
ARTÍCULO CIENTÍFICO

CRECIMIENTO DE SIETE LEGUMINOSAS FORESTALES EN COLUMNAS DE SUELO COMPACTADO

José Quinto Paredes Fernández ²

Luis Eduardo Díaz ³

Hugo Alberto Ruiz ⁴

Marisse C. Machado ⁵

ABSTRACT

This research is intended to characterize the compaction sensitivity of seven species of forest legumes, measured by the growth of aerial part and radicular system. A sample of the 20 to 40 centimeters layer of a Latosol soil with a clay-like texture from the country of Viçosa, Minas Gerais, Brasil was utilized. Of the seven species evaluated in this experiment, five of them showed tolerance to the presence of compacted layers (*Enterolobium contortisiliquum*, *Acacia holocericea*, *Mimosa caesalpinifolia*, *Acacia mangium* and *Acacia auriculiformis*). These five species are therefore the most appropriate for recovering degraded and compacted soils. *Leucaena leucocephala* and *Mimosa tenuiflora* showed the largest growth reduction in dry matter as well as in height of plants.

Key words: Forest Legumes, compaction, degraded soils.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar la sensibilidad a la compactación del suelo, de siete especies de leguminosas forestales, a través del crecimiento de la parte aérea y del sistema radicular. Para el efecto fue utilizada una muestra de la camada de 20 a 40 cm de un suelo Latosol, del Municipio de Viçosa, Minas Gerais, MG - Brasil. De las siete especies utilizadas, cinco se mostraron tolerantes a la presencia de capas compactadas *Enterolobium contortisiliquum*, *Acacia holocericea*, *Mimosa caesalpinifolia*, *Acacia mangium* y *Acacia auriculiformis*. Por lo tanto, son las más indicadas para la recuperación de suelos degradados y compactados. La *Leucaena leucocephala* y la *Mimosa tenuiflora*, presentaron la mayor reducción del crecimiento, tanto de materia seca así como de altura de las plantas.

Palabras claves: Leguminosas forestales, compactación, suelos degradados.

¹ Trabajo de investigación presentado en la X Reunión Brasileira de Manejo y Conservación de Suelo y del Agua. Florianópolis, Santa Catarina (SC) - Brasil.

² Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Profesor del Departamento de Suelos, de la Facultad de Ciencias Agrarias, Sede Pedro Juan Caballero, de la Universidad Nacional de Asunción. Casilla de Correo 1618. E-mail: bib-agr@sce.cnc.una.py. San Lorenzo - Paraguay.

^{3,4} Profesor Adjunto y Titular, respectivamente del Departamento de Suelos y Nutrición de Plantas de la Universidad Federal de Viçosa, Viçosa - Minas Gerais - Brasil, CEP 36570-000.

⁵ Técnica del Departamento de Ingeniería Agrícola de la Universidad Federal de Viçosa, Viçosa - Minas Gerais - Brasil, CEP 36570-000.

INTRODUCCIÓN

La compactación es un proceso de degradación del suelo, que se manifiesta por medio de la destrucción o modificación de su estructura y alteración de importantes propiedades físicas (LAL, 1979), que afectan fundamentalmente a los macroporos, cuyo diámetro es superior a 0,05 mm. En esos poros el movimiento del aire y del agua es normalmente rápido, no limitado y el crecimiento radicular se da sin restricciones.

La compactación es una de las principales consecuencias de la degradación de los suelos, con la consecuente caída de la productividad. Este efecto negativo es causado principalmente por el uso inadecuado de máquinas en las operaciones agrícolas, evidenciado a través de la reducción de la infiltración de agua en la época de lluvias y el desenvolvimiento radicular reducido en los periodos de déficit hídrico.

Aunque exista tecnología para la recuperación de estas áreas, su operacionalización es inviable en la mayoría de las veces, por la necesidad de alta inversión. La pérdida de materia orgánica del suelo acarrea reducción de la disponibilidad de nutrientes, de agua y de la estabilidad de los agregados del suelo, dificultando la revegetación.

PROCTOR (1933), la variación de la densidad del suelo en relación a la humedad, bajo una fuerza constante, verificó que la densidad aumentaba con la humedad hasta alcanzar un valor máximo, decreciendo con mayores tenores de agua. El valor máximo alcanzado fue denominado "Densidad Aparente Máxima" y el tenor de humedad correspondiente, "Humedad Óptima de Compactación" (BAVER et al., 1973; HILLEL, 1982).

El carácter migratorio de la explotación agrícola, conduce a la degradación de las tierras con escasa cobertura vegetal y expone cada vez más, a los procesos erosivos, especialmente en áreas montañosas. Además de las áreas

erosionadas resultantes de la explotación agrícola, se encuentran aquellas resultantes de otras actividades antrópicas como la explotación de depósitos de minerales. En este caso, el movimiento de suelo necesario para efectuarse la labranza, es aumentado con un considerable volumen de desechos, que contribuyen para el disturbio del área.

