

RECURSOS NATURALES

ESTABLECIMIENTO INICIAL DE *Hymenaea courbaril* (GUAPINOL) BAJO DOS CONDICIONES DE ILUMINACION, EN DOS SITIOS DE LA REGION SECA DE NICARAGUA

EARLY ESTABLISHMENT OF *Hymenaea courbaril* UNDER TWO DIFFERENT LIGHT CONDITIONS IN TWO DRY AREAS IN NICARAGUA

Noguera-Talavera Álvaro¹, González-Rivas Benigno¹, Castro-Marín, Guillermo¹

¹Docentes del Departamento de Manejo de Bosques y Ecosistemas / Facultad de Recursos Naturales y el Ambiente / Universidad Nacional Agraria



RESUMEN

En dos sitios del Pacífico de Nicaragua, se realizó un estudio que evaluó el establecimiento inicial de *Hymenaea courbaril* con el fin de conocer su comportamiento en diámetro, altura y sobrevivencia bajo dos condiciones de iluminación, a campo abierto (100% iluminación) y bajo dosel (31% de iluminación). La plantación bajo dosel se estableció en parcelas de 25m x 25m con distanciamientos entre plantas de 4x4 metros, mientras que la plantación a campo abierto se estableció en parcelas con dimensiones de 15m x 15m con un distanciamiento entre plantas de 3m x 3m. Se realizaron dos mediciones (octubre del 2009 y octubre del 2010) de las variables diámetro, altura y sobrevivencia; y un único monitoreo (en octubre del 2010) de los daños en la plantación. Los resultados de sobrevivencia obtenidos en la plantación establecida bajo dosel fueron del 80%, en comparación a la plantación a campo abierto con un porcentaje de sobrevivencia del 61.6%. En la evaluación del incremento corriente anual en altura y diámetro alcanzados por la especie se muestra un desarrollo superior en campo abierto en comparación con bajo dosel, con incrementos en diámetro de 0.46 mm y 4.43mm respectivamente; valores de altura de 159.7 mm a campo abierto y 62.3 mm bajo dosel. Los mayores daños registrados se presentaron a campo abierto, siendo la defoliación el daño que se presentó con mayor frecuencia 58%, sin embargo los daños variaron según el sistema de plantación, pues en el sistema bajo dosel las enfermedades ocuparon un 36.5% de afectación.

ABSTRACT

Experimental plots were established in two sites at Pacific Region of Nicaragua to assess the early establishment of *Hymenaea courbaril*. Survivor, diameter and height increment, damage behavior were analyzed in two different light conditions, open site (100% light) and under canopy (31% light). Plots of 15m x 15m were established in the open site with a distance among plants of 3m x 3m, while in the under canopy site, plots of 25m x 25m were established with a distance among plants of 4m x 4m. The evaluation period was one year. The survivor rate was higher (80%) in under canopy site compare with open site (61.6%). Higher diameter (44.3 mm) and height (159.7 mm) increment were obtained in condition of opened place planting than under canopy condition. Defoliation (58%) was most common damage in opened place plantation; while in under canopy cover diseases was the most common condition (36.5%).

El fin último de las plantaciones forestales es alcanzar los objetivos de producción que permitan obtener la mejor rentabilidad para el productor, en concordancia con otros objetivos como la conservación de los suelos, protección de cursos de agua, fauna, belleza escénica y otros. En forma simplificada, el objetivo principal de un productor forestal puede ser desde lograr el máximo volumen total por unidad de superficie (muchos árboles por hectárea, delgados, sin poda, para producción de pulpa), hasta obtener el máximo volumen de materia prima de buena calidad (pocos árboles por hectárea, gruesos y de buena forma, podados en forma sucesiva y oportuna, para maderas libre de nudos y defectos) para lograr productos industriales de mayor valor agregado (Sotomayor *et al.*, 2002).

Nicaragua tiene un gran potencial en recursos forestales por esta razón el bosque ha sido sobre utilizado en los aprovechamientos de los diferentes productos que genera, así mismo se reconoce las necesidades de las poblaciones aledañas a estos sitios, lo cual provoca degradación y agotamiento del recurso, siendo necesario crear conciencia y experimentar alternativas como la implementación de plantaciones, las que traen consigo un aumento en la cobertura vegetal, promueven la recuperación del funcionamiento de tierras que antes correspondían a áreas de bosque, y de los bienes que los bosques proveen a la población.

