



EFFECTO DEL MANEJO DEL SUELO SOBRE EL pH EN EL PERFIL CULTURAL DE UN CAMBISOL DYSTRICO CULTIVADO CON MAÍZ EN EL SUR DE VERACRUZ.

José Romero Mora¹
Rigoberto Zetina Lezama²
Ma. de Lourdes Bautista Jeronimo³

RESUMEN. Se evaluó el efecto de cuatro factores de manejo de suelo sobre la acidez y su distribución en el perfil cultural de un cambisol dystrico en el sur de Veracruz. Los resultados indican que los factores labranza, encalado e incorporación de abonos verdes así como las interacciones labranza X abono verde y Encalado x Abonos verdes, tuvieron efecto significativo sobre el pH edáfico. Los promedios obtenidos por los niveles de labranza fueron de 5.6 para L. Cero, y 5.4 para L. Mínima y convencional. Por su parte, el factor abono verde fue el de mayor influencia, observándose un promedio de 5.5 sin abono verde, en tanto que con su incorporación fue de 5.2. para Se concluye que dada la interacción de los factores, es conveniente que el manejo de los suelos sea vista desde una perspectiva integradora

INTRODUCCION. Los suelos de los Llanos de Isla y Rodríguez Clara se caracterizan por su bajo nivel de fertilidad propiciado por un proceso de lixiviación y arrastre de bases intercambiables que ha dado origen, a través del tiempo, a niveles muy pobres de potasio, calcio, magnesio, materia orgánica y una extrema reacción ácida de la solución del suelo (Vázquez et al, 1992). Entre los factores más importantes, que han desarrollado y acelerado este proceso, se encuentran: la erosión pluvial, la quema, la falta de prácticas de conservación del suelo, el uso de fertilizantes nitrogenados de efecto residual alto y la extracción de nutrimentos por las cosechas. Suelos con esta característica registran valores muy bajos de nitrógeno orgánico y fósforo intercambiable por su extrema pobreza de materia orgánica. Registran también una baja CIC lo cual reduce la eficiencia de los fertilizantes químicos que son fácilmente lixiviados por las lluvias obligando al productor a utilizar dosis altas de fertilizantes nitrogenados para obtener una respuesta satisfactoria a la práctica de la fertilización. En conclusión la baja fertilidad de estos suelos aunado a su extrema acidez reduce el potencial productivo de las principales especies que se cultivan en esta región a un nivel tal que su explotación deja de ser atractiva para el productor.

Por esta razón, desde 1985 en el Campo Experimental Papaloapan se inicio una línea de investigación tendiente a resolver esa problemática basadas en el encalado del suelo. A pesar de los buenos resultados que se han obtenido con la práctica, resulta una medida de corto plazo, por lo que, desde 1996, se reenfocó la investigación con miras hacia el Manejo Integrado del Suelo.

Con este enfoque, se trabaja bajo la hipótesis de que la integración de las tecnologías de encalado, uso de abonos orgánicos y labranza reducida y fertilización racional permitirá ofrecer al productor alternativas sustentables de mejoramiento de la fertilidad del suelo. El presente trabajo presenta los resultados de la evaluación del pH en el perfil cultural como respuesta a cuatro factores de manejo de suelo.

MATERIALES Y METODOS. El experimento se encuentra establecido en el Campo Experimental Papaloapan, considerado como sitio representativo de los "Llanos de Isla y Rodríguez Clara", el cual se ubica en las coordenadas 18° 06' LN y 95° 34' LW, con clima AW₀. Los suelos están clasificados como cambisoles dystricos de textura arenosa, muy fuertemente ácidos y con contenidos pobres de MO, K, Ca y Mg (Cuadro 1).

El experimento fue establecido en 1997 y esta planeado para su conducción por un lapso de 10 años, bajo un diseño experimental de parcelas subdivididas en bloques al azar con tres repeticiones. En las parcelas grande se evalúan tres niveles de labranza de suelo (Barbecho+2 rastreos, 2 rastreos y cero labranza); en las medianas se probaron dos niveles de encalado (Con cal y sin cal) y en las parcelas

¹ Ing. Agr. Director de Proyecto 1749. Investigador del Programa de Suelos Ácidos del CEPap. Apdo. postal # 22. 95641 Cd. Isla, Ver. e-mail: romero.jose@correoweb.com

² M.C. Investigador del Programa de Suelos Ácidos del CEPap. Actualmente realiza estudios doctorales en el CP.