La utilización de especies arbóreas leguminosas fijadoras de nitrógeno atmosférico para la recuperación de suelos degradados, se ha mostrado como una técnica de gran viabilidad económica y biológica (DIAS et al., 1995), son utilizados plantines inoculados con hongos micorrízicos y estirpes seleccionadas de rizobium, condiciones estas que aseguran mayor rusticidad y capacidad de desenvolvimiento en suelos sin los horizontes superficiales y con características físico-químicas inadecuadas.

Entre las leguminosas, se destacan la *Acacia mangium*, *A. auriculiformis* y *Mimosa caesalpinifolia* como especies de rápido crecimiento, producción de "litter" y rusticidad (FRANCO et al., 1995).

Estudios que indican especies adaptadas a la compactación son de gran importancia en la búsqueda de soluciones, de bajo costo, para la recuperación de áreas consideradas inadecuadas para la agricultura tradicional.

Este trabajo, tuvo como objetivo caracterizar la sensibilidad a la compactación del suelo de siete especies de leguminosas forestales, por medio del crecimiento de la parte aérea y del sistema radicular.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la conducción del experimento, se utilizó una muestra de la camada de 20 a 40 cm de un Latossolo "variación Una (LU), distrófico, A moderado, textura arcillosa del Municipio de Viçosa, MG - Brasil, caracterizado física y químicamente (Cuadro 1). Luego de su secado al aire se procedió al tamizado (4,7 mm).

Cuadro 1. Característica física y química del suelo. Granulometría y algunos parámetros químicos del suelo

A	L	Ar	C	pH	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	P	K ⁺
———— % —————				—————cmol/dm ³ —————				—————mg/dm ³ —————		
38	13	49	0,8	4,5	0,6	0,1	0,0	3,3	0,4	14

* Análisis realizados en laboratorios de Análisis de Suelos - Departamento de Suelos de U.F.V.

La mayor densidad adoptada para el trabajo fue de 1,3 g/cm³, que representa el 80% de la compactación máxima del suelo en uso y la humedad crítica de compactación de 30,7% obtenidos en trabajo anterior por el ensayo de Proctor con el mismo material (DÍAZ, 1994).

Las siete especies de leguminosas forestales utilizadas en el trabajo fueron: *Acacia auriculiformis*, *Acacia holosericea*, *Acacia mangium*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Leucaena leucocephala*, *Mimosa caesalpiniaeifolia* y *Mimosa tenuiflora*, en dos niveles de compactación relativa de suelo. Así, los 14 tratamientos fueron generados a partir de un arreglo factorial de 7x2, los cuales han sido distribuidos en un delineamiento en bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental fue compuesta por una columna de PVC, donde el suelo, compactado en dos anillos superpuestos de 15 cm de altura cada uno y de 14,5 cm de diámetro interno en los niveles de 70 y 80 % de la compactación máxima, recibió, cada uno, tres semillas de las diferentes especies de leguminosas forestales en estudio. Un cilindro central de 5 cm de altura y 7,5 cm de diámetro fue retirado del anillo superior, el cual recibió 100 mg/dm³ de P, en forma de superfosfato simple, para facilitar la germinación e inducir el crecimiento radicular hacia el centro del cilindro, como muestra la figura 1.

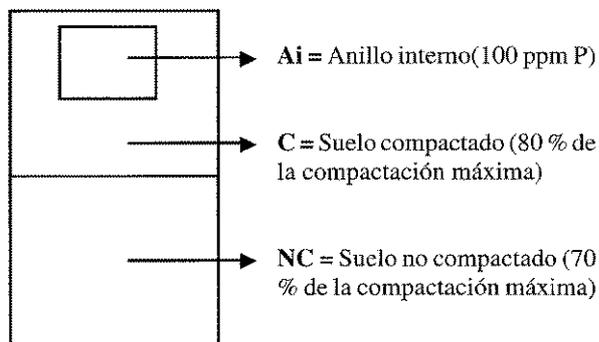


Figura 1. Columna de PVC utilizado en el ensayo con siete leguminosas forestales.

Veinte días después de la germinación, fue realizado el raleo, permaneciendo una planta por unidad experimental. Luego de un periodo de 140 días, en casa de vegetación se procedió a la evaluación final del experimento con la medición de la altura de las plantas, el corte de la parte aérea y del sistema radicular. La materia seca fue obtenida luego de pasar el material vegetal en estufa de circulación forzada de aire a una temperatura de 70° C, hasta mantener un peso constante.

