina* (20 años) y *T. tipu* (17 años). En tanto que el propuesto para *Eucaliptus grandis* (Minetti *et al.* 2007) es de 4 años y para el género *Pinus* entre 10 a 15 años (PICCHI, 1994), datos menores en comparación de las especies trabajadas. Las especies fueron propuestas por VALDORA Y SORIA (1999) para forestaciones a pequeña escala para obtener madera de calidad son *P. nitens* y *T. tipu*, y en el caso de *A. colubrina* destinada a forestaciones de alta densidad a pequeña escala para la obtención de varillas y tutores de uso rural. Se considera que este trabajo aporta datos estadísticos que pueden orientar el manejo forestal de estas especies ya conocidas y propuestas para ser usadas en forestaciones.

CONCLUSIONES

Las especies debido a su adaptabilidad a condiciones de Chaco semiárido y a la forestación a cielo abierto, a pesar de sus bajos incrementos diamétricos son recomendables para forestaciones a mayor escala (5 a 10 ha).

A partir de los resultados expuestos se sugiere una unidad de domesticación constituida por *P. nitens* destinada a forestación para madera de calidad, *A. colubrina* destinada a forestaciones de alta densidad para obtención de madera para carpintería rural y leña y *T. tipu* destinada a forestaciones doble propósito, los raleos destinados a leña y la corta final destinada a madera de calidad.

BIBLIOGRAFÍA

BALDUCCI, E.D., Arturi, M. F., Goya, J. F. y Brown, A. D. 2009. Potencial De Plantaciones Forestales en el Pedemontana de las Yungas. Fundación ProYungas. Ediciones del Subtrópico. Argentina.

FLORES B, Y. 2004. Crecimiento y productividad de seis especies forestales nativas de 20 años de edad en el bosque Alexander von Humboldt, Amazonia Peruana. Revista Recursos Naturales y Medio Ambiente 41: 111-120.

BRAUN WILKE, R. H. 2001. Carta de Aptitud ambiental de la Provincia de Jujuy. Colección: Arte y Ciencia. Red de Editoriales Universitarias Nacionales. Jujuy, Argentina.

BRASSIOLO, M. M. y Pokorny, B. (2000) Crecimiento de plantas jóvenes de quebracho colorado santiagueño (*Schinopsis quebracho-colorado*). Revista Quebracho, 8: 64 – 69.

BROWN, A. D., Grau, A.; Lomáscolo, T. y Gasparri, N. I. 2002. Una estrategia de conservación para las Selvas subtropicales de montaña (Yungas) de Argentina. Revista Ecotropicos, 15: 147-159.

BROWN A. D., Pacheco, S., Lomáscolo, T. y Malizia, L. 2005. Situación Ambiental en los Bosques Andinos Yungueños. 21 p. Inédito.

BROWN, A. D. y Pacheco, S. E. 2006. Importancia del género *Cedrela* en la conservación y desarrollo sustentable de las Yungas australes. Pp: 9-18 en Pacheco, S. y Brown, A (eds.) Ecología y producción de cedro (género *Cedrela*) en las Yungas australes. Ediciones del Subtrópico. Argentina.

CABRERA, A. L. 1976. Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería. Regiones fitogeográficas Argentinas. Fascículo 1. Editorial Acme. Bs. As, Argentina.

CARVAJAL V. D. y J. C. Calvo A. 2013. Tasas de crecimiento, mortalidad y reclutamiento de vegetación en tres estadios sucesionales del bosque seco tropical, Parque Nacional Santa Rosa, Costa Rica. Revista Forestal Mesoamericana Kurú (Costa Rica) Volumen (10) 25:1-12 .

DEL CASTILLO E. M., M. A. Zapater, M. N. Gil y J. Saravia Toledo. 2001. Estudio autoecológico en

