

# **COMPACTACIÓN DEL SUELO Y NOGAL PECANERO**

## **(*CARYA ILLINOENSIS* KOCH)**

Guillermo González Cervantes<sup>1</sup>

Rubén López Cervantes<sup>2</sup>

Javier Silveira Medina<sup>2</sup>

Ángel Lagarda Murrieta<sup>3</sup>

1. CENID - RASPA - INIFAP

2. Departamento de Suelos. UAAAN

3. INIFAP Zona Norte-Cent

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la compactación o resistencia a la penetración del suelo en una huerta de nogal pecanero, con un manejo del suelo constante, por 40 años. Se seleccionó la descripción de las características morfológicas, realizada en tres pozos para detectar las capas compactas y su comportamiento en el subsuelo. Además se realizó la medición numérica de estas capas con el penetrómetro estático y su relación con la densidad aparente y la infiltración del agua en el suelo, y el efecto que causan a la raíz del árbol. En general, se delimitaron dos capas compactas en diferentes profundidades, que ocasionan medios ambientes diferentes en perjuicio del crecimiento y desarrollo radical y la flora microbiana del suelo.

**Palabras clave:** Penetrómetro, compactación, resistencia a la penetración

## ABSTRACT

Soil Compaction in the orchard pecan (*Carya illinoensis* Koch). The objective of this assay was to evaluate the soil compaction or the resistance to the penetration, in a pecan orchard with a constant soil management for 40 years. The description of the morphology feature was made in three holes to identify the compact layers and their behavior in the subsoil. Besides the numerical measurement of this layers with the static penetrometer and their relation with the apparent density, and the water infiltration in the soil, and the origin of and effect on the tree's roots was performed. Generally speaking, two compact layers were

delimited at different depths that cause dissimilar surroundings in detriment of radical development and of the soil's microbial flora.

**Key words:** Penetrometer, compression, resistance to penetration

## INTRODUCCIÓN

El estudio de la compactación del suelo empezó con un incremento significativo, como una agricultura más mecanizada en el año de 1950, en ese tiempo se consideró como un fenómeno complejo por la relación causa-efecto al aplicar una carga o presión sobre la masa del suelo. En los años 70, fue considerada como un problema, y en los 80, se reconoció la necesidad de distinguir el papel de la compactación como un indicador de probables cambios en las propiedades físicas del suelo (Schafer *et al.*, 1992) en las huertas de nogal pecanero. En el ámbito nacional, se estima que el 80 % de los suelos de México se encuentran afectados por diferentes grados de erosión y compactación inducida; y la causa principal de esta degradación física, es el manejo incorrecto al que ha estado sujeto el recurso suelo (Fregoso *et al.*, 1991). De esta manera su importancia resalta para evitar el deterioro físico del suelo, y mejorar la producción de la almendra.

Por estas razones se realizó esta investigación con los siguientes objetivos:

- 1) Determinar los valores máximos de la compactación o resistencia a la penetración existentes en el suelo, con un manejo constante durante 40 años.
- 2) Evaluar la compactación en función a la densidad aparente y velocidad de infiltración.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Descripción del Área de Estudio**

El presente proyecto se realizó en una pequeña propiedad de nombre, Tierra Blanca, Mpio. de Matamoros, Coah. Geográficamente se localiza entre las coordenadas 25°25'15" de latitud norte, y 103°19'17" de longitud oeste del meridiano de Greenwich; con una altitud media de 1355 msnm, con una temperatura máxima anual de 28.2°C, y una mínima anual 11.9°C; con un fotoperíodo promedio anual 12.00 h; una insolación promedio de 8.63 h y una precipitación pluvial de 237.4 mm (Villa, 1992).

### **Metodología**

Para evaluar la compactación o resistencia a la penetración del suelo, se estudió una huerta de nogal pecanero, de 50 años de edad aproximadamente, con 2 250 árboles en producción; en el trayecto de este tiempo se incrementó la superficie de plantación, y tráfico de maquinaria agrícola, vehículos de carga utilizados para el manejo superficial del suelo, cultivo y cosecha.

