

VARIACIÓN DE LA TENSIÓN DE HUMEDAD BAJO EL SISTEMA TRADICIONAL DE AÑO Y VEZ EN UN SUELO DE CHARANDA, CUENCA DEL LAGO DE CUITZEO, MICHOACÁN

M. Bravo-Espinosa¹, C. Prat², L. Medina-Orozco³ y B. Serrato-Barajas¹

1 Campo Experimental Uruapan-INIFAP; 2 IRD-Francia; 3 Facultad de Biología, UMSNH.

bravo.miguel@inifap.gob.mx

RESUMEN

La tensión de humedad del suelo es un parámetro importante para conocer y determinar propiedades hidráulicas en condiciones no saturadas. El objetivo del presente trabajo fue determinar la variación de la tensión de humedad (Ψ_m) en respuesta a la lluvia bajo el sistema tradicional de Año y Vez (AV) en un suelo de Charanda (Acrisol). El trabajo de campo se realizó en La Ciénega, la cual se ubica en la porción sur de la cuenca del Lago de Cuitzeo. El sistema AV se evaluó durante 2003- 2006 en una parcela de escurrimiento de 1000 m², bajo la siguiente rotación: Avena- Descanso- Maíz-Descanso. En la parcela se instalaron de manera vertical, sin repeticiones, tensiómetros convencionales para medir la Ψ_m en cuatro profundidades: 0.15, 0.30, 0.50 y 0.80 m. Las mediciones de Ψ_m se realizaron diariamente; la precipitación fue registrada en un pluviómetro de balancín con datalogger, ubicado a menos de 60 m de la parcela. Los resultados mostraron una considerable variación estacional en Ψ_m , sin embargo, ésta fue consistente entre profundidades adyacentes. La Ψ_m aumentó con la profundidad en la temporada de secas, lo que originó movimientos ascendentes del agua. En la temporada de lluvias (2003-2006), Ψ_m alcanzó valores que sugirieron condiciones de saturación para la profundidad de 0.80 m, independientemente del manejo. Durante el año de cultivo con maíz, se presentaron valores mayores de Ψ_m para la profundidad de 0.50 m, con respecto a 0.15 y 0.30 m, sugiriendo mayor interceptación y transpiración, que limitó una recarga de humedad con respecto a la condición de descanso con vegetación de arvenses y pastos nativos. Se presume que las grietas que se forman durante el periodo de secas influyen en la recarga

relativamente rápida de las capas de suelo > 0.30 m.

Palabras clave: Potencial mátrico, Acrisol, Cointzio, humedad del suelo.

INTRODUCCIÓN

La tensión de humedad del agua en el suelo es un parámetro importante para conocer y cuantificar propiedades hidráulicas del suelo en condiciones no saturadas, para medir gradientes del potencial hidráulico del suelo y con ello determinar la dirección del agua en el perfil del suelo, y para el manejo del agua en la producción de cultivos (Brady y Weil, 1999; Young y Sisson, 2002). El potencial mátrico usualmente se mide con tensiómetros; este método es barato y replicable para medir la humedad del suelo, previa calibración; sin embargo, su principal desventaja es que el rango de medición es limitado (de 0 a -80 kPa). A pesar de esto se ha argumentado sobre la necesidad de realizar estudios sobre la dinámica del flujo del agua aprovechando las ventajas de los tensiómetros (Bouma, 1991).

El contenido de humedad en el suelo depende de las escalas temporal y espacial. En áreas pequeñas el contenido de agua en el suelo es influenciado por el tipo de suelo, el agua que consumen las plantas y por las prácticas de labranza que se realizan durante la producción de cultivos (Burt y Butcher, 1985; Fu et al., 2003; Havley et al., 1983). Diversos estudios se han realizado sobre la dinámica del agua bajo labranza convencional (LC) y labranza de conservación (LCO). Azooz y Arshad (1996) documentaron que con LCO, respecto de LC, se incrementaron la velocidad de infiltración y la conductividad hidráulica, pero el volumen de macroporos fue similar entre los dos sistemas de labranza. En áreas agrícolas con manejos que incluyen periodos de descanso, la humedad del suelo afecta la erosión y la formación de cárcavas, por su relación con el escurrimiento.

