



Forestá Veracruzana

ISSN: 1405-7247

l.mendizabal@uv.mx

Recursos Genéticos Forestales

México

Arres Morales, Claudia; Márquez Ramírez, Juan; Ramírez-García, Elba  
ALGUNAS MODIFICACIONES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO AL ESTABLECER UNA  
PLANTACIÓN DE *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* D.K. Bailey  
Forestá Veracruzana, vol. 14, núm. 1, marzo-agosto, 2012, pp. 29-34  
Recursos Genéticos Forestales  
Xalapa, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49724122005>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## ALGUNAS MODIFICACIONES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO AL ESTABLECER UNA PLANTACIÓN DE *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* D.K. Bailey

### Some physical and chemical changes in soil to establish a *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* D.K. Bailey plantation

**Claudia Arres Morales<sup>1</sup>, Juan Márquez Ramírez<sup>2</sup> y Elba Ramírez-García<sup>2</sup>**

#### **Resumen**

Con el objetivo de conocer los cambios en algunas propiedades del suelo a 18 años de establecida una plantación de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* D.K. Bailey en un sitio de uso agrícola en el Ejido Los Molinos, Mpio. de Perote, Veracruz y su efecto en la retención de agua y la capacidad de intercambio catiónico, se realizaron análisis del suelo en el sitio, previamente a la plantación (1992) y en 2011; los resultados muestran que existe un aumento de 0.55 % de materia orgánica en los 18 años de establecida la plantación, un dato con un valor inestimable, ya que hoy en día aun no existe un mecanismo o algún sistema que aporte este tipo de beneficio al hombre; el pH disminuyó de 6.66 a 6.1, en contraste, el Na, K, Punto de Marchitamiento Permanente, Agua Aprovechable y Capacidad de Campo aumentaron sus valores en diferentes proporciones, por lo que se deben equilibrar los espacios agrícolas con los forestales para disminuir la dependencia de suministros artificiales de fertilización.

**Palabras clave:** *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*, plantación, retención de agua, capacidad de intercambio catiónico

#### **Abstract**

In order to know the changes in soil properties to 18 years established a *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* D.K. Bailey on a site for agricultural use in the Ejido Los Molinos, Municipality. Perote, Veracruz and its effect on water retention and cation exchange capacity, soil analyzes were performed on the site prior to planting (1992) and in 2011, the results show that there is an increase of 0.55% organic matter in the 18 years of established planting, one with invaluable data, as even today there is no mechanism or a system that provides this type of benefit to man, the pH decreased from 6.66 to 6.1, contrast, the Na, K, PMP, AA and CC increased their values in different proportions, we must balance the farmland to the forest to reduce the dependence of artificial fertilizer supplies.

**Key words:** *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*, plantation, water retention, cation exchange capacity.

#### **Introducción**

El suelo lleva a cabo funciones ecológicas de vital importancia como absorber, retener y suministrar agua para la vegetación o cultivos que sustenta (Domingo 2006), a tal punto que puede limitar la presencia y productividad de especies forestales en condiciones climáticas similares (González-Rebollar 1999), por lo que la información sobre las propiedades hídricas del suelo son fundamentales en la determinación de la calidad del sitio forestal (Spurr y Barnes, 1982).

La materia orgánica y la textura del suelo (proporción de partículas finas) son determinantes en sus propiedades físicas y químicas y, consecuentemente, en la fertilidad y capacidad de

retención de agua debido a la descompensación de cargas eléctricas presentes en la arcilla y humus (Farrús y Vadell, 2002).

