

# **COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LA EXTRACCIÓN DE MONTE NATIVO: ANÁLISIS DE DENSIDAD APARENTE.**

## **SOIL COMPACTION IN HARVESTING TROPICAL FOREST: BULK DENSITY ANALYSIS.**

**Diego Erbetta<sup>1</sup>**  
**Patricio Mac Donagh<sup>2</sup>**  
**Roberto Fernández<sup>3</sup>**  
**Toma Takeshi<sup>4</sup>**

1. Alumno Ingeniería Forestal. Fac. C. Ftales. UNaM. Misiones. Bertoni 124. [erbettad@facfor.unam.edu.ar](mailto:erbettad@facfor.unam.edu.ar)
2. Fac. C. Ftales. UNaM. Misiones. [mdonagh@facfor.unam.edu.ar](mailto:mdonagh@facfor.unam.edu.ar)
3. INTA, EEA Montecarlo. Fac. C. Ftales. UNaM. Misiones, [rfernandez@ceel.com.ar](mailto:rfernandez@ceel.com.ar)
4. C.I.F.O.R: Forestry And Forest Products Research Institute

### **SUMMARY**

In the Guaraní preservation area 100 ha of forest land have been cut to evaluate harvest impact in natural subtropical forest. Improve harvest (RIL) and Commercial logging(CC). Each plot has 1 hectare. During June and July 1999 the entire area has been harvested. The trees were cut with chainsaw (STHILL 070), and logged with a rubber tire skidder of 10 tons and 140 cv power engine. After harvesting were registered data of bulk density during four years. The conclusion were that for the biggest traffic intensities, biggest the and deeper the soil compaction, approximately 200 mm. The increment of the bulk density reaches a maximum value of 38% being in the intensity 3 at the 50 mm soil depth.

**Key words:** Soil Compaction, Traffic, Harvesting tropical forest.

### **RESUMEN**

En la reserva experimental Guaraní se han conducido ensayos respecto del impacto de dos métodos de aprovechamiento. Cosecha de Impacto Reducido (RIL) y Cosecha Comercial (CC). Cada parcela tenía 1 ha. Durante Junio y Julio de 1999 se realizaron todas las operaciones con maquinaria. El corte fue realizado con motosierra (Sthill 070) y el arrastre y carga con un skidder de 10 Mg de peso total y 140 cv de potencia. Luego de la cosecha se registraron datos de densidad aparente durante cuatro años. Se concluye que cuando se eleva el numero de pasadas se detectan mayores niveles de compactación en las superficies superiores a 200 mm y el tiempo que perduran estas es superior a los cuatro años. El incremento de la Densidad alcanzo un valor máximo de 38 % encontrándose en la Intensidad N°3 a los 50 mm de profundidad.

**Palabras clave:** Durabilidad, compactación, Transito, Cosecha.

## INTRODUCCIÓN

La compactación del suelo es la desaparición en parte del espacio poroso, especialmente de los macroporos. Eso provoca un acercamiento de las partículas sólidas que lo componen. La consecuencia de esto es una menor aireación a nivel de las raíces, por tanto una menor fertilidad por falta de nitrificación, una menor capacidad para retener agua y finalmente una mayor impedancia para el desarrollo de las raíces que muchas veces no pueden atravesar estas capas y reducen los horizontes de suelo explorados. (Jorajuría, 1996.)

Existen diversos parámetros para evaluar el grado de compactación alcanzado por un suelo: la densidad aparente es uno de los principales datos a tener en cuenta existiendo diferentes metodologías para su determinación, siendo las más comunes el muestreo para su posterior procesamiento en laboratorio (Erbach, D.C. 1987)

Greacen y Sands (1980) revisaron las causas y los efectos de la compactación de suelos forestales. Reportan que el arrastre de trozas afecta el suelo de las huellas hasta una profundidad de 300 mm, y el suelo de los caminos de madereo hasta una profundidad de 500 mm.

Raper et al. (1994) asumen que para la compactación inducida por los neumáticos el mayor impacto en el suelo es la transmisión vertical de las fuerzas, en vez de otras direcciones.

Los mismos autores también establecieron compactación por debajo de los 500 mm como resultado de cargas por eje mayores a 10 Mg. Estas pueden permanecer hasta 7 años o más.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el impacto producido en la extracción de madera de monte nativo, evaluar la duración de la compactación en el tiempo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La propiedad donde se llevó a cabo el trabajo pertenece a la Universidad Nacional de Misiones, se denomina Reserva Forestal de Uso Múltiple Guaraní y forma parte de la Reserva de Biosfera YABOTÍ..

Se localiza en la provincia de Misiones, Departamento Guaraní, Municipio El Soberbio, Fracción B, a 43 Km. de la localidad de San Pedro, por la ruta Nacional 14 y Provincial 15.