Al evaluar las condiciones, se optó por la utilización de un muestro descriptivo a nivel detallado del suelo, con el apoyo de sondeos (barrenajes) y pozosdafológicos, con la finalidad de conocer las condiciones internas del mismo, fluctuación, espesor y cantidad de horizontes o capas compactadas, material mineral presente, y cuantificar raicillas menores de 6 mm de diámetro.

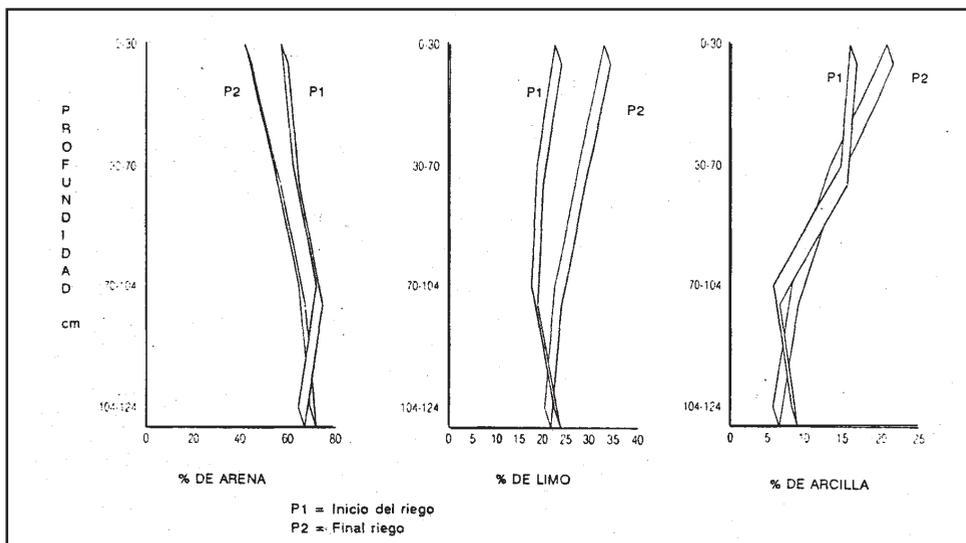
Además, se muestrearon 9 sitios, formando una cuadrícula equidistante entre sitios; esta cuadrícula, equivale en superficie, a una hectárea de terreno, es importante mencionar, que un sitio de muestreo, equivale a un árbol, y para cada árbol se realizaron muestreos a tres diferentes distancias (1, 2 y 3 m) alejados del tallo del árbol, hasta una profundidad de 60 cm, para cada distancia. Los muestreos fueron: compactación o resistencia a la penetración del suelo con el penetrómetro estático; densidad aparente con el extractor de núcleos de volumen conocido; la infiltración del agua con el método del doble cilindro.

Se obtuvieron muestras de suelo de los pozos edafológicos, para su análisis físico y químico en laboratorio.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los suelos aquí muestreados tienen una topografía plana, menor a 2 % de pendiente, fisiográficamente localizados en el Valle de la Laguna, son suelos profundos mayores de 2 m, debido al constante acarreo y depositación de partículas minerales por transporte hídrico y eólico a través del tiempo.

El tipo de estructura encontrada en estos suelos, es laminar definida, con una consistencia en seco muy dura y en húmedo muy friable, causada por las prácticas intensivas de laboreo (rastra), bajos contenidos de materia orgánica (1.6 - 0.11 %), compuestos químicos del suelo ( $\text{CO}_3$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ) y franjas de partículas minerales de limo, coincidiendo con lo reportado por Tavera (1988). Con referencia a la textura (Figura 1)



**Figura 1. Comportamiento de las partículas minerales (arena, limo, arcilla) del suelo en función de la profundidad.**

del suelo y partículas minerales (arena, limo, arcilla), se encontró que el por ciento de arena se incrementó de 44 a un 72 % y la arcilla disminuyó de 21.4 a 6.6 %, en una profundidad de 0-124 cm el limo permanece estable 34-22 % a lo largo del perfil, predominando un tipo de textura arenosa a suelo ligero, que por regla general, este tipo de suelos presentan baja retención de humedad y una elevada permeabilidad; sin embargo, en la zona de mayor cantidad de limo (34 %) localizada al final del riego, la permeabilidad es baja, y la velocidad de difusión de oxígeno, se reduce, debido a la lenta infiltración y encharcamiento del agua en esta zona, de acuerdo a lo reportado por Gavande (1979) y Castellanos (1985). La textura es una característica física importante para pronosticar la infiltración, el drenaje, manejo de las técnicas de labranza, que es el principal factor de la degradación física y compactación inducida. En común acuerdo con Fregoso *et al*. (1991).