Con los datos de altura de la planta, materia seca de la parte aérea y de la raíz del anillo superior, fueron realizados análisis estadísticos comparando las medias del grupo de tratamientos por la prueba de Scott Knott.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

De las siete especies forestales utilizadas para este ensayo, dos se mostraron sensibles a la presencia de camada compactada (*Mimosa tenuiflora* y *Leucaena leucocephala*), siendo afectadas tanto, en altura como en la materia seca de la parte aérea. En contraste, las demás, no mostraron tal comportamiento (Figuras 2 y 4), fueron tolerantes a la presencia de camadas compactadas. Según VEEM (1982), la reducción del crecimiento es la respuesta más común en suelos compactados. El efecto de la resistencia mecánica sobre el crecimiento radicular depende del balance de fuerzas externas (resistencia del suelo) e internas (presión radicular), observándose restricción al crecimiento con la predominancia de las fuerzas de la resistencia.

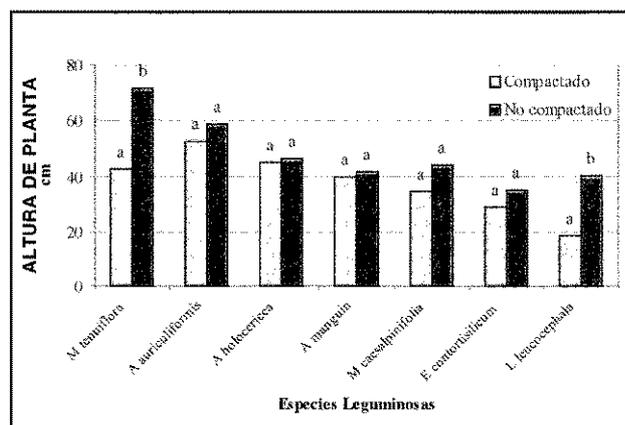


Figura 2. Altura de las siete especies de leguminosas forestales en suelo compactado y no compactado.

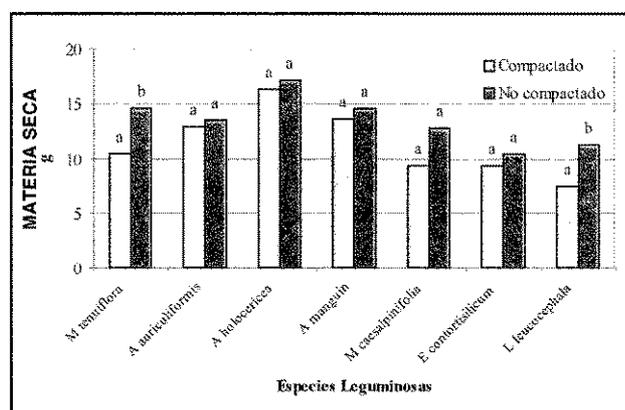


Figura 3. Materia seca de las siete leguminosas forestales en suelo compactado y no compactado.

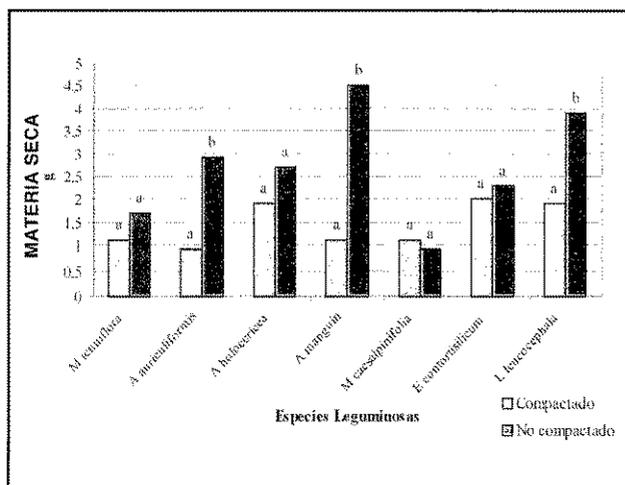


Figura 4. Materia seca de la raíz del anillo superior de la columna de PVC de las siete leguminosas forestales en estudio.

La *Acacia auriculiformis* y la *A. mangium*, mostraron reducción en la materia seca de la raíz en el anillo superior compactado, lo que no se reflejó en pérdidas de producción de la materia seca de la parte aérea. Este comportamiento de las acacias ha sido verificado en condiciones de campo de manera muy clara (Franco et al. 1995), en un ensayo conducido en área compactada de depósito de desecho de lavado de bauxita en Porto Trombetas - Pará-Brasil, concluyeron que la *Acacia mangium* fue, de las 16 especies experimentadas, la que presentó mayor altura y producción de biomasa a los 22 meses (cerca de 10 kg/árbol de peso seco).

Al analizar el sistema radicular de estas plantas, se constató que la *A. mangium* presentó menor crecimiento en profundidad de las raíces, sin embargo con gran crecimiento lateral. Ya para *Leucaena leucocephala*, el menor crecimiento radicular en el mismo anillo también repercutió en menor crecimiento en altura y en menor producción de materia seca en la parte aérea (Figura 2 a 4).