La reserva se encuentra entre los arroyos Paraíso y Soberbio, al este y oeste respectivamente, limitando con propiedades provinciales al norte y sur, también cubiertas con bosques naturales. Su posición geográfica es de 26 ° 56' de latitud sur y 54° 15' de longitud oeste.

A efectos de evaluar el impacto sobre el suelo se procedió a agrupar las vías de extracción, producidas por las actividades de cosecha, en tres intensidades de tránsito, de acuerdo al número de pasadas que realizó el tractor forestal, resultando en:

- Baja Intensidad de Tránsito: áreas donde las vías de extracción soportaron entre 2 y 6 pasadas.
- Media Intensidad de Tránsito: áreas donde las vías de extracción soportaron entre 8 y 12 pasadas.

- Alta Intensidad de Tránsito: áreas donde las vías de extracción soportaron un número de pasadas superior a 12 (entre 14 y 56).

De acuerdo a la clasificación anteriormente establecida se registraron los datos de Densidad Aparente en los Periodos 2.000, 2.001 y 2003 respectivamente.

Las parcelas donde se aplicaron los tratamientos, las cuales son la 1, C y 16.

En cada parcela central se realizó el tratamiento de Cosecha Comercial (C.C) donde el obrajero (contratista de maquinaria) debe seleccionar los individuos a cortar, y también establecer sus recorridos y planchadas dentro de cada parcela.

Los datos fueron registrados de la siguiente manera.

Densidad Aparente por cilindros en tres rangos de profundidades: 0-50 mm., 50 a 200 mm, y de 200 a 450 mm.

Este parámetro se muestreo en el centro de la huella y terreno no disturbado. A su vez los muestreos se realizaron de acuerdo a la intensidad de Transito.

Las muestras de densidad son llevadas a laboratorio, en las cuales se registran los siguientes datos:

Peso Húmedo, Peso seco, luego de 48 hs de estufa a 108 °C de Temperatura.

Los datos fueron analizados por un test de comparación de medias (test de LSD), bajo un muestreo al azar con muestras apareadas

## RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los resultados de los tres años medidos para las tres intensidades. Se aprecia allí que la compactación perdura al transcurrir un periodo de cuatro años desde la cosecha hasta los 200 mm de profundidad, pero desaparece en los rangos de profundidad superiores. Estas diferencias significativas expresan que en la intensidad de tránsito 1 la compactación sólo alcanzó valores significativos hasta la profundidad de 50 mm, no obstante en las intensidades de tránsito 2 y 3 alcanzaron valores significativos hasta los 200 mm de profundidad.

En los Gráficos 1 y 2, se observa que el incremento de la densidad aparente demuestra una disminución en las profundidades superiores a 200 mm de profundidad con el paso del tiempo. En contraposición, estos gráficos demuestran que los mayores incrementos se dan para la mayor intensidad de tránsito; y en los niveles superficiales de 0 a 50 mm.

Tabla N°1 : Densidad Aparente (Mg/m<sup>3</sup>) Test LSD 5%. Valores en negrita expresan diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ )

Año	Intensidad de transito	0 - 50 mm		50 - 200 mm		200 - 450 mm	
		Testigo	Vía de Sacar	Testigo	Vía de Sacar	Testigo	Vía de Sacar
2000	1	0,90 (0,12)	<b>1,23 (0,13)</b>	1,18 (0,06)	1,28 (0,07)	1,25 (0,07)	1,27 (0,04)
	2	0,97 (0,11)	<b>1,28 (0,07)</b>	1,16 (0,07)	<b>1,35 (0,06)</b>	1,24 (0,07)	1,24 (0,08)
	3	0,99 (0,06)	<b>1,37 (0,08)</b>	1,19 (0,08)	<b>1,38 (0,07)</b>	1,24 (0,05)	1,26 (0,06)
2001	1	0,91 (0,08)	<b>1,20 (0,18)</b>	1,07 (0,06)	<b>1,20 (0,14)</b>	1,18 (0,12)	1,19 (0,11)
	2	0,91 (0,09)	<b>1,18 (0,16)</b>	1,06 (0,12)	<b>1,33 (0,09)</b>	1,13 (0,13)	1,20 (0,08)
	3	0,91 (0,13)	<b>1,17 (0,11)</b>	1,08 (0,12)	<b>1,28 (0,14)</b>	1,12 (0,10)	1,14 (0,09)
2003	1	0,78 (0,12)	<b>1,01 (0,17)</b>	1,07 (0,13)	1,18 (0,20)	1,16 (0,16)	1,13 (0,13)
	2	0,88 (0,15)	<b>1,06 (0,11)</b>	1,08 (0,10)	<b>1,38 (0,10)</b>	1,13 (0,13)	1,21 (0,15)
	3	0,79 (0,10)	<b>1,06 (0,17)</b>	1,11 (0,13)	<b>1,31 (0,08)</b>	1,14 (0,14)	1,19 (0,12)

Referencias: 1: 1 - 6 Pasadas de Tractor y Carga, 2: 8-12 Pasadas de Tractor y Carga, 3: mas de 12 Pasadas de Tractor y Carga. Valores entre paréntesis significan el valor del Desvío estándar