Los bosques en el estado de Veracruz constituyen un recurso de gran valor e importancia para sus habitantes, no solo en el aspecto económico y material por los productos que de ellos se obtienen, sino también por los grandes beneficios esenciales que nos brindan tales como la función en el ciclo del agua y generación de mantos acuíferos, conservación del suelo y, aun más, por su papel como ecosistemas definidos (Vázquez y Zulueta, 1994), sin embargo, la destrucción de la cubierta vegetal ha sido dramática, ya para 1979 quedaba 20% de la superficie estatal cubierta por selva y sólo 5% por

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad Veracruzana. Correo electrónico: joey\_1502@hotmail.com

<sup>2</sup> Académicos del C. A. Recursos Genéticos Forestales de la Universidad Veracruzana. Parque El Haya s/n. Apartado Postal 59, Xalapa, Veracruz. Correo electrónico: jumarquez@uv.mx

bosques templados, se ha estimado que el 75% de la superficie del estado presenta problemas de erosión y se menciona que las zonas con mayores problemas de este tipo, son las del Cofre y Valle de Perote y Sierras de Orizaba (Flores-Villela y Gerez, 1988), esto facilita la erosión de los suelos que es uno de los factores limitantes más serios que enfrenta la agricultura, además de influir en la pérdida de biodiversidad y deterioro de los ecosistemas naturales (Ordaz y Sánchez, 1999).

El objetivo de este trabajo fue conocer los cambios en algunas propiedades del suelo a 18 años de establecida una plantación de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* D.K. Bailey en un sitio de uso agrícola en el Ejido Los Molinos, Mpio. de Perote, Ver. y su efecto en la retención de agua y la capacidad de intercambio catiónico.

## Material y métodos

En el sitio denominado Las Tepezileras, del ejido Los Molinos, Perote, Veracruz. Se estableció en octubre de 1992 una plantación, en la cual se llevó a cabo una evaluación sobre la respuesta de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* D.K. Bailey y *Pinus eldarica* Medw., bajo diferentes técnicas de vivero, cuyo objetivo principal fue la conservación y regeneración del área (Pozos, 1994; Alba, 1996).

El sitio Los Molinos se localiza geográficamente en las coordenadas 19° 35' 25" N y 97° 11' 55" O la altitud varía entre 2 440 y 2 560 msnm, en las estribaciones del Valle de Perote, al noroeste del Volcán Cofre de Perote (INEGI, 1998). El clima puede clasificarse como: C(w2)x' templado, temperatura media anual entre 12 y 18 °C, temperatura del mes más frío entre -3 y 18 °C y temperatura del mes más caliente abajo de 22 °C, subhúmedo, precipitación anual de 200 a 1 800 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual (CONABIO, 2007).

Aunque actualmente el sitio es una zona agrícola y de explotación de tepezil, la vegetación predominante en el área es bosque de pino-encino, dominando *Pinus oaxacana* y *Pinus teocote*, ocasionalmente se puede encontrar *Pinus montezumae*; dentro de las latifoliadas se encuentran principalmente *Quercus crassifolia* (encino) y *Arbutus xalapensis* (madroño) (Márquez, 2007).

Previamente al establecimiento de la prueba, se tomaron tres muestras del suelo del sitio, que tenía uso agrícola hasta ese momento, las muestras fueron mezcladas para su análisis (Pozos, 1994); en 2011 se realizó una evaluación del ensayo que incluyó una revisión de la influencia del arbolado en el suelo (Arres, 2011).

Debido a que los suelos forestales no siempre son uniformes en su composición, la determinación de la toma de muestra debe abarcar el perfil del suelo a la profundidad de penetración de las raíces probable; por esta razón las muestras de suelo se tomaron de 60 cm de profundidad. Se realizaron nueve pozos utilizando pala y pico a la profundidad deseada y cortando una porción de aproximadamente 1.5 cm de la pared del pozo retirando la mayor parte de la muestra. Se transfirió aproximadamente 100 – 200 g de suelo en la bolsa de plástico. Una vez que se terminó la toma de muestras, se mezclaron todas juntas para la obtención de una mezcla de suelo homogéneo. Se tomó 1 Kg de esta mezcla, ésta se dejó secar al aire y se tamizó la muestra de suelo con un tamiz de 2 mm. Posteriormente se envió al laboratorio de análisis (Arres, 2011).