En Nicaragua se han hecho muchos esfuerzos para recuperar áreas degradadas por procesos de deforestación, sin embargo, estos esfuerzos no han logrado en su totalidad las metas esperadas, siendo algunos de los factores más comunes el poco conocimiento sobre la adaptación de las especies en diferentes sitios, y poca sistematización y documentación de valores de sobrevivencia, crecimiento entre otras variables de interés.

El presente trabajo tiene como propósito brindar información sobre el comportamiento de *Hymenaea courbaril* (Guapinol) en cuanto a los parámetros establecimiento, crecimiento y principales factores que intervienen en la calidad de la plantación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se ejecutó en dos sitios, el primero localizado en La Chipopa una comunidad de la localidad del Río Medina; ubicada aproximadamente a 10 km al suroeste de la ciudad de Nandaime en el departamento de Granada. El sitio experimental correspondió a un fragmento de 3.8 hectáreas de bosque seco secundario.

El área en que se localiza La Chipopa presenta promedios anuales de precipitación y temperatura de 1 444 mm y 27°C, respectivamente. La vegetación en el área es clasificada como una formación de bosque tropical seco deciduo (Ponce y Montalbán, 2005).

En este sitio, las unidades experimentales cuyo número es de tres parcelas de 25 x 25 m, se estableció la plantación en áreas con cobertura de dosel (estimada con densiómetro) de 69% en la época lluviosa, pudiendo así considerar la influencia del dosel sobre los parámetros de establecimiento de la especie en plantación.

El sitio El Plantel es una unidad de experimentación y validación, propiedad de la Universidad Nacional Agraria ubicada en el kilómetro 30 carretera Tipitapa-Masaya, en el municipio de Nindirí departamento de Masaya, contiguo a la Empresa Avícola Estrella; cuenta con un área de 270 mz y se ubica geográficamente entre las coordenadas 12° 06' 24" y 12° 07' 30" latitud norte y los 86° 04' 46" y 86° 05' 27" longitud oeste (Somarriba, 1989; citado por González y López, 2006).

En el área se registra una precipitación promedio anual de 1 100 mm, una elevación entre 98 y 110 msnm, con una humedad relativa promedio del 70%, temperatura media de 26°C y una evapotranspiración potencial de 1 400 mm al año (Bendaña, 1999, citado por González y López, 2006).

Periodo de establecimiento de los ensayos. La plantación bajo dosel en la comunidad La Chipopa se estableció en el 2006, en este lugar se realizaron actividades de preparación del terreno que consistieron en la eliminación de hierbas y arbustos.

La plantación a campo abierto en El Plantel fue establecida en el mes de octubre del 2009, previo al establecimiento de la plantación se realizaron actividades que consistieron en la selección de las áreas donde se ubicarían las parcelas, así como preparación del terreno.

Diseño de la plantación. La plantación bajo dosel se estableció en parcelas de 25m x 25m con distanciamientos entre plantas de cuatro metros, mientras la distancia entre parcela fue de 50 metros. El número de plantas por parcela de 30, plantándose un total de 90 individuos.

La plantación a campo abierto en el sitio El Plantel se estableció en parcelas con dimensiones de 15m x 15m con distanciamiento entre plantas de 3m x 3m y el número de plantas fue de 35 por parcela; para un total de 115 plantas.

Manejo de la plantación. Durante el período de evaluación de las plantaciones establecidas en cada sitio (El Plantel y La Chipopa) se realizaron actividades de mantenimiento que consistieron en la eliminación de hierbas y arbustos presentes en cada parcela para evitar la competencia con las plantas de *Hymenaea courbaril*. Sin embargo, en el sitio La Chipopa el mantenimiento fue más continuo, realizándose tres actividades de eliminación de maleza durante el periodo de evaluación.

Variables evaluadas

sobrevivencia. La sobrevivencia se estimó tomando como referencia las plantas vivas encontradas en el área al final del período de evaluación con respecto al número de plantas que inicialmente se establecieron.

Se tomó como referencia la clasificación de Centeno (1993) para determinar la calidad de la plantación resultante según el porcentaje de sobrevivencia encontrado en la plantación forestal que se muestran a continuación: % de sobrevivencia de 80 a 100, corresponde a calidad en cuanto a sobrevivencia muy bueno, de 70 a 80, corresponde a bueno, de 40 a 70, regular y de menos 40, le corresponde mala calidad en cuanto a sobrevivencia (Centeno, 1993).

