

ESTIMACION DE LA FIJACION DE NITROGENO POR EL ARBOL TROPICAL *Stryphnodendron microstachyum* Poepp. et Endl.

Dwight D. Baker
Florescia Montagnini

RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio de campo para estimar la magnitud de la fijación de N por *Stryphnodendron microstachyum* Poepp. et Endl., especie leguminosa arbórea mimmosoidea nativa de Costa Rica. Se empleó una metodología de isótopo diluido en N (^{15}N), utilizando *Vochysia guatemalensis* Donn. Sm. como especie de referencia no fijadora de nitrógeno.

Plantines de 3 a 6 meses de edad de ambas especies fueron transplantadas a parcelas de 6 m x 6 m en un diseño mixto sobre terrenos de pastos abandonados en la Estación Biológica La Selva de la Organización de Estudios Tropicales (Costa Rica). La aplicación de fertilizantes enriquecido con ^{15}N se realizó en sub-parcelas de 2 m x 2 m, aisladas hasta 60 cm de profundidad por capas de polietileno grueso. Se realizaron aplicaciones de ^{15}N cada seis meses a una tasa de 0.092 g m⁻², con un total de N aplicado de 1.0 g m⁻². Los valores de pNda (proporción de nitrógeno derivado de la atmósfera) para *S. microstachyum* a los 18 y 22 meses de edad fueron de 61.2 y 51.9%, respectivamente. Otros estudios conducidos en plantaciones mono-específicas en La Selva demostraron que *S. microstachyum* tenía crecimiento rápido y una capacidad relativamente alta de reciclar N en sus tejidos. Con los resultados del presente estudio se comprobó que la mayoría de este N es proporcionado por la fijación simbiótica de N y una cantidad menor del N asimilado proviene del N disponible en el suelo.

PALABRAS CLAVES: *Stryphnodendron microstachyum*, fijación simbiótica, isótopo diluido ^{15}N , estimación.

ABSTRACT

A field study was conducted to estimate the magnitude of N fixation by *Stryphnodendron microstachyum* Poepp. et Endl., a leguminous, mimosoid tree species native to Costa Rica, using a ^{15}N dilution methodology and with *Vochysia guatemalensis* Donn. Sm. serving as a reference, non-N fixing species. Three to six-month old seedlings of both species were transplanted to 6 m x 6 m plots in a mixed design on abandoned pastures at La Selva Biological Station of the Organization for Tropical Studies (Costa Rica). The applications of fertilizer enriched with ^{15}N were done on 2 m x 2 m sub-plots, which were isolated to 60 cm depth with several layers of thick polyethylene. The ^{15}N was applied every six months at a rate of 0.092 g m⁻², with a total N application of 1.0 g m⁻². The values of pNdfa (proportion of nitrogen derived from the atmosphere) for *S. microstachyum* at 18 and 22 months of age were 61.2 and 51.9%, respectively. Other studies on monospecific plots at La Selva showed that *S. microstachyum* had fast growth and a relatively high N recycling capacity. The results of the present study demonstrate that the majority of this N is provided by symbiotic N fixation and a lesser amount from N uptake from the soil N pool.

Key words: *Stryphnodendron microstachyum*, symbiotic nitrogen fixation, isotope dilution, ^{15}N , estimation.

INTRODUCCION

Stryphodendron microstachyum Poepp. et Endl. (sinon: *S. excelsum* Harms) es una especie arbórea leguminosa nativa de los trópicos húmedos de Costa Rica. Esta especie está siendo experimentada en su uso forestal y en combinaciones agroforestales en la región de la llanura del Atlántico de Costa Rica (González et al. 1990, Montagnini 1992). Como muchos otros árboles leguminosos, obtiene nitrógeno (N) a través de una simbiosis en nódulos radiculares con bacterias azotólicas de la familia Rhizobiácea. La cantidad de N fijado no está bien documentada bajo condiciones de campo. Se llevó a cabo un estudio de campo para estimar la magnitud de la fijación de N por *Stryphnodendron* usando una metodología de isótopo diluido de N (^{15}N).

MATERIALES Y METODOS

La estimación de N fue realizada en el campo usando la metodología de ^{15}N -diluido descrita por Parrotta et al. (1994). Semillas de *Stryphnodendron microstachyum* (la especie leguminosa fijadora de nitrógeno) y *Vochysia guatemalensis* Donn. Sm. (sinon: *V. hondurensis* Sprague; la especie de referencia no fijadora de nitrógeno) fueron recolectadas de árboles nativos de Costa Rica y plantadas en bolsas de polietileno. Los plantines de *V. guatemalensis* tenían 7 meses y los de *S. microstachyum* tenían 3 meses en el momento de la plantación.