La agricultura predominante en la cuenca de Cuitzeo es de temporal y por ello, dependiente de la lluvia y del buen manejo de la humedad del suelo. Bajo el sistema de producción de Año y Vez, ocurren periodos donde la humedad del suelo disminuye hasta el punto de marchitez permanente, que cuando ocurre en estados críticos de los cultivos, los rendimientos disminuyen drásticamente. También es común observar en los perfiles de suelos motas oscuras por la acumulación de manganeso y compuestos ferrosos, debido a oxidaciones o reducciones incompletas, y condiciones de mala aireación y drenaje. El primer autor de este trabajo ha registrado en estos suelos, ricos en arcilla, de 9 a 15 grietas m⁻², con una profundidad mayor de 40 cm, las cuales se desarrollan un poco después de que termina la temporada de lluvias. Se ha mencionado que las grietas están relacionadas con procesos de desecación y humedecimiento, con la mineralogía de las arcillas y con prácticas de manejo del suelo, y su presencia puede favorecer el movimiento vertical del agua vía flujo preferencial (Bradley et al., 2007). Por lo anterior, es importante conocer cómo varía la tensión de humedad a distintas profundidades y bajo diferentes manejos agronómicos, para inferir sobre la disponibilidad y almacenamiento del agua en un

suelo arcilloso de la cuenca del Lago de Cuitzeo. El objetivo del presente trabajo fue conocer la variación temporal del potencial mátrico (Ψ_m) bajo el sistema Año y Vez y condiciones de temporal en un Acrisol con alto contenido de arcilla (> 60%) que restringe el movimiento del agua.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental de campo se realizó en La Ciénega, la cual se ubica en la porción sur de la cuenca del Lago de Cuitzeo (Figura 1). En esta zona el clima es templado sub-húmedo con lluvia promedio anual de 800-1000 mm, la cual ocurre principalmente de junio a septiembre. La temperatura media anual es < 18 0C. El sitio tiene pendiente menor de 6 % y se ubica a 2270 msnm. El suelo se clasificó como Acrisol; las principales características físicas y químicas del suelo del sitio experimental se presentan en el Cuadro 1. El sistema AV se evaluó durante 2003-2006 en una parcela de escurrimiento de 1000 m², bajo la siguiente rotación: Avena-Descanso-Maíz-Descanso. Se cultivó la variedad de avena negra Saia con una densidad de siembra de 90 kg ha⁻¹, fertilizada con la dosis 60-40 (kg ha⁻¹ de N y P). En los años de descanso (2004 y 2006) se desarrolló una cubierta de pastos y arvenses nativas, sujeta a pastoreo. El cultivo de maíz se estableció con 50 mil plantas ha⁻¹ fertilizadas con la dosis 140-100. En la parcela se instalaron de manera vertical, sin repeticiones, un juego de sensores de humedad del suelo (Figura 2) para medir la Ψ_m en cuatro profundidades: 0.15, 0.30, 0.50 y 0.80 m. Para su instalación se abrió un agujero en el suelo con una barrena del mismo diámetro de la capsula de cerámica y tubo, y se sellaron los espacios entre la pared y tubo con tierra húmeda. Los registros de Ψ_m se realizaron diariamente con un lector Watermark (Irrometer Company, Inc). Periódicamente también se midió la humedad volumétrica del suelo (0-15 cm y 0-30 cm) con un TDR (Trase System, Modelo 6050X1, Soilmoisture Equipment Corp.) y con el método gravimétrico. La precipitación fue registrada en un pluviómetro de balancín, el cual se ubicó a menos de 60 m de la parcela. Los registros de datos de los tensiómetros fueron analizados, primero para determinar durante la estación húmeda las diferencias de Ψ_m en respuesta a eventos tanto intensos como leves de lluvia; enseguida, se comparó el comportamiento estacional del potencial mátrico, para inferir sobre la disponibilidad de agua para las plantas así como del almacenamiento de agua en la zona de raíces.



Figura 1. Ubicación del área experimental de estudio.