Los análisis realizados fueron: Capacidad de Campo (CC), Punto de Marchitamiento Permanente (PMP), Agua Aprovechable (AA) y Espacios Vacíos (EV), utilizando las fórmulas tomadas de Cisneros (2003):

$$\text{CC} = (\% \text{ arc.} \times 0.555) + (\% \text{ arena} \times 0.027) + (\% \text{ limo} \times 0.186)$$

$$\text{PMP} = \text{CC} / 1.84$$

$$\text{AA} = \text{CC} - \text{PMP}$$

$$\text{EV} = 1 - (\text{Da} / 2.65) 100$$

Las propiedades químicas analizadas fueron: % de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black; pH potensiometricamente en la suspensión sobrenadante de una mezcla de relación suelo: agua 1:2; y el Sodio (Na) y potasio (K) por medio de cationes intercambiables en acetato de amonio, pH 7.

## Resultados y discusión

### Análisis fisicoquímicos de suelo, Octubre de 1992.

Muestra: en tres repeticiones tomadas a profundidad de 40 cm.

Materia orgánica: 0.430

Reacción pH: 6.6

Cmol/Kg Sodio: 0.10; potasio: 0.37

### Análisis fisicoquímicos de suelo, Julio de 2011.

Muestra: en nueve repeticiones tomadas a profundidad de 60 cm.

Materia orgánica: 0.98

Reacción pH: 6.1

Cmol/Kg Sodio: 0.15; potasio: 1.21

Como se puede apreciar en la tabla 1, el porcentaje de materia orgánica aumentó

considerablemente con respecto a datos obtenidos al inicio de la plantación, 0.55%, lo que indica que durante el tiempo de establecida la plantación ésta se benefició de un aporte considerable de hojarasca, que se incorporan al suelo, lo cual contribuye al crecimiento de las plantas a través de sus efectos sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Promoviendo una buena estructura, mejorando la aireación y la retención de humedad (Sepúlveda *et al.*, 2010).

El tipo de residuos es muy importante en la velocidad de humificación, y su disposición (sobre el suelo o dentro del mismo) lo que implica que algunos residuos se descompongan rápidamente y otros lleven años como el mantillo de pino.

El humus usualmente incrementa habilidad del suelo en resistir la erosión, ya sea al permitir una mayor retención de agua o a través del efecto de promover la granulación y así mantener grandes poros por los cuales el agua puede entrar y percolar en profundidad. En un suelo bien estructurado las partículas individuales no son fácilmente transportadas por el agua superficial en movimiento (Silva, 1999).

**Tabla 1.** Características físicas-químicas del sitio experimental. Comparación de resultados.

CLAVE	M.O %	pH 1:2 H <sub>2</sub> O	K cmol/Kg	Na cmol/Kg	CC	PMP	AGUA APROV.
1992	0.430	6.66	0.37	0.10	14.022	7.620	6.402
2012	0.980	6.10	1.21	1.15	14.646	7.950	6.687

Con respecto al pH se puede notar que existe acidificación en una diferencia de 0.5 lo cual se puede deducir que se debe a que la materia orgánica tiene un efecto acidificante en el suelo. En general se sabe que el horizonte A, por su contenido de materia orgánica, es más ácido que el horizonte B (Zapata, 2006).

Otro mecanismo que inciden en la disminución de pH es la actividad radicular, en la absorción de nutrientes, todas las plantas sin excepción, extraen del suelo cationes básicos (Ca++, K+, Mg++) para emplearlos en la producción de biomasa.

Durante el proceso de absorción de estos nutrientes (interface raíz/suelo) el balance de cargas al interior de la raíz debe mantenerse, de

modo que cuando se absorben Ca++, K+ y/o Mg++, se liberaran a la solución del suelo H+ para restablecer, al interior de la raíz, el balance eléctrico (Bohn *et al.*, 1995).