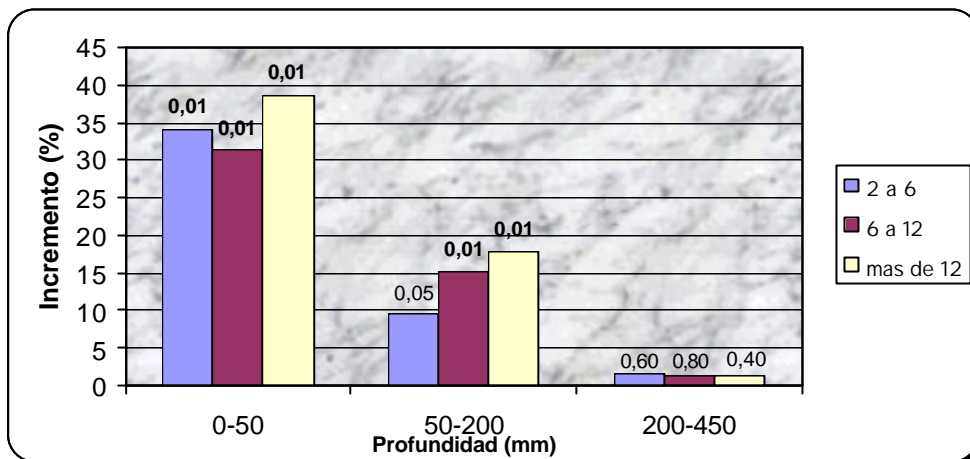


Grafico N°1 Incremento Porcentual de la Densidad Aparente en el año 2000  
Figure N°1 Percentual Increment of the Apparent Density in the year 2000

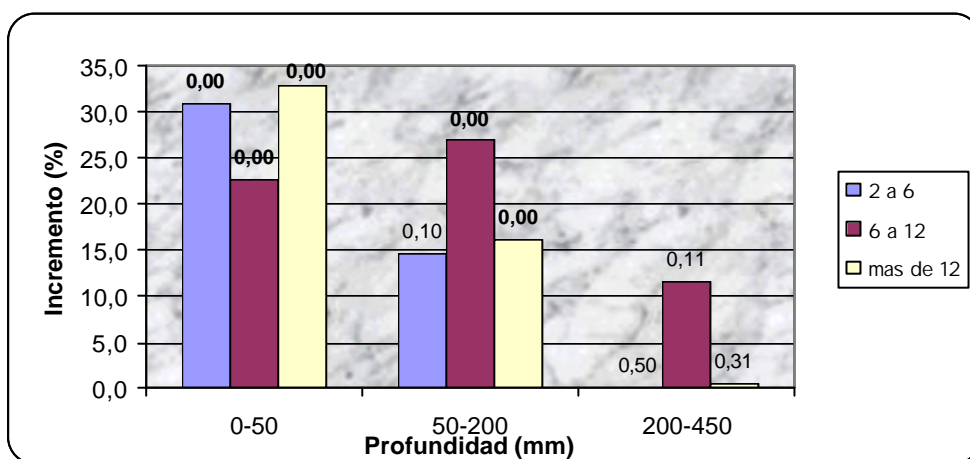


Grafico N°2 Incremento Porcentual de la Densidad Aparente en el año 2003  
Figure N°2 Percentual Increment of the Apparent Density in the year 2003

## CONCLUSIÓN

Las intensidades estudiadas demostraron ser causantes de la compactación en todo el perfil del suelo correspondiente a los rangos de profundidades desde 0 a 200 mm.

A mayores intensidades de tránsito la compactación persiste por más tiempo, contrariamente se puede inferir que con menores intensidades dicha compactación manifiesta una tendencia a disminuir en el tiempo.

## **AGRADECIMIENTO**

Este proyecto está parcialmente financiado por CIFOR- Japan Research Project: Rehabilitation of Degraded Tropical Forest. Se les agradece a los alumnos de Ingeniería Forestal que participaron en las actividades de campo. Fosco, I; Juarez, G;Gonzalez, J.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**ERBACH, DC.** 1987. *Measurement of soil bulk density y moisture*. Review. Trans.of ASAE Vol 30 (4)pp 922-931.

**GRACEN E L AND SANDS** 1980. *Compaction of forest soils*. A review Aust. Journal of Soil Research, 18: 163 - 189

**JORAJURIA, D.** 1996. *El trafico vehicular, la compactación y la sostenibilidad en la producción de madera*. Actas del primer Seminario de Actualización en temas de Cosecha y Transporte forestal, Eldorado 21 y 22 de noviembre, Misiones - Argentina.

**RAPER R L ; JHONSON C E AND BAILEY A C** 1994. *Coupling normal and shearing stresses to use in finite element análisis of soils compaction*. Transactions of the ASAE, 37 (5): 1417-1422