Diámetro basal. El diámetro fue medido con un vernier graduado en milímetros ubicando el instrumento horizontal a la base de cada planta.

Altura total. Esta variable fue medida mediante el uso de una cinta métrica graduada en centímetro (cm). La medición se dio desde la base de la planta hasta el ápice de la misma.

Valoración de daños. Para la valoración de daños se realizó un monitoreo basado en Pérez y Mota (np), un año después de establecida la plantación. La información se recolectó en cada parcela mediante observaciones de cada planta tomando una muestra de 50 plantas al azar por cada sitio de estudio y se clasificó el daño observado en cada planta. Para la clasificación del tipo de daño encontrados en la plantación se utilizó la siguiente escala, daño de animales domésticos, grado 1, daño de defoliación, grado 2, daño de enfermedades, grado 3, daño antropogénicos, grado 4 y sin daño, grado 5

Cálculos y análisis de la información

Incremento en diámetro. Las mediciones se realizaron a partir de octubre del 2009 y finalizando en octubre del 2010. Para determinar el incremento corriente anual (ICA) en diámetro se utilizó la siguiente fórmula:

$$ICAd = DF - DI / T$$

Donde:

ICAd: Incremento corriente anual en diámetro (milímetro)

DF: Diámetro final

DI: Diámetro inicial

T: Tiempo (Un año)

Incremento en altura. Las mediciones se realizaron a partir de octubre del 2009 y finalizando en octubre del 2010. La fórmula para determinar el incremento corriente anual (ICA) en altura obtenido en la plantación de *H. courbaril* es:

$$ICAh = HF - HI / T$$

Donde:

ICAh: Incremento corriente anual en altura (centímetro)

HF: Diámetro final

HI: Diámetro inicial

T: Tiempo (Un año)

Cuantificación de la proporción de plantas por tipos de daños asociados a los sistemas de plantación. La siguiente fórmula se utiliza para evaluar daños en la plantación de *H. courbaril*

$$PA = TP/TM*100$$

Donde:

PA: Plantas afectadas (Porcentaje)

TP: Total de plantas afectadas

TM: Total de muestra

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sobrevivencia de *Hymeneae courbaril* por condición de plantación. El comportamiento de la sobrevivencia de *Hymeneae courbaril* obtenida bajo las dos condiciones de plantación muestra una tendencia de establecimiento favorable con un valor promedio de 71% que de acuerdo a la clasificación de Centeno (1993) denota un tipo de plantación regular en calidad.

De manera particular, las plantas establecidas en la finca El Platel obtuvieron una sobrevivencia de 61.6% que es menor a los resultados obtenidos en la plantación bajo dosel establecida en La Chipopa cuyo valor fue de 80% (tabla 1).

Estos resultados son similares a los reportados por Pérez y Mota (np) en una plantación con la misma especie, quienes obtuvieron un porcentaje de sobrevivencia de 83% después de un año de su establecimiento.

Los resultados de sobrevivencia bajo dosel sugieren que la especie responde positivamente bajo la influencia del dosel protector que evita la pérdida de humedad del suelo y protege a las plantas de los rayos solares durante los primeros años de establecidas, lo que a la vez permite una menor afectación por estrés hídrico, en comparación a plantaciones establecidas a campo abierto.

Un fenómeno asociado al efecto del dosel sobre la sobrevivencia de esta especie es la persistencia durante toda la época seca del follaje completo de los individuos en la plantación, y la aparaciencia verde del mismo, lo que sugiere un menor estrés hídrico aun en los meses con mayor temperatura e inexistente precipitación.

Valores similares de sobrevivencia fueron reportados por Souza *et al.*, (2010) quienes registraron una sobrevivencia de 56.7%. Según Souza *et al.*, (2010) la especie posee una alta tasa de sobrevivencia, pero a la vez concluye que estos

resultados son aun inferiores a la media que debe estar por encima del 80%, y a la vez establece como principal factor influyente en la sobrevivencia el manejo silvicultural de la plantación en la fase inicial de establecimiento.