- especies de maderas preciosas de la Selva subtropical del noroeste argentino. Actas V Congreso Latinoamericano de Ecología. Facultad de Ciencias Agrarias. UNJU. Jujuy, Argentina.
- DEL CASTILLO, E. M. 2005 a. Selva de Yungas del NOA (Jujuy, Salta, Tucumán). Recuperación ambiental y productiva. 1º Ed. INTA. Jujuy, Argentina.
- DEL CASTILLO, E. M. 2005 b. Arboricultura de Especies Forestales de Alto Valor- con riego presurizado. Revista IDIA XXI 8: 122-125.
- Guía para la formulación de Planes de Manejo Forestales Sostenible de los Bosques Nativos en la Provincia de Jujuy (GMSJ). 2010. Proyecto Piloto: Ley 26.331. Secretaría de Recursos Naturales. Ministerio de Producción y Medio Ambiente. Cartilla de Divulgación. Jujuy, Argentina.
- HORLENT, M. y D. Monteverde. 2006. Crecimiento de *Cedrela balansae* en la plantación experimental de Valle Morado. Pp. 171-178 en Pacheco, S. y Brown, A. (eds.) Ecología y producción de Cedro (género *Cedrela*). Argentina.
- HUMANO, C; Giulianotti, C.G.; Duran, A. y Gaspar, S. 2012. Composición, Estructura y Diversidad arbórea de un rodal disetáneo característico del ecotono Yungas-Bosque Chaqueño semiárido, de la provincia en Jujuy-Argentina. Revista Agraria. VI (13): 84-90.
- HUMANO C. A. 2013. Modelado de la dinámica y producción forestal de la Selva Pedemontana de Yungas, Argentina. Tesis Maestría Recursos Naturales. UBA. Argentina. 159 p.
- HUMANO, C. A. 2014. Innovación y transferencia de Tecnología aplicada en plantaciones forestales en macizo de *Pterogyne nitens* (tipa colorada) destinada a madera de calidad. Revista Agraria. En evaluación.
- KRUSKAL, W.H. y W. A.Wallis.. 1952. Use of ranks in one-criterion variable analysis. Journal of the American Statistical Association 47 (260):583-621.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas. GTZ. Alemania.
- MARIN, G.S., Nygard, R, Rivas, B.G. y P. C: Oden. 2005. Stand dynamics and basal area change in a tropical dry forest reserve in Nicaragua. Forest Ecology & Management 208:63-75.
- MÁRMOL, L.A. 1995. Enriquecimiento forestal de Selva degradada en las Yungas de Yuto (Prov. De Jujuy). Pp. 85-92 en Brown, D. A. y Grau, H. R. (eds.) Investigación, conservación y desarrollo en Selvas Subtropicales de Montaña. Tucumán, Argentina.
- MARTÍNEZ, S. M. y D. J. Andrade. 2006. Guía de Árboles nativos de la Provincia de Salta. Secretaría de cultura de la Provincia de Salta. CFI. Salta. Argentina.
- MINETTI, J. M., Mangialavori A. y S. Bessornat. 2007. Comportamiento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden en cuatro sitios de las provincia de Salta, Argentina. Actas 2º Jornadas Forestales del NOA. Salta. Argentina.
- MINETTI, J.M. 2006. Aprovechamiento forestal de cedro en las Yungas de Argentina. pp. 143-154 Pacheco, S. y Brown, A. (eds.) Ecología y producción de cedro (género *Cedrela*) en las Yungas australes. Ediciones del Subtropico, Argentina.
- NADIR, A. y Chafatinos, T. 1990. Los suelos del NOA (Salta y Jujuy). Tomo 1. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Salta, Argentina.
- PACHECO, S. y Brown, A. 2006. Ecología y producción de cedro (género *Cedrela*) en las Yungas australes. Ediciones del Subtrópico. Argentina.
- PICCHI, C. G. 1984. Introducción de Especies y Orígenes de Pinos en la Estación Forestal "San Pablo", Provincia de Jujuy, Argentina. www.minagri.gob.ar/forestacion/resumenes. Inédito.
- PICCHI, C. G. y A. N. Chocovar. 2005. Comparación de rendimientos de dos ensayos de álamos con y sin riego en "El Fuerte" y Estación Forestal "San Pablo". Actas V Jornadas Científico Técnicas de la Facultad de Ciencias Agrarias. Unju. Jujuy. Argentina. Pp: 60-63.
- VALDORA, E. E. y Soria, M. B. 1999. Árboles de interés forestal y ornamental para el noroeste argentino. Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de las Yungas. Tucumán, Argentina.
- VARELA S., Gyenge J.; Fernández M. E. y T. Schlichter. 2008. Hacia la domesticación de especies forestales nativas y la importancia de los estudios en ecofisiología. Patagonia Forestal XIV 2: 18-19.