En la profundidad de 25-40 cm, y 95-120 cm, se localizaron dos franjas de acumulación y depositación de partículas de limo, con un espesor de 10-15 cm, consecuencia de los procesos de formación del suelo (Figura 2), además, el peso constante de maquinaria agrícola sobre el suelo, origina un acomodo de estas partículas, principalmente en la zona de 25-45 cm de profundidad; esto reduce la porosidad, incrementando la densidad aparente y resistencia en la penetración.

La densidad aparente varía con respecto a la profundidad del suelo (Figura 3), y los valores máximos reportados son: 1.594 gr/cc a una profundidad de 21-31 cm, y 1.596 gr/cc a una profundidad de 106-120 cm, estos valores indican alteraciones en la velocidad de infiltración, transporte y difusión de oxígeno y área de exploración de la raíz;

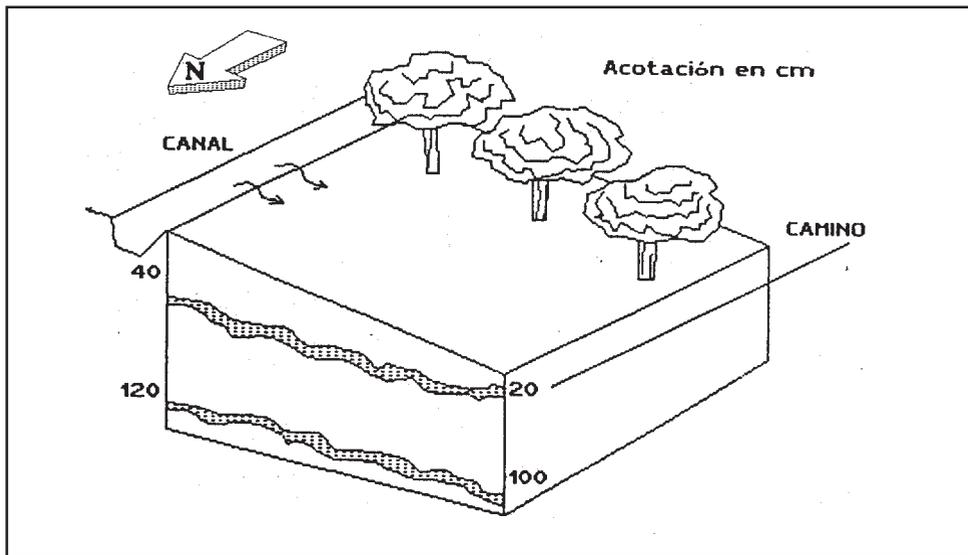
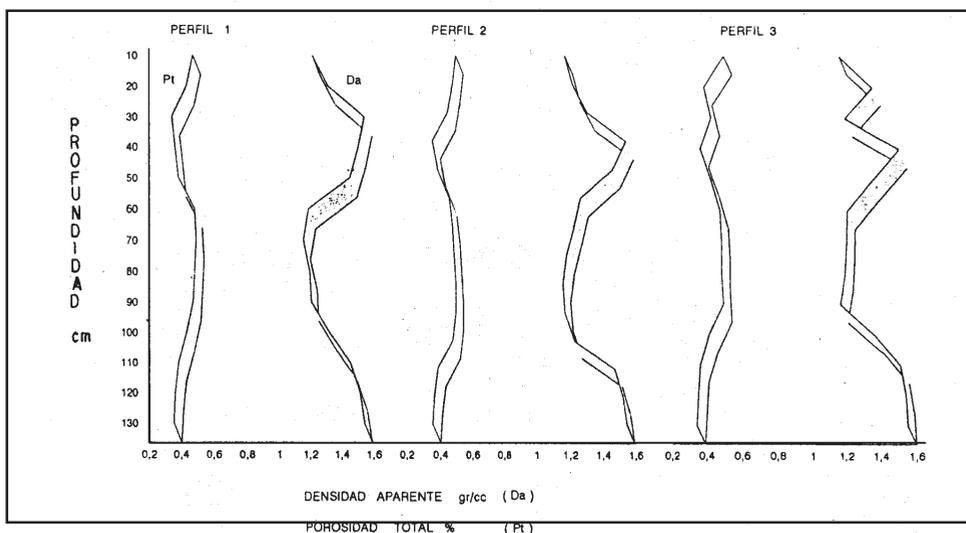