Análisis del incremento diámetro de la especie bajo los dos sistemas de plantación. La cuantificación del incremento corriente anual en diámetro presentó el valor más bajo en diámetro (0.46 mm) en la plantación bajo dosel, en comparación al incremento experimentado a pleno sol, esta diferencia podría estar relacionada a la competencia que existe entre las plantas por la obtención directa de la luz solar, otro factor que influye fuertemente es la competencia por espaciamiento ya que bajo dosel este es menor debido a la interacción que existe con otras especies lo que impide el desarrollo libre de la especie (tabla 2).

Según CATIE (1984) entre menor cobertura exista en la plantación se da la tendencia de alcanzar un mayor diámetro y altura por disponibilidad de luz; y aun cuando es discutido que la luz no es un factor limitante en áreas de bosque seco, es oportuno resaltar que en la época lluviosa cuando el crecimiento en las plantas es mayor, en el sitio con dosel de bosque se han registrado valores de cobertura de hasta 76%, lo que indica cierta influencia sobre los valores de crecimiento de las plantas bajo dosel.

El análisis de t-student para el parámetro incremento corriente anual en diámetro indica que existe diferencias altamente significativas ($\alpha=0.99$, $p < 0.0001$); lo que significa que el incremento en diámetro fue marcadamente diferente al comparar ambas condiciones, dándose muchas más ventajas para el crecimiento en la condición a pleno sol.

Para esta especie en particular, CATIE (2001) sugiere que los arboles creciendo a campo abierto poseen fustes cortos y copas amplias, mientras que bajo sombra poseen fustes largos y rectos, lo que demuestra el efecto de la sombra sobre las características morfológicas de desarrollo de las plantas.

Senilliani y Naval (2006) comparan valores de incremento en diámetro de especies plantadas a campo abierto y las mismas especies establecidas bajo dosel, obteniendo menor incremento en el sistema bajo dosel. Los bajos incrementos obtenidos, son atribuidos a una densa cobertura en la plantación, a factores limitantes del sitio y posiblemente a la falta de cuidados culturales. En estudio realizado en Costa Rica en una plantación joven (dos años) de *Hymenaea courbaril*, el incremento en diámetro promedio fue de 5.3 mm por año, ligeramente superior al registrado en la finca El Plantel (tabla 1).

Así mismo, Téllez y Obregón (1998), mencionan que factores como precipitación, humedad del suelo y temperatura son condicionantes de la variabilidad de las características en especies forestales especialmente las relacionadas al crecimiento. Además, el crecimiento e incluso la sobrevivencia del árbol son afectados en otras formas por el factor iluminación.

Análisis del incremento en altura de la especie bajo los dos sistemas de plantación. El valor en incremento corriente anual en altura (6.23 cm) para la especie en la plantación bajo dosel fue relativamente bajo en comparación a la plantación a pleno sol que presentó un incremento medio de 15.97/cm, lo que indica que en la plantación a campo abierto el incremento fue dos veces mayor en comparación a la plantación bajo dosel establecida en el sitio La Chipopa (tabla 1).

El análisis de t-student para el parámetro incremento corriente anual en altura indica que existe diferencias altamente significativas ($\alpha=0.99$, $p < 0.0001$); lo que significa que el incremento en altura fue marcadamente diferente al comparar ambas condiciones, dándose muchas más ventajas bajo la condición a pleno sol.

En este sentido CATIE (2001), sugiere que *H. courbaril* requiere de luz vertical plena o casi plena para un desarrollo completo. Por lo que al comparar los valores de incremento en altura obtenidos en ambos sistemas de plantación se percibe que las condiciones de alta luminosidad son favorables para un mejor desarrollo de *H. courbaril*.

Así mismo, Sediles (2010), en un trabajo realizado en una plantación de enriquecimiento bajo diferentes niveles de cobertura demostró que a medida que la cobertura aumenta, el incremento diamétrico experimentado es menor, por lo que se deduce que el grado de cobertura (69%) del dosel sobre la plantación de *H. courbaril* ejerció influencia negativa sobre el incremento corriente anual registrado.

Senilliani y Naval (2006), comparan valores de incremento en altura de especies plantadas a campo abierto y las mismas especies establecidas bajo dosel; obteniendo menor incremento en el sistema bajo dosel por la densa cobertura. La influencia de la sombra es beneficiosa para el establecimiento de las especies pero a la vez hay menor fotosíntesis lo que impide obtener mejores incrementos (Pérez y Mota, np).