Establecimiento del Experimento. En julio de 1991, las dos especies arbóreas fueron transplantadas a parcelas 6 m x 6 m en plantación mixta sobre terreno de pastos abandonados en la Estación Biológica La Selva de la Organización de Estudios Tropicales (Costa Rica). El sitio se encuentra a 10° 26' N, 86° 59' W, a 50 m de altura media y es caracterizado por una temperatura media anual de 24°C y una precipitación media anual de 4000 mm, con precipitación máxima en julio y mínima en marzo. Los suelos son Fluventic Dystropepst derivados de depósitos aluviales de material volcánico; son profundos, bien drenados, libres de rocas, de contenido orgánico bajo o medio, de textura moderadamente pesada, y generalmente ácidos e

infértiles (Sancho y Mata, 1987). El área fue deforestada a mediados de la década de los 50 y pastoreada hasta 1981. Las dos especies arbóreas fueron alternadas en cada fila con un espaciamiento de 1 m x 1 m. Cuatro réplicas de cada parcela fueron establecidas originalmente, pero a causa de la mortalidad de plantines debido al ramoneo del venado en dos de la cuatro parcelas, sólo dos réplicas fueron estudiadas.

Dentro de cada parcela 6 m x 6 m, se determinó una sub-parcela 2 m x 2 m, la cual fue aislada hasta una profundidad de 60 cm colocando múltiple capas de polietileno grueso (de construcción). Esta sub-parcela se convirtió en el área de aplicación de fertilizante enriquecido con ^{15}N para propósitos de estimación de la dilución de N atmosférico. Empezando en agosto 1992 y continuando cada seis meses después de esa fecha, se realizaron las aplicaciones de fertilizante enriquecido con ^{15}N a una tasa de 0.092 g m⁻², con un total de N aplicado de 1.0 g m⁻².

Muestreo. Los muestreos de tejido foliar fueron llevados a cabo justo antes de cada aplicación de fertilizante enriquecido. Las muestras de hojas escogidas al azar (Parrotta et al. 1994) fueron tomadas de los cuatro árboles dentro de las sub-parcelas y reunidas por especie. Las hojas fueron secadas a 70° C hasta peso constante y molidas hasta lograr un polvo fino en una procesadora doméstica marca "Tecator". Los análisis de %N y % ^{15}N fueron realizados en el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad de Saskatchewan usando un espectrómetro de masas marca ANCA-MS.

Estimación de la fijación de nitrógeno. La proporción de N derivado de la atmósfera (pNda) fue estimada usando la fórmula de Fried y Middelboe (1977).

Resultados

En mayo de 1993, en el momento de la cosecha final, los árboles de *S. microstachyum* tenía de 2 a 7 cm de diámetro a la altura del pecho (dap) y de 1 a 5.4 m de altura; y los de *V. guatemalensis* tenían de 4.3 a 6.6 cm dap y 4.4 a 5.6 m de altura. El crecimiento de *Stryphnodendron* fue más variable que de *Vochysia*, un patrón similar al encontrado

en una plantación experimental cercana sobre el mismo tipo de suelo.

Los valores de pNda para *Stryphnodendron* a los 6 y 12 meses de crecimiento en esta plantación se presentan en la Tabla 1. Se observaron diferencias en pNda entre los árboles de las dos parcelas, sugiriendo diferencias en el N disponible en los suelos de las dos parcelas. La parcela 1 tuvo valores mayores de pNda que los de la parcela 1. Los valores obtenidos para pNda en éste estudio son similares en magnitud a los reportados por Parrotta et al. (1994) para *Leucaena* y *Casuarina*; por Sanginga et al. (1989) para *Leucaena*; o por Baker et al. (1992) para *Paraserianthes*, *Leucaena* y *Enterolobium*. Debido a que *Stryphnodendron* es una especie arbórea de crecimiento rápido, la contribución de esta especie al N del suelo con la descomposición de la hojarasca o las raíces finas puede ser considerable.