Figura 2. Fluctuación de las franjas de limo en el suelo por procesos de formación.

además, estos valores son muy cercanos a los reportados por Forysthe (1975), de 1.7 gr/cc que son limitantes para el crecimiento de raíz en este tipo de suelo.

Con un valor mínimo de porosidad total de 39.9 y 39.7 %, respectivamente (Figura 3), que se interpretan como una zona de transición, e indica áreas con deficiencia de aireación del suelo. Después de aplicado el riego, existe un encharcamiento de agua que

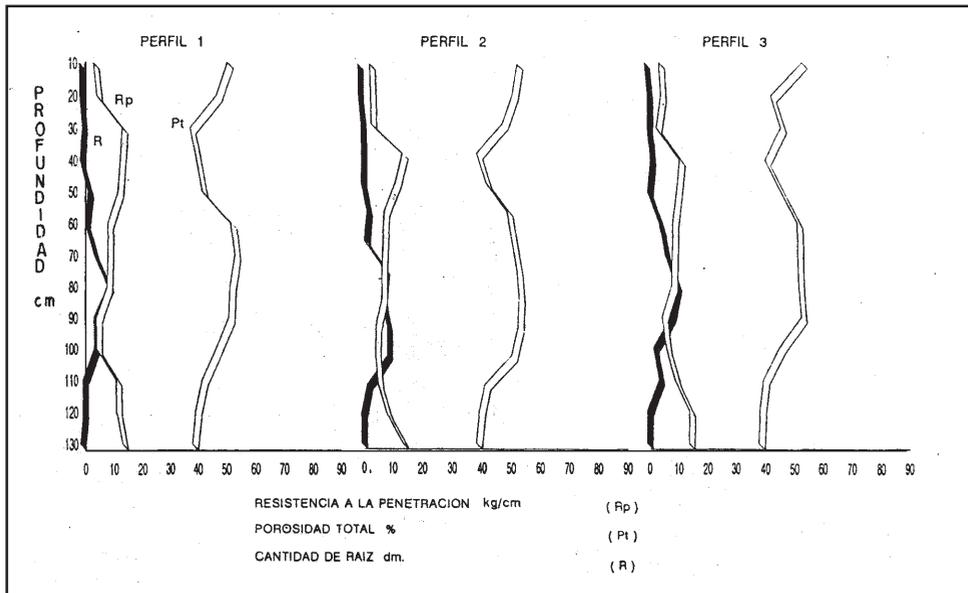


**Figura 3. Relación de la densidad aparente y porosidad total encontrada en los 3 pozos muestreados.**

provoca un aporte deficiente de oxígeno, que limita el desarrollo de las plantas y calidad del fruto, de acuerdo con Chapman (1993). Porque del 100 % de producción de nuez de la huerta (90-130 ton/50 ha) el 50 % es de buena calidad y el resto se comercializa

como segunda, más otro factor de manejo que intervenga.

La compactación o resistencia a la penetración (Figura 4), donde se pueden observar dos valores máximos; el primero de  $14.5 \text{ kg/cm}^2$ , a una profundidad de 20-40 cm, comúnmente llamado piso de arado, consecuencia de los procesos evolutivos, y de  $15.5 \text{ kg/cm}^2$  a una profundidad de 95 - 120 cm, explicado por la formación de un



**Figure 4. Resistencia a la penetración del suelo, porosidad total y cantidad de raíz de nogal en función de la profundidad del suelo.**

duripan o fragipan, debido a los procesos de formación *in situ* del suelo. Estos valores son muy cercanos a los reportados por Grime *et al.* (1982), de  $16.3 \text{ kg/cm}^2$  que fueron suficientes para disminuir la raíz en un 50 %, de  $18-20 \text{ kg/cm}^2$  considerados limitantes en

el crecimiento de raíz en el cultivo del manzano.