Figura 2. Sensor de humedad, lector e instalación en campo

Cuadro 1. Propiedades físico-químicas del suelo (0-20 cm). La Ciénega, Mich., 2002.

| | Características | | |
|---------------------------------------|-----------------|-----------------------------|----------|
| | Físicas | | Químicas |
| Arena gruesa 2.0-0.2 mm, % | 2.4 | pH (1:2 en agua) | 4.98 |
| Arena fina 0.2-0.02 mm, % | 5.7 | Materia Orgánica, % | 2.2 |
| Limo grueso 0.02-0.005 mm, % | 6.1 | Nitrógeno total, % | 0.11 |
| Limo fino 0.005-0.002 mm, % | 15.9 | P-Bray, mg kg ⁻¹ | XX |
| Arcilla <0.002 mm, % | 69.9 | K, mg kg ⁻¹ | 0.13 |
| Clase Textural | Arcillosa | Ca, mg kg ⁻¹ | 5.71 |
| Densidad aparente, g cm ⁻³ | 1.12 | Mg, mg kg ⁻¹ | 2.29 |
| PMP, % | 21.4 | Mn, mg kg ⁻¹ | 111.4 |
| CC, % | 31.9 | Fe, mg kg ⁻¹ | 12.21 |
| | | Zn, mg kg ⁻¹ | 0.38 |
| | | Cu, mg kg ⁻¹ | 0.25 |

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la estación lluviosa de 2003, 2004, 2005 y 2006, en el sitio experimental se registraron 703.2, 812.4, 991.6 y 1103.7 mm de lluvia, respectivamente. En promedio el 85% de la lluvia ocurrió de junio a septiembre. Durante el periodo de secas (anterior o posterior a la época de lluvia), el movimiento del agua fue hacia la superficie o capas superficiales, y durante el periodo húmedo el movimiento del agua fue hacia abajo o capas profundas (Cuadro 2). Se presentó una considerable variación estacional en Ψ_m ; pero, la variación fue consistente entre profundidades adyacentes. La Ψ_m aumentó con la profundidad en la temporada de secas, lo que originó movimientos ascendentes del agua. En la temporada de lluvias (2003-2006), Ψ_m alcanzó valores que sugirieron condiciones de saturación para la profundidad de 0.80 m, independientemente del manejo.

Cuadro 2. Movimiento del agua en el estrato 50-80 cm para cuatro fechas con manejo de descanso (pastoreo).

| Fecha | Febrero | | Octubre | | Noviembre | | | |
|---------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------------------------|-----|
| | 13 | 26 | 30 | 30 | | | | |
| Tensiómetro | T ₅₀ | T ₈₀ | T ₅₀ | T ₈₀ | T ₅₀ | T ₈₀ | | |
| Z (cm) | 30 | 0 | 30 | 0 | 30 | 0 | | |
| Ψ (kPa) | -80 | -29 | -94 | -31 | -13 | -2 | -59 | -20 |
| Z + Ψ | -50 | -29 | -64 | -31 | 17 | -2 | -29 | -20 |
| Gradiente | T ₅₀ < T ₈₀ | | T ₅₀ < T ₈₀ | | T ₅₀ > T ₈₀ | | T ₅₀ < T ₈₀ | |
| Dirección del Flujo | ↑ | | ↑ | | ↓ | | ↑ | |

Con cultivo de maíz, se presentaron valores menores de Ψ_m para la profundidad de 0.50 m, con respecto a 0.15 y 0.30 m, sugiriendo que ocurrió una mayor interceptación y transpiración, que limitó una recarga de humedad mayor al suelo, en relación con la condición precedente (descanso), con arvenses y pastos nativos (Figura 3). Resultados similares fueron reportados por Ellies y Huber (1991) citados por Lillienfein et al (1999). Por los valores observados de Ψ_m (> -50 kPa) durante la estación de lluvias, se presume que las grietas que se forman durante el periodo de secas influyen en la recarga relativamente rápida de las capas de suelo > 0.30 m. Este es un proceso que requiere de mayores estudios, asimismo se sugiere explorar el comportamiento de Ψ_m para profundidades > 1.0 m, en donde se han observado restricciones al movimiento del agua.