Un fenómeno que aparece en las distintas situaciones evaluadas en la plantación es el desecamiento del brote apical de algunas plantas que impacta de forma negativa con el incremento de *H. courbaril*, sin embargo, al final del período evaluado los resultados obtenidos en incremento son positivos en cuanto a valor inicial en altura y el valor al final del periodo de medición.

Según Davel *et al.*, (2001) la desaparición de la yema apical por herbivoría y efecto de la sequía, ocasiona un retardo importante del crecimiento en altura. Al perder el ápice las plantas pierden altura sin embargo ésta pérdida es recuperada posteriormente por la especie a través de rebrotes en algunos casos, ya que esta especie tiene baja capacidad de rebrote.

Tabla 1. Supervivencia, incremento corriente anual en altura e incremento corriente anual en diámetro de *Hymenaea courbaril* en dos condiciones de plantación forestal

| Condición | Porcentaje de supervivencia | Incremento corriente anual en altura (mm) | Incremento corriente anual en diámetro (mm) |
|------------------------|-----------------------------|---|---|
| Plantación bajo dosel | 80.0 | 62.3 | 0.46 |
| Plantación a pleno sol | 61.6 | 159.7 | 4.43 |

Cuantificación de la proporción de plantas afectadas por tipo de daños registrados en los sitios de plantación. En relación a los valores porcentuales de plantas afectadas por tipo de daños, en la tabla 2, se observa que tanto los daños como el porcentaje de plantas fueron diferentes para cada sitio.

En el sitio La Chipopa, con la plantación bajo dosel se presentó una combinación de dos clases de daño observándose enfermedades (36%), y defoliación por insectos (24%). Este resultado se origina en el hecho que la plantación en este sitio está más propensa a sufrir daños por las enfermedades debido a que las plantas están bajo la copa de árboles y asociadas a otras plantas como hierbas y matorrales, lo que trae consigo que exista mayor humedad en comparación a la existente a campo abierto provocando un ambiente favorable para que ciertas enfermedades se desarrollen.

Las otras afectaciones registradas en la plantación bajo dosel fue el pisoteo por animales domésticos en un 2.7% y un porcentaje igual 2.7% para el caso de daños de tipo antropogénicos de igual forma estos valores son muy bajos, los cuales no representan relevancia en el estudio.

Según Coolson y Witter (1990), muchos insectos defoliadores provocan impactos importantes que por lo común ocasionan la muerte de árboles individuales, retardo en crecimiento, debilitando así al árbol por lo que se hace más susceptible al ataque de otros insectos y enfermedades.

La tabla 2, muestra que en la plantación establecida a pleno sol el único daño que afectó fue la defoliación con un (58%) según observación, esta fue provocada por hormigas del género *Atta* lo cual fue una afectación pasajera ya que en un segundo monitoreo que se realizó ya había desaparecido, en este caso la especie de guapinol está expuesta a ser atacada fuertemente por defoliadores por no existir otra vegetación en asocio que regule el ataque de la misma.

Tabla 2. Valores porcentuales de plantas afectadas por tipo de daño observado en dos áreas con plantaciones de *H. courbaril*

| Condición | Plantas sanas | Enfermedades | Defoliación | Animales domésticos | Antropogénicas |
|------------------------|---------------|--------------|-------------|---------------------|----------------|
| Plantación bajo dosel | 34.6 | 36 | 24 | 2.7 | 2.7 |
| Plantación a pleno sol | 42.0 | 0 | 58 | 0.0 | 0.0 |

A pesar de registrarse defoliación como una afectación temporal el porcentaje en que se registro tuvo una visible influencia en la disminución de la cantidad de individuos plantados y relación con el incremento en altura producto de daños al ápice.

Implicaciones del estudio. Para ambas condiciones en las que fue evaluada la especie es importante resaltar que el estado de desarrollo de las plantas utilizadas

facilitó en cierto modo la resistencia de las plantas; esto en relación al nivel de rusticidad expresado en consistencia del tallo y altura media al momento de la plantación (43 cm).

