

## Efecto de la fertilización completa y cálcica sobre el crecimiento inicial de plantaciones de teca (*Tectona grandis* Linn F.), Siuna, RACN, Nicaragua

### Effect of complete and calcic fertilization on the initial growth of teak (*Tectona Grandis* Linn F.), Siuna, RACN, Nicaragua

Álvaro Benavides-González<sup>1</sup>, Juan Carlos Moran-Centeno<sup>1</sup>, Gerol Enrique Cruz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa para el Desarrollo Participativo Integral Rural, Facultad de Agronomía, <sup>2</sup> Graduado de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Protección Agrícola y Forestal. Universidad Nacional Agraria



#### RESUMEN

En Nicaragua, la demanda de madera en cantidad y calidad ha reducido la cobertura forestal, por tanto, el establecimiento de plantaciones forestales representa una actividad económica de importancia para el desarrollo de la Costa Caribe Norte. Esta investigación se realizó en el municipio de Siuna, Región Autónoma del Caribe Norte (RACN) en la finca El Waspado, empresa Norteak HEMCONIC en plantaciones de teca (*Tectona grandis* Linn F.). El objetivo fue evaluar el efecto de la fertilización completa y cálcica sobre el porcentaje de sobrevivencia de plantas, altura de la planta (cm), diámetro del tallo a la altura del pecho (cm), área basal (m<sup>2</sup>), volumen (m<sup>3</sup>), vigor de planta y forma del fuste. Se utilizó un diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA) con tres réplicas y los siguientes arreglos de fertilización: 40 g de 15-15-15 (completo), 40 g de 15-15-15 + 454 g de CaCO<sub>3</sub> (completo + cal), 40 g de Tecaplex (Tecaplex), 40 g de Tecaplex + 454 g de CaCO<sub>3</sub> (Tecaplex + cal) y, 454 g de CaCO<sub>3</sub> (cal), como control. A partir del tercer mes, la dosis se duplicó a 80 gramos por planta en cada arreglo de fertilización. Las variables de crecimiento fueron consideradas en un análisis de varianza (ANDEVA) y LSD ( $\alpha=0.05$ ). La altura de planta, diámetro y volumen presentaron diferencias estadísticas en los tratamientos a partir de los 12 meses después de haberse establecido la plantación, sobresaliendo las aplicaciones de la formulación completa y la aplicación de cal.

**Palabras clave:** fertilización completa, enmienda, carbonato de calcio, cal.

#### ABSTRACT

In Nicaragua, the demand for wood in quantity and quality has reduced forest cover, and therefore the establishment of forest plantations represents an important economic activity for the development of the northern Caribbean Coast. This research was done in teak plantations two years of establishment in the town of Siuna, North Autonomous Region Caribbean (RACCN) in the "El Waspado" Company Norteak HEMCONIC. The objective was to evaluate the effect of complete and calcium fertilization on stem variables during plant growth teak (*Tectona grandis* Linn F.). Block design was completely randomized (BCA) with three replicates and fertilization following arrangements: 40g 15-15-15 (full), 40 g 15-15-15 + 454 g of CaCO<sub>3</sub> (full + lime) 40 g Tecaplex (Tecaplex), 40 g Tecaplex + 454 g of CaCO<sub>3</sub> (Tecaplex + lime) and 454 g of CaCO<sub>3</sub> (lime), as a control in two stages. Growth variables were considered in an analysis of variance (ANOVA) and LSD ( $\alpha = 0.05$ ). Plant height, diameter and volume statistically different treatments from 12 months after planting have been established, excelling applications complete formulation and lime.

**PRODUCCIÓN DE PLANTAS**

**L**a teca (*Tectona grandis* Linn F.) es un árbol caducifolio de madera muy valiosa que puede alcanzar una altura de hasta 20 metros. Pertenece a la familia Verbenaceae originario del trópico de Indochina (Briscoe, 1995). La FAO (2005), indica que en el mundo hay 270 millones de hectáreas cubiertas con plantaciones forestales, de las cuales el 76% son establecidas con fines comerciales, y para la protección y rehabilitación de los suelos y fuentes de agua.