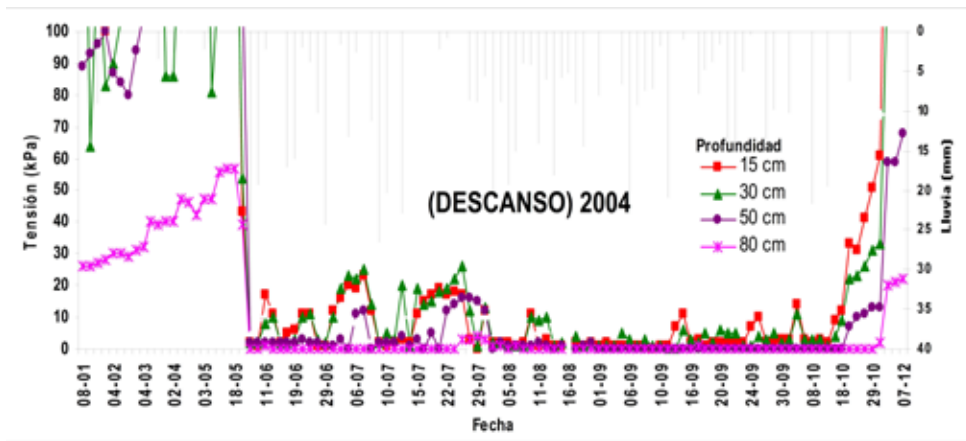


Figura 2. Lluvia diaria y variación de la tensión de humedad en 4 profundidades del suelo con manejo de descanso-pastoreo (2004) y cultivo de maíz (2005)

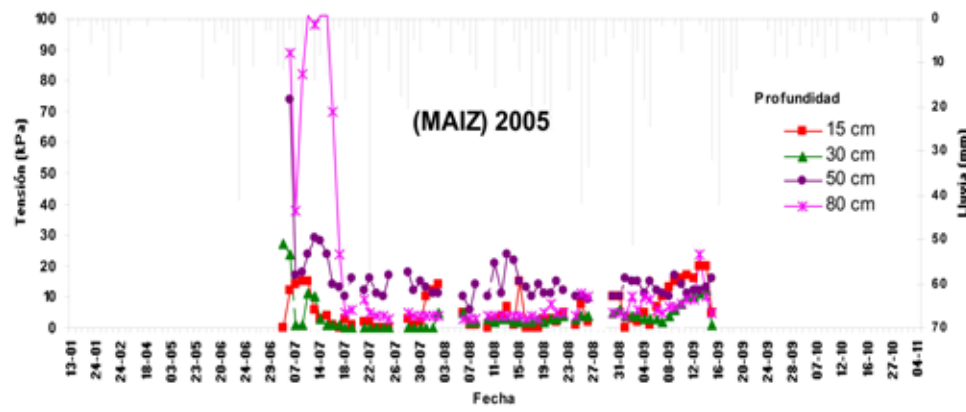


Figura 3. Lluvia diaria y variación de la tensión de humedad en cuatro profundidades del suelo con manejo de descanso (pastoreo) y cultivo de maíz.

CONCLUSIONES

En los suelos de "Charanda" el manejo alterno (descanso-cultivo) parece controlar la variación estacional de la tensión de humedad, principalmente en el estrato < 30 cm, debido a que influye en la intercepción y evapotranspiración. Esto implica menor recarga de humedad en el estrato superficial del suelo y por lo tanto mayor escurrimiento que amplifica erosión y otros procesos de degradación en el año de descanso. Se sugiere investigar más la movilidad del agua en profundidades mayores de 80 cm.

LITERATURA CITADA

Azooz, R. H. and M. A. Arshad. 1996. Soil infiltration and hydraulic conductivity under long-term no-tillage and conventional tillage systems. *Can. J. Soil Sci.* 76:143-152.

Bradley, C., M. Mosugu, and J. Gerrard. 2007. Seasonal dynamics of soil-water pressure in a cracking clay soil. *Catena* 69: 253-263.

Brady N. C. and R. W. Weil. 1999. *The nature and properties of soils*. 12a ed., Prentice Hall, N.J., USA.