Los H+ liberados entran en solución del suelo incrementando su concentración y aumentando la acidez. Sin embargo el valor actual, poniéndolo en la escala de pH no se considera un valor desfavorable encontrándose en una evaluación de ligeramente ácido, teniendo un efecto favorable con una máxima disponibilidad de nutrientes (Campillo y Sadzawka, 2008).

Los mecanismos antes descritos actúan simultáneamente, transformando paulatinamente el ambiente químico del suelo, alcanzando con el tiempo un estado de equilibrio dinámico en donde

el pH se estabiliza dentro de ciertos límites de acidez. Los límites varían con el material parental, el tipo de suelo, el clima y la cantidad de lluvias (Urrego, 2003).

Al existir un aumento en la capacidad de campo (CC), nos hace referencia a una mayor retención del agua por parte del suelo.

Hay un aumento en el punto de marchitamiento permanente (PMP), lo que nos indica que el valor de humedad del suelo a la cual la planta se marchita y muere se prolonga, ocasionando un mayor intervalo con una mayor sobrevivencia de nuestra planta a factores de estrés hídrico.

De acuerdo a los valores obtenidos de agua aprovechable existe un aumento de éste en comparación con datos anteriores, lo cual significa ser un dato bastante favorecedor debido a que hay mayor cantidad de agua disponible para la planta.

En los espacios vacíos se obtuvo un dato bastante favorecedor con un 60%, indicando que se trata de un suelo arenoso favoreciendo considerablemente a la textura del mismo.

De acuerdo a (Pajares *et al.*, 2010) al existir aumento del carbono orgánico, también existirá un aumento en los valores de la biomasa microbiana y respiración del suelo, tal aumento existió ya que hubo un aumento en el aporte de hojarasca y consecuentemente la humificación de los restos orgánicos (Etchevers *et al.*, 1992; Álvarez *et al.*, 2000).

Pajares *et al.* (2009) mencionan que la reducida capacidad de almacenamiento hídrico y ausencia de cubierta vegetal (que contribuye a aumentar la erosión) causan menores contenidos de materia orgánica en el suelo y con ello, una disminución en la biomasa y actividad microbiana edáfica, lo que resalta la importancia del manejo adecuado de los suelos. Actualmente, el contenido de carbono orgánico del suelo (COS) es un indicador de sustentabilidad, ya que con la captura de carbono en el suelo se mitiga el calentamiento global al disminuir la concentración de gases con efecto invernadero (Lal, 2004).

En México se carece de información sobre contenidos óptimos de COS en bosques templados, aunque conocerlos es importante para poder diseñar estrategias de uso y manejos adecuados del suelo forestal, generalmente someros y vulnerables.

Cruz *et al.* (2011) en su estudio sobre contenidos de carbono orgánico de suelos someros en pinares y abetales de áreas protegidas de México encontraron que la acidificación de la materia orgánica en primera instancia debe atribuirse a la materia orgánica del suelo porque en todos ellos su contenido es alto, situación que se observa también en este trabajo.

Lozano *et al.* (2010), realizaron una evaluación sobre el cambio de las propiedades físicas del suelo típico de una sabana por el uso de cultivos de cobertura y encontraron que existieron diferencias significativas en las propiedades físicas evaluadas atribuibles al cultivo de cobertura lo que nos demuestra que este se asocia a mejores condiciones físicas del suelo.

Así trabajos realizados en Estados Unidos por Blue (1979) en suelos te textura livianas y acidas, demostraron que luego de 25 años, la inclusión de leguminosas en el tapiz duplicaban el nivel de materia orgánica.

En California, se realizó un estudio en donde se encontró que una capa de acículas de pino de 0.8 cm de espesor prácticamente detuvo el escorrimiento superficial en terrenos de pendiente (Rowe, 1955), lo que significa que hay un control eficaz de los procesos erosivos, que se ve reforzado por la acción agregante de las raíces.

## Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos, existe un aumento de 0.55 % de materia orgánica en los 18 años de establecida la plantación, un dato con un valor inestimable, ya que hoy en día aun no existe un mecanismo o algún sistema que aporte este tipo de beneficio al hombre; el pH disminuyó de 6.66 a 6.1, en contraste, el Na, K, PMP, AA y CC aumentaron sus valores en diferentes proporciones.

Se dice que el hombre empieza a padecer hambre cuando existe pérdida en la fertilidad de los suelos destinados a la producción de alimento, esto quiere decir, disminución de la materia orgánica, por lo que se deben equilibrar los espacios agrícolas con los forestales para disminuir la dependencia de suministros artificiales de fertilización.

El precio de restauración de sitios puede ser más alto que una conservación adecuada.

## Literatura citada

- ALBA, L.J. 1996. Mejoramiento genético forestal en el Estado de Veracruz. Tesis Maestría en Ecología Forestal. Centro de Genética Forestal. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México. 80 p.
- ÁLVAREZ S.D.; FERRERA C.R. y ETCHEVERS B.J.D. 2000. Actividad microbiana en tepetate con incorporación de residuos orgánicos. Agrociencia 34: 523–532.
- BLUE, W.G. 1979. Forage production and N content, and soil changes during 25 years of continuous White Clover- Pensacola Bahía grass growth on a Florida Spodosol. Agronomy Journal 71 (5): 795-798.
- BOHN, H.L.; McNEAL and O'CONNOR, G.A. 1995. Soil Chemistry. New York. John Willy and Sons. 320 p.
- CAMPILLO, R. y SADZAWKA, A. 2008. La acidificación de los suelos. Origen y mecanismos involucrados. inia.cl, en: <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR33853.pdf>. Consultado el 29 de noviembre del 2011
- CISNEROS, A.R. 2003. Apuntes de la materia de riego y drenaje. ingenieria.uaslp, en <http://ingenieria.uaslp.mx/web2010/Estudantes/apuntes/Apuntes%20de%20Riego%20y%20Drenaje%20v.2.pdf> Consultado el 10 de agosto del 2011
- CONABIO. 2007. Regiones terrestre prioritarias de México. Pico de Orizaba-Cofre de Perote. URL: [www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp\\_122.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_122.pdf). consultado el 8 de octubre del 2010.
- CRUZ, F.G. y ETCHEVERS, B.J. 2011. Contenidos de carbono orgánico de suelos someros en pinares y abetales de áreas protegidas de México. Agrociencia. 45:849-862.
- DOMINGO, S.J.M.; FERNÁNDEZ DE VILLARÁN, S.J.R.; CORRAL, P.P.E. y RAPP, A.I. 2006. Estimación de la capacidad de retención de agua en el suelo: revisión del parámetro CRA. Invert. Agrar: Sist. Recur. For. 15(1):14-23.
- ETCHEVERS, J.; ZEBROWZKI, C.; HIDALGO, C. y QUANTIN, P. 1992. Fertilidad de los tepetates: II. Situación del fósforo y el potasio en tepetates de México y Tlaxcala. TERRA Latinoamericana 10:386-391.
- FARRÚS, E. y VADEL, J. 2002. Relaciones entre parámetros de fertilidad química y retención de agua en suelos desarrollados sobre calizas margosas y calizas duras. Boll. Soc. Hist. Nat. Balears. 45:117-124.
- FLORES, V.O. y GEREZ, P. 1988. Conservación en México: Síntesis sobre vertebrados Terrestres, Vegetación y Uso del Suelo. Instituto Nacional Sobre Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Conservación Internacional. 302 p.
- GONZÁLEZ-REBOLLAR, J.L. 1999. Suelo, relieve, agua y paisaje. Invest. Agrar: Sist. Recur. For. Fuera de Serie 1:124-134.
- INEGI. 1998. Carta Topográfica 1:50 000 Perote E14 B26. INEGI. Aguascalientes, México. 1 p.
- LAL, R. 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma. 123 (2): 1-22.
- LOZANO, Z; ROMERO, H, y BRAVO, C. 2010. Influencia de los cultivos de cobertura y el pastoreo sobre las propiedades físicas de un suelo de sabana. Agrociencia, 44: 135–146.
- MÁRQUEZ, R.J. 2007. Potencial y eficiencia de producción de semillas como indicadores del manejo de *Pinus oaxacana* Mirov. Tesis doctorado en Recursos Genéticos Forestales. Instituto de Genética Forestal. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. 99 p.
- ORDAZ, C.V. y SÁNCHEZ, G.P. 1999. La investigación edafológica del suelo. México. UNACH. 289 p.
- PAJARES-MORENO, S; GALLARDO-LANCHO J.F y ETCHEVERS-BARRA, J.D. 2009. Indicadores bioquímicos en suelos de un transecto altitudinal en el eje neovolcánico mexicano. Agrociencia. 44:261-274.