El IICA (2004), estima que Nicaragua cuenta con aproximadamente 6.2 millones de hectáreas de suelo con vocación forestal, pero sólo 3.2 millones de hectáreas corresponden a bosques y barbechos forestales. La tasa anual de deforestación es estimada en 50 mil hectáreas por año, mientras que las plantaciones establecidas en los últimos 10-15 años es inferior a las 75 mil hectáreas, de las cuales, muy pocas han recibido el manejo adecuado. Es por ello que el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), comenzó un programa de multiplicación de esta especie forestal empleando técnicas de pseudoestacas. Chaves y Fonseca (1991), consideran que al momento de establecer plantaciones forestales de teca se deben razonar los factores limitantes para su crecimiento.

En Nicaragua el establecimiento de plantaciones forestales representa una actividad económica de importancia para el desarrollo de la industria maderera del país, siendo esta una opción para evitar la deforestación de bosques. Durante los años 2009 y 2010, la empresa Norteak-HEMCONIC estableció plantaciones comerciales de teca, en las tres divisiones forestales (La Embajada, Bonanza y Siuna), en la Región Autónoma del Caribe Norte del país. Dicho trabajo se realizó para determinar el efecto de arreglos de fertilización en el crecimiento inicial del cultivo de teca.

**MATERIALES Y MÉTODOS**

Este estudio se efectuó en el municipio de Siuna, perteneciente a la Región de la Costa Caribe Norte (RCCN), en la empresa Norteak HEMCONIC, en la finca El Waspado (726159.71, 1510398.51 UTM). La estación lluviosa tiene una duración de 10 meses, con precipitación promedio mensual de 650 mm, temperaturas máximas de 26.9 °C y mínimas de 23 °C (INETER, 2013).

Las plántulas establecidas fueron propagadas mediante la técnica de tubete, la cual permitió extraer materiales de manera fácil y poder reutilizarlos. Se utilizó bocashi elaborado a partir de carbón molido (18 kg), estiércol bovino (54 kg), semolina (54 kg), cascarilla de arroz (54 kg), tierra tamizada (108 kg) y melaza (20 litros) en un m<sup>3</sup>. El sustrato final consistió en una relación de 50% de tierra tamizada, 50% del bocashi y 92 g de Fertibiol. El Fertibiol es un producto biológico a base de bacterias nitro fijadoras y solubilizadoras de fósforo, hongos biocontroladores de enfermedades (*Bacillus* 8X10<sup>10</sup>, *Azotobacter* 7X10<sup>10</sup>, *Pseudomonas* 8X10<sup>10</sup> y Micorrizas).

**Establecimiento de la plantación.** La preparación del suelo se realizó con maquinaria, se eliminaron los arbustos y hierbas presentes y se aplicó herbicida Glifosato (Round up®) con dosis de dos 2 litros por hectárea. Las plantas fueron establecidas en mayo del 2012 a la edad de seis meses y con una altura promedio de 30 cm. Las dimensiones del ahoyado fue de 0.2\*0.2\*0.2 m, con espaciamiento de cuatro metros entre surco y tres metros entre planta, según lo recomendado por Fonseca (2004).

El ensayo fue establecido en un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con cinco tratamientos (fertilización) y tres réplicas.

**Fertilización.** La fertilización fue definida considerando un análisis químico de suelo. A partir del tercer mes se incrementó de 40 a 80 g de fertilizante por árbol (cuadro 1). Las parcelas experimentales estuvieron arregladas por 49 plantas (siete hileras, siete plantas), considerando las cinco líneas centrales como área de muestreo y las dos líneas laterales como efecto de borde. Cada bloque presentaba un área de 8 820 m<sup>2</sup>.