Gran parte de las especies de leguminosas forestales presentan elevada producción de biomasa, con significativo aporte de hojas al suelo, proporcionando así, una rápida formación de "litter", y acelerando en muchos casos, el reciclaje de nutrientes. La *Mimosa caesalpinifolia* (sabiá), puede retornar al suelo 5,8 tn/ha/año en regiones de "caatinga". (Suassuna, 1982) la *Leucaena leucocephala*, 10 tn/ha/año (SANDHU et al., 1990); sin embargo, en este trabajo, la misma especie se mostró sensible a la presencia de capas compactadas, tanto en crecimiento de la parte aérea como del sistema radicular. De esa forma, con el uso adecuado de estas informaciones, las leguminosas forestales fijadoras de nitrógeno atmosférico cuando asociadas a

los hongos micorrízicos, pueden colaborar significativamente para la mejora de las características físicas y de la fertilidad de los suelos degradados, que en la mayoría de las veces, son caracterizadas por la compactación y la falta de vegetación. También, con la utilización de estas especies que son de rápido crecimiento y adaptados a situaciones críticas, además de formar una cobertura vegetal productiva, ellas facilitaron el posterior establecimiento de otras especies vegetales, que posibilitaron condiciones para el retorno de la vida al suelo.

CONCLUSIONES

1. Las especies *Enterolobium contortisiliquum*, *Acacia holosericea*, *Mimosa caesalpinifolia* y *Acacia auriculiformis*, se mostraron tolerantes a la presencia de capas compactadas.
2. Las especies *Leucaena leucocephala* y *Mimosa tenuiflora* presentaron la mayor reducción de materia seca de la parte aérea y de la altura de las plantas, debido al efecto de la compactación.
3. Las especies *Acacia auriculiformis* y *Acacia mangium* mostraron reducción en la materia seca del sistema radicular en el anillo compactado, sin representar reducción en la producción de la biomasa.

LITERATURA CITADA

- BAVER, L.D.; GARDNER, W.H.; GARDNER, W.R. 1973. Física de suelos. México: Hispano Americano. 529 p.
- DIAS Z., M.O. 1994. Efeito da compactação sobre propriedades físicas em três materiais de solo e sobre o crescimento das raízes de soja e caupi. 58 p. Viosa, Brasil. Disertación (Maestría) - Universidad Federal de Viçosa.
- DIAS, L.E.; FRANCO, A.A.; CAMPELLO, E.F.C.; FARIA, S.M. de & SILVA, E.M. 1995. Leguminosas forestales: aspectos relacionados con su nutrición y uso en la recuperación de suelos degradados. In: SIMPOSIO IUFRO PARA CONO SUDAMERICANO, Valdivia, Chile, 1995. Manejo nutritivo de plantaciones forestales. Valdivia, Chile. p. 303-16.
- FRANCO, A.A.; CAMPOS N., D.; CUNHA, C.O.; et al. 1994. Revegetação de solos degradados. In: Workshop sobre recuperação de áreas degradadas, 1, 1990. Itaguaí: UFRRJ / Departamento de Ciências Ambientais. p. 133-57.

- FRANCO, A.A.; CAMPELLO, E.F.C.; DIAS, L.E. & FARIA, S.M. de. 1995. Use of Nodulated and Mycorrhizal Legume Trees for Revegetation of residues from Bauxite Mining. In: International Symposium on Sustainable Agriculture for the Tropics: The Role of Biological Nitrogen Fixation. Angra dos Reis- RJ. Resumos. p. 145 - 153.
- HILLEL, D. 1982. Introduction of Soil Physics, New York: Academy Press. 365 p.
- LAL, L.; GREENLAND, D.J. 1979. The Role of Properties in Maintaining Productivity of Soil in the Tropics. London: J. Willey & Sons. Soil physical properties and crop production in the tropics. p 3-6.
- PROCTOR, R.R. 1933. Fundamental principles of soil compaction. Engen. News Rec., 5: 286-9.
- SANDHU, J.; SINHA, M. & AMBASHT, R.S. 1990. Nitrogen release from decomposing litter of *Leucaena leucocephala* in the dry tropics. Soil Biol. Biochem, 22 (6): 859-863.
- SUASSUNA, J. 1982. Efeitos da associação do Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*. Benth) no comportamento do jacarandá (*Dolbergia nigra* FR. Allem) e da peroba branca (*Tabebuia stenocalyx*. Sprgue & Stapf) na zona da mata de Pernambuco. Recife. 179 p. Disertación (Maestría). Universidad Federal de Pernambuco.
- VEEM, B.W. 1982. The influence of mechanical impedance on the growth of maize roots. Plant and Soil, 66: 101-9.