Los resultados del comportamiento de *H. courbaril* bajo las condiciones a pleno sol y bajo dosel sugieren un buen potencial para su uso en proyectos de reforestación; ya que a diferencia de otras especies nativas de bosque seco como corteza y laurel, esta presentó menos mortalidad por estrés hídrico durante la época seca producto de la cobertura de dosel de bosque, así como menos afectación por defoliación; sin embargo, la notable resistencia de la especie provoca una significativa reducción en el crecimiento tanto en diámetro como en altura lo que desde un punto de vista práctico indica que bajo las condiciones de los sitios en los que se experimentó, las plantaciones tendrían ciclos productivos más largos para generar madera.

Una de las alternativas para mejorar el desempeño en crecimiento de la especie, es implementar medidas de manejo como fertilización al momento de plantar, y periódicamente durante los primeros dos años de establecimiento.

En plantaciones a pleno sol la frecuencia y duración del riego debe considerarse una de las medidas prioritarias; mientras el control de hierbas y malezas (que presentó altas densidades, aunque menos diversidad en comparación a las parcelas bajo dosel) debe ser una de las actividades del manejo silvicultural de la plantación.

Se debe considerar la validación del uso de *Hymenaea courbaril* en diferentes zonas del país con el fin de realizar un análisis más exhaustivo del comportamiento de la especie.

En futuros ensayos con esta especie es pertinente implementar análisis de suelo para obtener elementos de valoración de la influencia de la condición de este sobre el establecimiento y desarrollo de las plantas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 1984. Normas para la investigación silvicultural de especies para leña. Proyecto leña y fuentes alternas de energía. Turrialba, CR. 110 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2001. Silvicultura de los bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrialba, CR. 265 pp.
- Centeno; M. 1993. Inventario nacional de plantaciones forestales en Nicaragua. Tesis. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. Managua, NI.79 pp.
- Coolson, N. Witter, Y. 1990. Enrichment of *Pinus Patula* plantations with native species in southern Ecuador. *Lyonia. A Journal of Ecology and application.* 10(1):33-45.
- Davel, M. Urretavizcaya, M.F; Lugano, L, Contradí, L. De María, G. Mondito, V. 2001. Establecimiento y evaluación de plantaciones de especies nativas de Madera de calidad en el noreste de la provincia del Chubut. Proyecto PIA 05 /98 SAGPYA .Chile, Valdivia. 23 p.
- González, E; López, A; 2006. Estudio de crecimiento y sobrevivencia de cinco especies forestales en la finca El Plantel, carretera Ma saya. Tesis. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. Managua, NI. 34 p.
- Pérez Treminio, YI; Mota Hernández, DA. No publicado. Evaluación del establecimiento de tres especies forestales bajo dosel, *Cedrela odorata Ruiz (Hymenaea Courbaril)*, (*Cordia alliodora*) como medida de restauración del bosque seco secundario. Tesis. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. Managua, NI. 57 p.
- Ponce Valladares, LA; Montalbán Mena, H. 2005. Banco de semilla del suelo de tres sitios de Nandarola, Nandaime. Tesis . Universidad Nacional Agraria. Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. Managua, NI. 23 p.
- Sediles Palacio, G A; 2010. Evaluación de tres especies de valor comercial (*Pachira quinata Jacq*) ,(*Swietenia humilis Zucc*), (*Cedrela odorata*) bajo diferentes niveles de cobertura como una medida de enriquecimiento del bosque seco secundario de Nandaime, Granada. Tesis. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente Managua, NI. 40 p.
- Senilliani, MG; Naval, M. 2006. Parámetros dasométricas de plantaciones de *Prosopis alba* grises (algarrobo blanco) del área de riego de la provincial de Santiago del Estero. *Elsevier* 3(4):23-30.
- Sotomayor, AG; Helmke, EW; Garcia, RE. 2002. Manejo y mantenimiento de plantaciones forestales: *Pinus radiata* y *Eucalyptus* sp. Documento de divulgación. LOM ediciones. Santiago, CL. 56 p.
- Souza, CR. De Acevedo, C. P. Lima, RM. Rossi, BL. M, 2010. Comportamiento de especies forestales en plantación a pleno sol y en fajas de enriquecimiento de la amazonia. *Acta Amazonica.* 40(1)227-234.
- Téllez Obregón, I. C. 1998. Comportamiento en sobrevivencia, crecimiento y producción de biomasa seca de 30 especies forestales, bajo condiciones de la zona seca de Azúl, La Leona. León. 68 p.