Resultados de otros estudios conducidos en parcelas de plantaciones monoespecíficas de cuatro años sobre pastos abandonados en La Selva, demostraron que *S. microstachyum* tenía crecimiento rápido (más de 3.0 cm dap por año), alta concentración de N en los tejidos foliares (2,25%) y en ramas (0,93%), alta tasa de caída de hojarasca, y relativamente rápida tasa de descomposición de hojarasca (Montagnini et al. 1993). En otro estudio llevado a cabo en la misma plantación, los suelos bajo *S. microstachyum* tenían mayores tasas de potencial de nitrificación neta (1.1 - 1.9 mg de nitrato . kg⁻¹día⁻¹) que los suelos bajo especies no fijadoras N en el mismo experimento (Montagnini y Sancho 1994b, 1994c). Además, las plántulas de maíz cultivadas en suelos abonados con hojas de *S. microstachyum* crecieron mejor y extrajeron más N del suelo que los abonados con especies arbóreas no fijadoras de N, o que los controles no abonados (Montagnini et al. 1991, 1993). Hemos demostrado que la mayoría de este N es proporcionado por la fijación simbiótica de N y una cantidad menor del N asimilado proviene del N disponible en el suelo.

Agradecimiento.

Este estudio fue financiado por la Fundación Andrew W. Mellon a través del Programa de

Investigación

Ecológica en la Escuela Forestal y de Estudios de Medio Ambiente de la Universidad de Yale. Los autores también desean agradecer a G. Vega, A. Moulart, C. Porras, D Du, y H. Asbjornsen por su asistencia en el campo y en el laboratorio.

Referencias

- Baker, D. D., R. A. Wheeler y M. Fried. 1992. Estimation of biological nitrogen fixation by three legume tree species, using the ¹⁵N dilution method. En: Biological Nitrogen Fixation and Sustainability of Tropical Agriculture (K. Mulongoy, M. Gueye y D. S. C. Spencer, eds.). John Willey & Sons, London. pp. 259-264.
- Fried, M. y V. Middelboe. 1977. Measurement of amount of nitrogen fixed by a legume crop. Plant and Soil 47:713-715.
- González, E., Butterfield, R., Segleau, J. y M. Espinoza. 1990. Primer Encuentro Regional sobre Especies Forestales Nativas de la Zona Norte y Atlántica. Memoria. Julio 1989. Chilamate, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. pp 76.
- Montagnini, F. 1992. Mixecf-tree plantations with native trees: land-use systems for economic returns and soil restoration. Experiments in Costa Rica and Argentina. Agrofor. Today. July-September, 1992, pp. 4-6.
- Montagnini, F., Sancho, F., Ramstad, K. y E. Stijfhoorn. 1991. Multipurpose trees for soil restoration in the humid lowlands of Costa Rica. En: Research on Multipurpose Trees in Asia (D. A. Taylor y K. G. McDicken, eds.). Winrock International Institute for Agricultural Development, Bangkok. pp. 41-58.
- Montagnini, F., Ramstad, K. y F. Sancho. 1993. Litterfall, litter decomposition and the use of mulch of four indigenous tree species in the Atlantic lowlands of Costa Rica. Agrofor. Sys. 23: 39-61.

Montagnini, F., y F. Sancho. 1994a. Soil nitrogen mineralization under six indigenous tree species, an abandoned pasture and secondary forest in the Atlantic lowlands of Costa Rica. Plant and Soil (In press).

Montagnini, F., y F. Sancho. 1994b. Above-ground biomass and nutrients in young plantations of four indigenous tree species: implications for site nutrient conservation. J. Sustain. For. 4:1 (In press).

Montagnini, F., y F. Sancho. 1994c. Nutrient budgets of young plantations with native trees: strategies for sustained management. En: Forest and Wood-Based Biomass Energy as Rural Development Assets. (W. Bentley y M Gowen, eds.). Winrock International Institute for Agricultural

Development, Morrilton, Arkansas, USA. (In press).

Parrotta, J. A., Baker, D. D. y M Fried, 1994. Application of 15 N-enrichment methodologies to estimate nitrogen fixation in *Casuarina equisetifolia*. Can. J. For. Res. 24.

Sancho, F. Mata, R. 1987. Estudio detallado de suelos de la Estación Biológica La Selva. Organización para Estudios Tropicales, San José, Costa Rica. 162 p.

Sanginga, N., Mulongoy, K. y A. Ayanaba. 1989. Nitrogen fixation of field-inoculated *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit estimated by the ¹⁵N difference methods. Plant and Soil 117: 269-274.

Tabla 1. Valores de pNda (proporción de nitrógeno derivado de la atmósfera).

| Edad* | Parcela | pNda | Promedio |
|----------|---------|------|----------|
| 18 meses | 1 | 69.2 | 61.2 |
| | 2 | 54.1 | |
| 22 meses | 1 | 76.7 | 51.9 |
| | 2 | 32.5 | |

* después de la plantación