**Cuadro 1.** Descripción de los tratamientos empleados en el ensayo

Tratamientos	Fertilización a un mes de plantado	Fertilización a tres meses de plantado
Completo	40 g 15-15-15	80 g 15-15-15
Completo + cal	40 g 15-15-15 + 454 g (CaCO <sub>3</sub> )	80 g 15-15-15 + 454 g (CaCO <sub>3</sub> )
Tecaplex	40 g Tecaplex	80 g Tecaplex
Tecaplex + cal	40 g Tecaplex + 454 g (CaCO <sub>3</sub> )	80 g Tecaplex + 454 g (CaCO <sub>3</sub> )
Cal	454 g (CaCO <sub>3</sub> )	454 g (CaCO <sub>3</sub> )

**Variables evaluadas.** Se registró información a los 3.5, 7, 12, 18 y 24 meses después del establecimiento, considerando altura de la planta (cm), vigor de planta, sobrevivencia (%), diámetro del tallo a la altura del pecho (DAP), área basal (m<sup>2</sup>), volumen (m<sup>3</sup>).

**Área basal (ab) en m<sup>2</sup>.** Calculada a través de la fórmula  $ab=\pi/4*DAP^2$ .

**Volumen (V) en m<sup>3</sup>.** Se obtuvo con la fórmula siguiente:  $V=ab*h*0.7$  (h=altura promedio del árbol).

**Vigor de planta.** Se analizó según lo propuesto por Briscoe (1995) que define que 1 (Débil) = plantas con hojas pequeñas, cloróticas y tallos delgados, 2 (Vigorosas) = plantas con hojas grandes, coloración verde y tallos gruesos.

PRODUCCIÓN DE PLANTAS

**Sobrevivencia.** Se registró según metodología de Briscoe (1995) quien considera el valor de uno para plantas vivas y dos para plantas muertas.

**Análisis de la información.** La información fue manejada en hojas electrónicas y analizadas con SAS v. 9.2. Se realizó ANDEVA y separación de medias por LSD ( $\alpha=0.05$ ).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Altura de la planta.** El crecimiento en altura es afectado por el sitio de siembra y la densidad de plantación (Bebarta, 1999). Los análisis indican diferencia significativa a partir de los 12 meses en los tratamientos completo, Completo + cal, y cal con incrementos de alturas de 40 cm durante el primer año. Estos resultados concuerdan con lo planteado por Chávez y Fonseca (1991). Asimismo, Singh (1997) y Balam (2006) mencionan respuesta a la fertilización química y rápido crecimiento. Otro estudio efectuado por Flores *et al.*, (2009), reportan que la teca alcanza el crecimiento de 5.36 metros anualmente, y lo relaciona con el establecimiento y condiciones climáticas (figura 1).

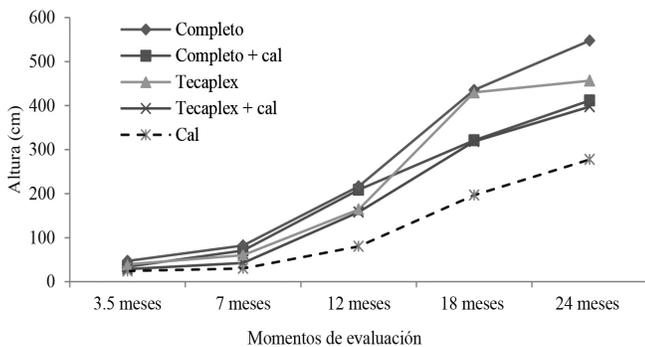


Figura 1. Altura de árboles de teca según arreglo de fertilización y momento de evaluación.

**Vigor de planta.** Los mayores porcentajes de plantas vigorosas se registraron en los tratamientos completo y completo más cal, a los 18 y 24 meses. Según MARENA y SAREC (1995), el vigor de las plantas está relacionado con la disponibilidad de elementos minerales en el suelo. De igual manera, Rodríguez (1982), indica que las relaciones entre las bases Ca+Mg/K, influyen en la absorción del potasio del suelo, por lo que refleja una mayor cantidad de plantas débiles en campo. Estudios realizados por Guido (2011), en plantaciones de teca de siete años encontró plantas vigorosas producto del manejo de la plantación.