³ Pas. Biol. Residente ITA No. 3. Tuxtepec, Oaxaca.



chicas dos niveles de abonos orgánicos (con abono verde y sin abono verde) y tres niveles de fertilización (alto, medio y bajo). La distancia entre parcelas grandes y repeticiones es de 3 m a fin de facilitar el desplazamiento de la maquinaria agrícola y evitar una posible contaminación del material encalante.

Cuadro 1. Características agroecológicas del área experimental en el campo Experimental Papaloapan. INIFAP-CIRGOC-CEPAP. 1999.

CARACTERÍSTICA	DEFINICIÓN
Localidad	C. E. Papaloapan
Municipio	Isla, Ver.
Ubicación Geográfica	18° 06' LN 95° 34' LW
Altitud	65 msnm
Clima	Aw ₀
Fisiografía	Llanura
Precipitación	1 100
Temperatura	24 °C
Régimen Hídrico	Temporal estricto
Cultivo Anterior	Sorgo
Pendiente	1%
Relieve	Plano
Drenaje	Bueno
Textura	Migajón Arenoso
Materia Orgánica	1.39 %
Clasificación del Suelo	Ultisol údico
Agrosistema MDR*	001

*Manual de Diagnóstico Recomendación para siembras de Maíz en el Edo. De Veracruz (Turrent et al, 1991)

Los niveles para cada sitio experimental se muestran en el cuadro 2. En el caso de la fertilización, los niveles centrales se basaron en las recomendaciones generadas por el CEPap. El abono verde utilizado fue la pica – pica mansa, la cual se estableció en las parcelas correspondientes entre los 45 – 60 días después de la siembra del cultivo del maíz.

El cultivo del maíz se manejó, en general, conforme a las recomendaciones generadas por el INIFAP para la región. La siembra se realizó en surcos con separación de 80 cm, con densidad aproximada de 50 000 plantas por hectárea. El control de maleza, en caso de requerirlo, se realizó con Paraquat (2 lt ha⁻¹) en aplicación dirigida a ésta, cuando el maíz sobrepasaba 50 cm de altura. La fertilización se realizó en aplicación dividida, la primera fracción se aplicó a los días después de la siembra y la segunda a los 40 - 45 días.

Cuadro 2. Niveles de cuatro factores en estudio en un experimento de manejo de suelo de largo plazo en el sur de Veracruz. INIFAP-CIRGOC-CEPAP. 2001

FACTOR	NIVEL	Descripción
LABRANZA (L)	CONVENCIONAL (LC)	Barbecho + 2 rastreos
	MÍNIMA (LM)	2 rastreos
	CERO (L0)	Apl. de herbicida - surcado con cinceles - siembra manual
ENCALADO (E)	Sin cal	0 ton ha ⁻¹
	Con cal	1.5 Mg ha ⁻¹
ABONO VERDE (AV)	Sin Abono orgánico	
	Con abono orgánico	<i>Mucuna sp.</i>
FERTILIZACIÓN (F)	Bajo (FB)	92 - 46 - 00
	Medio (FM)	138 - 69 - 60
	Alto (FA)	184 - 92 - 120

Para evaluar el efecto del manejo del suelo sobre el pH y su distribución en el perfil cultural, después de cuatro años de iniciado el experimento, se realizaron muestreos a cuatro profundidades P1 (0-10 cm), P2

(10-20cm), P3 (20-30 cm) y P4 (30-40 cm) perforando con una barrena en el entresurco, en tres puntos dentro de la parcela útil, formando una muestra compuesta, la cual fue secada a la sombra y a la que se le determinó el pH en relación 1:2 suelo - agua (p/v). Los datos obtenidos se analizaron mediante la técnica de análisis de varianza con el auxilio del paquete estadístico MSTAC.

RESULTADOS Y DISCUSION. De acuerdo con los análisis de varianza realizado se observó que hubo diferencias altamente significativas atribuibles a los factores encalado, abono verde, y a las interacciones labranza x abono verde y encalado x abono verde (Cuadro 3). Los coeficientes de variación observados por esta variable en los análisis realizados fueron bastante aceptables.