- PAJARES-MORENO, S.; GALLARDO-LANCHO, J.F.; MARINARI, S.; ETCHEVERS-BARRA, J.D. 2010. Indicadores bioquímicos de calidad en tepetates cultivados del eje neovolcánico mexicano. *Agrociencia* 44:121-134.
- POZOS, V.A. 1994. Evaluación sobre la respuesta de *Pinus cembriodes* subsp. *orizabensis* D.K. Bailey y *Pinus eldarica* Medw., bajo diferentes técnicas de vivero, para el establecimiento de una plantación experimental en el Valle de Perote, Veracruz, México. Tesis de licenciatura en Biología. Xalapa, Veracruz. 76 p.
- ROWE, P.B. 1955. Effects of the forest floor on disposition of rainfall in *Pinus radiata*. *J. For.*, 53(5):342-348.
- SEPÚLVEDA, S.A. 2010. Beneficio de la materia orgánica en los suelos. platina.inia, en: [http://platina.inia.cl/ururi/docs/Informativo\\_INIA-URURI\\_23.pdf](http://platina.inia.cl/ururi/docs/Informativo_INIA-URURI_23.pdf). Consultado el 21 de septiembre del 2011
- SILVA, A. 1999. La materia orgánica en el suelo. fagro.edu, en: <http://www.fagro.edu.uy/~edafologia/curso/Material%20de%20lectura/Materia%20Organica/organica.pdf>. Consultado el 20 de Abril del 2011
- SPURR, S.H. y BARNES, B.V. 1982. Ecología Forestal. Traducido al español por Carlos L. Raigorodsky Z. AGT Editor. México, D.F. 245 p.
- URREGO, B. 2003. La Reforestación con coníferas y sus Efectos sobre la acidificación, potsolización y pérdida de fertilidad de los suelos. ipni.net, en: [http://www.ipni.net/ppiweb/Itamn.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/83581dfbaa2e8a8d85256e1b0014553d/\\$FILE/La%20Reforestacion%20de%20Coniferas.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/Itamn.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/83581dfbaa2e8a8d85256e1b0014553d/$FILE/La%20Reforestacion%20de%20Coniferas.pdf). Consultado el 19 de Julio del 2011.
- VÁZQUEZ, T.V. y ZULUETA, R.R. 1994. Introducción. En: Vázquez y Zulueta (Eds.) Problemática ambiental en el estado de Veracruz: Recursos Forestales. Colegio Profesional de Biólogos del estado de Veracruz A. C.-Gobierno del estado de Veracruz-Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. 13-17 p.
- ZAPATA, H.R. 2006. Origen de la acidez en el suelo. bdigital.unal. en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/1735/3/9583367125.3.pdf>. Consultado el 11 de febrero del 2011.

Recibido en octubre de 2011

Aceptado en enero de 2012