Esto indica que la cantidad de raíz (Figura 4) presente en el suelo, está en función de la resistencia a la penetración o compactación, densidad aparente y porosidad total del suelo, debido a la formación de ambientes diferentes donde se presentan y coinciden los valores máximos de estas características y se reduce la cantidad de raíz presente en el suelo. Estos procesos y alteraciones físicos, independientemente de su origen evolutivo a de su formación, además de otros procesos químicos, biológicos y fisiológicos, influyen en forma negativa en el transporte de agua, difusión de gases y limitan el espacio de exploración radical y por consecuencia, la raíz sufre de estrés lo que origina un debilitamiento en el crecimiento y desarrollo radical, lo cual la hace más susceptible al ataque de enfermedades y plagas del suelo.

## **CONCLUSIONES**

La utilización del penetrómetro estático, como herramienta principal en la detección de capas compactas presentes en el suelo, es una metodología de uso rápido y práctico, además la resistencia a la penetración del suelo, es una determinación más simple para expresar los efectos sobre la condición a desarrollo radical e indicador de la densidad aparente, e infiltración del agua existente en el suelo, por la relación estrecha y directa que existe entre ellos.

Se localizaron dos capas compactadas en dos profundidades, 25-40 cm, esta área de compactación se mueve hacia la superficie del suelo en la zona de mayor operación

de labranza y en dirección a la pendiente del riego. Los bajos contenidos de materia orgánica y el tráfico de maquinaria destruyen la estructura del suelo, generando un hábitat deficiente para el desarrollo y crecimiento de la raíz.

En la profundidad de 100-120 cm se localiza la segunda capa compacta y es consecuencia de los procesos de formación del suelo (*in situ*) y particularmente denominada fragipan a duripan.

Es posible reducir y corregir el incremento de la resistencia a la penetración, densidad aparente y mejorar la porosidad total del suelo, provocado por la labranza. Con la incorporación de abonos orgánicos, se generarán cambios sustanciales a largo plazo en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, y la realización de prácticas mecánicas (subsolea), es posible romper la capa compacta y favorecer la infiltración y difusión de gases, lo cual se acentúa en 2.5 m distantes del árbol y una profundidad de 20-30 cm.

## **LITERATURA CITADA**

Castellanos, R. J. 1985. El medio ambiente físico del suelo y su modificación mediante la aplicación de materia orgánica. Serie Temas Didácticos. SOMCS. Publicación Num. 2 30 p.

Chapman D. Storey B. y Sistrunk L. 1~93. Aireación del suelo y labores de la labranza mínima en huertas nogaleras, XII Conferencias Internacionales sobre el cultivo del nogal. San Carlos Guaymas Sonora, - México.

Forysthe W. 1975. Física de suelos. Instituto, Interamericano de ciencias agrícolas. Manual

de laboratorio. San José Costa Rica. 84-91 pp.

Fregoso T., Tovar J, Lutkova K. y Mendoza O. E. 1991. Eficiencia energética y agronómica de sistemas de labranza, su relación con el agua edáfica y respuesta del maíz bajo dos técnicas de captación de agua. SOMCS. XXIV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Pachuca Hidalgo, México. 33 p.

Gavande S.A. 1979. Física de suelos. Principios aplicaciones. Ed. Limusa. México. 208-210 p.

Grime D. W., Wiley L.P and A. B. Carlton. 1982. Plum Root growth in a variable. strengthfield soil. Amer. Soc.Hunt. Sci 107(6): 990—992 p.

Tavera G. G. 1988. Consistencia y estructura del suelo. Serie temas didácticos. SOMCS. Publicación Num. 10. 3-10 p.

Schafer, R.L., C. E. Johnson, A. J. Koolen, S.C. Gupta, R. Horn. (1992). Future Research Needs in Soil Compaction. Power and Machinery Div. of ASAE 35 (6) 1761-1768.

Villa C., M. 1992. Aplicación de la información climática en la producción agrícola. Memorias UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. México. 153-157 p.