Bouma, J. 1991. Influence of soil macroporosity on environmental quality. *Adv. Agric.* 46:1-37.

Burt, T. P. and D. P. Butcher. 1985. Topographic controls of soil moisture distribution. *J. Soil Sci.* 36: 469-486.

Fu, B., J. Wang, L. Chen, and Y. Qiu. 2003. The effect of land use on soil moisture variation in the Danangou catchment of the Loess Plateau, China. *Catena* 54: 197-213.

Havley, M. E., T. J. Jackson, and R. H. McCuen. 1983. Surface soil moisture variation on small agricultural watersheds. *J. Hydrol.* 62: 179-200.

Lilienfein, J., W. Wilcke, M. Ayarza, S. Do Carmo Lima, L. Vilela and W. Zech. 1999. Annual course of matric potential in differently used savanna oxisols in Brazil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63:1778-1785.

Young, M. H. and J. B. Sisson. 2002. Tensiometry. pp. 575-609 In: Dane, J. H. and G. C. Topp (ed.) *Methods of soil analysis. Part 4. Physical Methods*. SSSA Book Ser. 5 SSSA, Madison WI.

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio se realizó con apoyos de la Unión Europea y del Fondo CONACYT-SEMARNAT canalizados a los proyectos REVOLSO y SEMARNAT-2004-CO1-304, respectivamente.



CONTRIBUCIONES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE **LA CUENCA DEL LAGO DE CUITZEO,** MICHOACÁN

M. Bravo, G. Barrera, M. E. Mendoza,
J. T. Sáenz, F. Bahena, R. Sánchez

CONTRIBUCIONES PARA EL
DESARROLLO SOSTENIBLE DE
LA CUENCA DEL LAGO DE CUITZEO,
MICHOACÁN

Editores Técnicos

Miguel Bravo Espinosa
Gerardo Barrera Camacho
Manuel E. Mendoza
J. Trinidad Sáenz Reyes
Fernando Bahena Juárez
Rubén Sánchez Martínez

CONTRIBUCIONES PARA EL
DESARROLLO SOSTENIBLE DE
LA CUENCA DEL LAGO DE CUITZEO,
MICHOACÁN

Editores Técnicos

Miguel Bravo Espinosa
Gerardo Barrera Camacho
Manuel E. Mendoza
J. Trinidad Sáenz Reyes
Fernando Bahena Juárez
Rubén Sánchez Martínez

INSTITUTO NACIONAL DE
INVESTIGACIONES FORESTALES,
AGRÍCOLAS Y PECUARIAS
CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL
PACIFICO CENTRO
CAMPO EXPERIMENTAL URUAPAN

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN
GEOGRAFÍA AMBIENTAL

Marzo de 2012

CONTRIBUCIONES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA CUENCA DEL LAGO DE CUITZEO, MICHOACÁN.

Bravo-Espinosa, M., G. Barrera-Camacho, M.E. Mendoza, J.T. Sáenz, F. Bahena-Juárez y R. Sánchez-Martínez (eds.). 2012. Contribuciones para el desarrollo sostenible de la cuenca del Lago de Cuitzeo, Michoacán. INIFAP-Campo Experimental Uruapan. Uruapan, Michoacán. UNAM-Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. Morelia, Michoacán, México.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
Av. Progreso Núm. 5 Col. Barrio de Santa Catarina.
Delegación Coyoacán.
C.P. 04010 México, D.F.
Tel. (01 55) 38 71 87 00
www.inifap.gob.mx
Correo-e: contactenos@inifap.gob.mx

Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro.
Campo Experimental Uruapan.
Av. Latinoamericana Núm. 1101. Col. Revolución.
Uruapan, Michoacán, México.

Universidad Nacional Autónoma de México (Campus Morelia)
Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental
Antigua Carretera a Pátzcuaro 8701
Col. ExHacienda de San José de la Huerta
C.P. 58190, Morelia, Michoacán, México

ISBN: 978-607-02-2914-5

Primera edición 2012.
Impreso en México.

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la Institución.

Disponible en versión digital y de forma gratuita
en la sección editorial de la página web del CIGA-UNAM:
www.ciga.unam.mx