Cuadro 3. Cuadrados medios de los factores e interacciones con mayor influencia sobre el pH edáfico en cuatro profundidades en un experimento con diferentes manejo de suelo. INIFAP-CIRGOC-CEPAP. 2001

Fuente de variación	PROFUNDIDAD			
	P1 0 - 10	P2 10 - 20	P3 20 - 30	P4 30 - 40
	----- cm -----			
REPETICIÓN				2.472*
LABRANZA	0.386	0.377	0.177	0.630
ENCALADO	4.340**	3.929**	2.136**	0.348
ABONO VERDE	1.843**	1.688**	1.740**	0.582*
LAB X AV	0.219*	3.319	0.192	
ENCALADO X AV.				0.503*
CV (%)	3.99	5.48	5.80	6.77

Respecto al factor labranza, de acuerdo con los análisis de varianza realizados, no se observó diferencia significativa en ninguna de las cuatro profundidades (Cuadro 3). Se puede observar (Figura 1) que los mayores valores de pH corresponden a L0, en tanto que LM y LC tienen una distribución similar. Algunos autores han observado que con L0 tiende haber una acidificación de la capa superficial del suelo lo que se contrapone a los resultados de este trabajo, pues en todos los casos éste mostró mayores valores del pH que los otros dos niveles de labranza estudiados. Esta respuesta puede atribuirse a la acumulación de bases provenientes de la mineralización del mantillo que queda sobre la superficie del suelo en este tratamiento. A la vez, puede observarse que la acidez aumenta conforme se profundiza en el perfil cultural. Así podemos, observar que en P1 el valor promedio fue de 5.5 y de 5.1 en P4.

Cabe mencionar que el promedio con L0 en P4 sin la aplicación de cal fue de 5.13 y cuando se aplicó este insumo fue de 5.39, este último valor es superior al promedio observado en P1 sin la aplicación de cal, lo que evidencia que ha habido un movimiento apreciable de la cal aplicada en forma superficial al inicio del periodo de estudio (1997- 2000), lo que coincide con lo expuesto por Sánchez et al (1983) quienes reportaron movimiento de Ca y Mg a profundidades de hasta 50 cm y quienes también señalan que existen evidencias de que el movimiento de los cationes Mg y Ca es más rápido en presencia de fertilizantes amoniacales. Por su parte, Blevins et al (1978) reporta que una dosis de cal equivalente a tres veces la recomendación, incrementa el pH en los 30 cm superficiales del suelo.

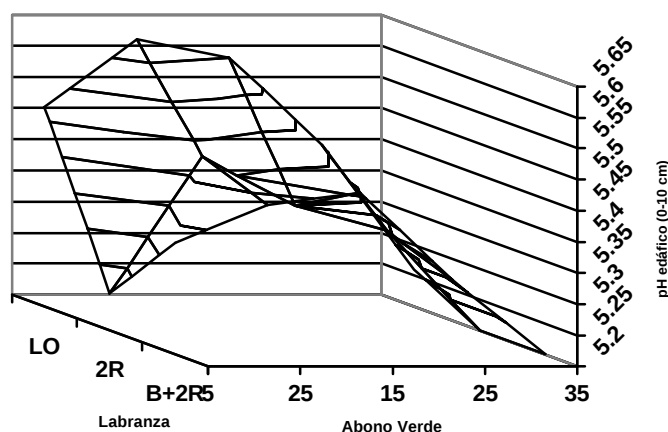


Figura 1. Efecto promedio de diferentes intensidades de labranza sobre el pH edáfico en cuatro profundidades en el perfil cultural. INIFAP-CIRGOC-CEPAP. 2001.