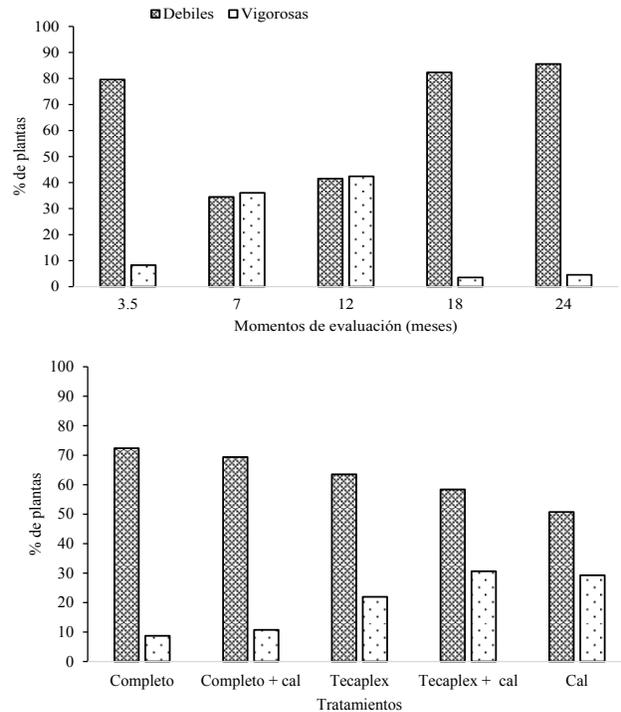


Figura 2. Porcentaje de plantas de teca, débiles y vigorosas en los diferentes tratamientos y momentos evaluados.

**Sobrevivencia de la planta.** Se registró sobrevivencia menores al 50% a los 3.5 meses (cuadro 2) en los tratamientos, con evaluación final de 35% de plantas vivas en Tecaplex + cal. Flores *et al.*, (2009), reportan sobrevivencia inferior al 55%, resultados muy similares a los obtenidos en este estudio.

Haggar *et al.*, (2000), mencionan que un 60% de supervivencia es considerado un porcentaje alto, y Evans y Turnbull (2004), consideran que esta puede ser afectada por la densidad poblacional y condiciones ambientales. Según la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2008), la plantación debe cumplir con el 80% de supervivencia a un año de edad.

Cuadro 2. Porcentaje de sobrevivencia según arreglo de fertilización y momento de evaluación (n=49 árboles)

Descripción	Momentos de evaluación (meses)				
	3.5	7	12	18	24
	Sobrevivencia (%)				
Completo	48	44	42	36	29
Completo + cal	46	44	41	36	29
Tecaplex	46	46	43	42	33
Tecaplex + cal	48	48	46	41	35
Cal	48	45	39	35	30

**PRODUCCIÓN DE PLANTAS**

**Variables dasométricas.** Los menores diámetros del tallo se obtuvieron con las aplicaciones de 454 g CaCO<sub>3</sub> (cal) 15-15-15 (completo) y 15-15-15 + 454 g CaCO<sub>3</sub> (completo más cal). Fonseca (2000), reporta que la fórmula completa de fertilización incrementó la altura y al diámetro de las plantas de teca. Por otro lado, Singh (1997), menciona que en plantaciones de seis meses de edad sometidas a fertilización completa crecen hasta en un 60% más comparado con plantaciones que no recibieron fertilización.

Los menores valores en volumen y áreas basales correspondieron a la formulación completa y completo más cal, superados por los restantes tratamientos (cuadro 3). Sima (2010); citado por Rodas (2006), encontró que el nitrógeno (N), cobre (Cu), potasio (K) y calcio (Ca), influyen en el desarrollo de las plantas.

El volumen y área basal tuvieron un comportamiento similar y los mayores valores se obtuvieron a los 24 meses. Guido (2011), reporta incrementos de 0.089 m<sup>3</sup> por árbol/año, valores muy bajos según lo obtenido en este estudio (cuadro 3).