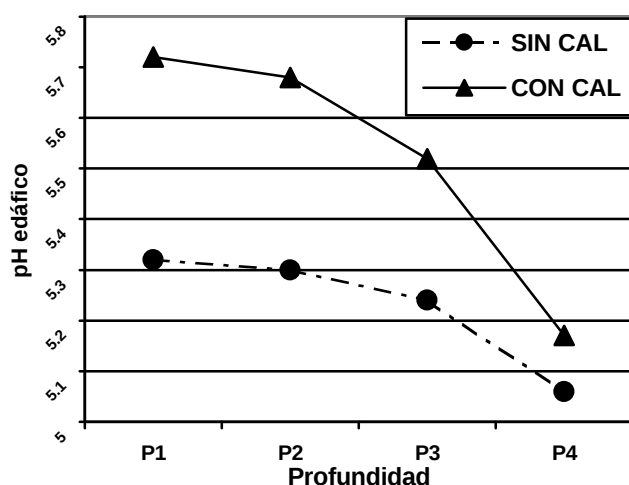


Figura 2. Perfil de acidez edáfica bajo dos condiciones de encalado del suelo en Isla, Veracruz. INIFAP-CIRGOC-CEPAP. 2001

Respecto al factor encalado, se observaron diferencias significativas en todas las profundidades, excepto en P4. Los mayores valores de pH se obtuvieron con la aplicación de este insumo; se observó que, al igual que con el factor labranza, la acidez aumenta conforme se profundiza en el perfil cultural. El valor promedio obtenido en P1, cuando se encaló, fue de 5.7 y sin cal, 5.3, en tanto, en P4 se obtuvo un valor de 5.1 sin cal y con cal 5.2. Esto comprueba lo mencionado por Yagodin (1987) en el sentido de que para neutralizar la acidez y elevar la fertilidad de suelos ácidos, el procedimiento fundamental es el encalado.

En lo que respecta al factor abono verde (AV) se observaron diferencias altamente significativas en las primeras tres profundidades y en P4 se observaron diferencias significativas (Cuadro 3). La Figura 3 muestra que los mayores valores de pH corresponden a las parcelas sin AV, en tanto que en aquellas en que fue incorporada la leguminosa tendieron a acidificarse; esto puede deberse a que en el proceso de descomposición de los tejidos se forman ácidos orgánicos que provocan la disminución del pH edáfico. Sin embargo, este que podría ser considerado un efecto negativo, puede verse compensado por la

influencia ejercida por el abono verde en el abastecimiento de materia orgánica, la incorporación de nutrientes, especialmente de N, además de la función protectora del mantillo formado. Por otra parte, en diversos estudios se ha podido comprobar que el aluminio y manganeso intercambiables, potencialmente tóxicos, son neutralizados al ser fijados por la fracción orgánica del complejo de intercambio.

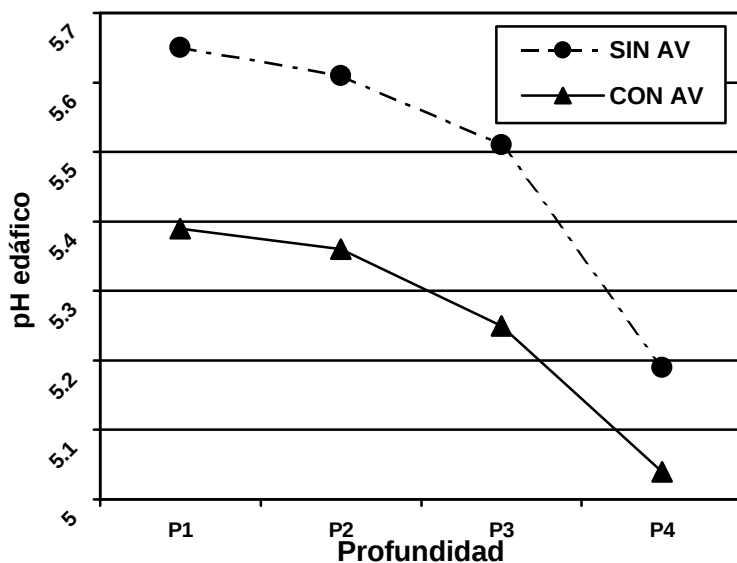


Figura 3. Efecto de la incorporación de abonos verdes sobre el pH edáfico en Isla, Veracruz.

Respecto a la interacción labranza x abono verde, de acuerdo al análisis de varianza, existe diferencia significativa en P1. puede observarse (Figura 4) que los menores valores del pH se obtuvieron en LM y LC con AV, lo cual significa que la acidificación es mayor a medida que se incrementa la intensidad de la labranza, posiblemente debido a la pérdida de bases por erosión, lo que se hace más patente cuando se incorporan abonos verdes. Sin embargo; los valores menores de pH se encontraron en LM, lo que se podría deberse a que la biomasa formada por el AV es incorporada en una cantidad de suelo proporcionalmente menor que en LC, estando, por tanto, la acidez más concentrada.