**Cuadro 3.** Separaciones de media para las variables dasométricas (LSD=0.05) según tratamientos

Descripción	Variables		
	Diámetro (m)	Área basal (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
Completo	0.141 b	0.148 b	41.828 b
Completo + cal	0.170 a	0.219 a	74.975 a
Tecaplex	0.166 a	0.227 a	73.177 a
Tecaplex + cal	0.171 a	0.230 a	79.005 a
Cal	0.096 c	0.057 c	14.041 c
LSD	0.0138	0.029	11.47

\*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente (LSD, α=0.05)

**CONCLUSIONES**

Las variables de crecimiento fueron afectados por las formulaciones químicas 15-15-15 y Tecaplex a partir de los 12 meses de establecida la plantación se reporta una sobrevivencia inferior a 40% a los 24 meses de edad en todos los tratamientos.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Balam C.M.A. 2006. Evaluación de tres especies de rápido crecimiento en Nuevo Urecho, Michoacán. Tesis profesional de licenciatura. Facultad de Agrobiología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. MX. 106 p.

Bebarta, KC. 1999. Teak; ecology, silviculture, management and profitability. International Book Distributors. India. 380 p.

Briscoe, C. 1995. Silvicultura y manejo de teca, melina y pochote. Turrialba, CR. Diseminación del cultivo de árboles de uso múltiples. Proyecto 1. CATIE. Serie técnica. Informe técnico. No. 270. Área silvicultural de bosques tropicales. 44 p.

CONAFOR (Comisión Nacional Forestal, NI). 2008. Programa forestal de la comisión estatal forestal de tabasco. (en línea). Consultada el 23 sep. 2009. Disponible en línea: www.conafor.gob.mx

Chávez, E; Fonseca, W. 1991. Teca (*Tectona grandis*), especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE, Turrialba, CR. 47 p.

Evans, J; Turnbull, JW. 2004. Plantation forestry in the tropics: The role, silviculture and use of planted forests for industrial, social, environmental, and agroforestry purposes. 3<sup>th</sup> ed. Oxford University Press.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, IT). 2005. Situación de los bosques del mundo. Roma, IT. 77 p.

Flores M, HJ; Corea Avalos, VM; García Sánchez, JJ; Balam Che, M. 2009. Evaluación de una plantación de tres especies tropicales de rápido crecimiento en Nuevo Urecho, Michoacán. Scielo, 34 (16). México. 27 p.

Fonseca, W. 2000. La aplicación de fertilizantes químicos en Teca (*Tectona grandis*) en Guanacaste, Costa Rica in. Consejo Nacional de Rectores. Oficina de planificación de la educación superior. Taller de nutrición forestal, San José; CR. p 39-44.

\_\_\_\_\_. 2004. Manual de productores de teca (*Tectona grandis* L.F) en Heredia CR. 40 p.

Guido, CF. 2011. Evaluación dasométrica de una plantación comercial de teca (*Tectona grandis* L.F) en Nuevo Urecho, Michoacán. Tesis Ing. Agr. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. MX. 66 p.

Haggar, J; Wightman, K; Sosa, L; Van, KH; Contreras, JA; Hernández, G. 2000. Una estrategia para hacer rentable la producción de árboles por ejidatarios en la península de Yucatán. II Foro Internacional. Los aprovechamientos forestales y su relación con el ambiente. Veracruz, MX. s/p.

## PRODUCCIÓN DE PLANTAS

- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2004. Informe consultoría. Anexo 3. 43 p.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2013. Datos meteorológicos del municipio de Siuna, Región Autónoma del Caribe Norte.
- MARENA (Ministerio de Recursos Naturales y del Ambiente); SAREC (Agencia Sueca de cooperación en la investigación con los países en desarrollo). 1995. Comportamiento inicial de 4 procedencias de teca (*Tectona grandis*), en el Río San Juan. Dirección General Forestal. Proyecto Agroforestal. Nota técnica N° 50. Managua, Nicaragua. 18 p.
- Rodas C. 2006. Efecto del establecimiento de plantaciones forestales de teca (*Tectona grandis*) en áreas de potreros sobre características del suelo en Petén, Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 105 p.
- Rodríguez, SF. 1982. Fertilizantes, nutrición vegetal. AGT. Editor S.A. Distrito Federal. MX. 157 p.
- Singh, M. 1997. Effect of nitrogen, potassium and soil working on the growth of teak plants in S.C. Basha; C. Mohan; S. Sankar. Ed. Proc. Internat. Teak symposium. p 43-45.