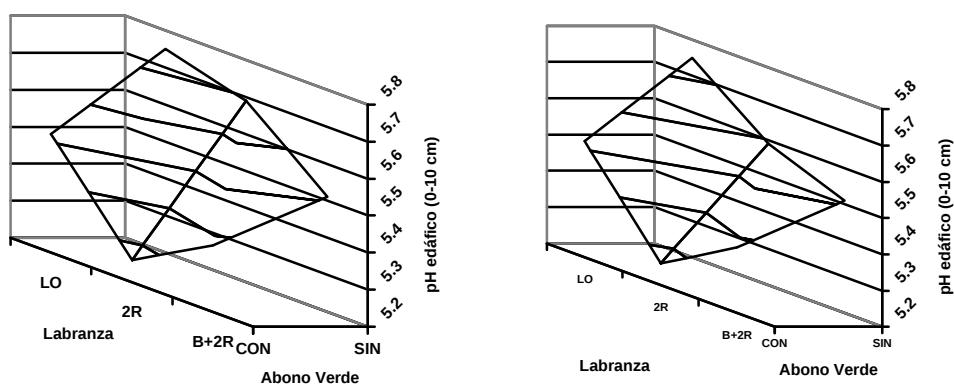


Figura 4. Efecto de la interacción labranza x abono verde en las profundidades 0 – 10 cm (a) y 10 – 20 cm (b) en isla, Veracruz.

En lo que respecta a la interacción encalado x abono verde, se observaron diferencias significativas en P4 (Cuadro 3). Puede observarse en la Figura 5 que la acidez provocada por el AV no es neutralizada por

la cal aplicada al inicio del experimento, de lo que se puede inferir que cuando se utilicen este tipo de abonos, eventualmente serán necesarias aplicaciones de cal para revertir la acidificación; sin embargo, por el tipo de proceso (acidez proveniente de compuestos orgánicos, el posible secuestro de aluminio, etc.) será necesario evaluar otros factores (calcio y magnesio intercambiables, saturación de aluminio, entre otros) para definir cual es el principal factor limitante, como sugieren Romero et al (1999), y poder definir el manejo adecuado, incluido el requerimiento de cal del suelo.

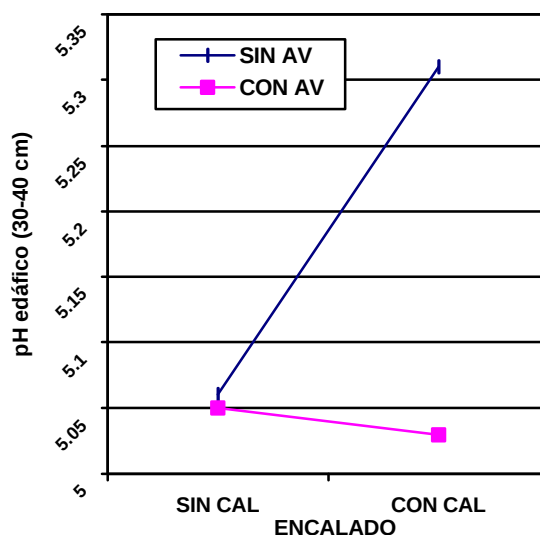


Figura 5. Efecto de la interacción encalado x abono verde sobre el pH edáfico a la profundidad 30 – 40 cm en un suelo de la región de los Llanos de Isla, Ver.

CONCLUSION.

El pH edáfico es fuertemente influido por los factores del manejo de suelos a través del perfil cultural. Bajo Labranza Cero se observó la tendencia a incrementar los valores de pH, en tanto que con niveles de labranza más intensos tendió a disminuir.

La incorporación de abonos verdes acidifica el suelo, lo que puede requerir eventuales aplicaciones de cal para revertir el proceso de acidificación.

Dada la interacción de los factores, es conveniente que el manejo de los suelos sea vista desde una perspectiva integradora.

LITERATURA CONSULTADA

- Adeoye, K.B. and L. Singh. 1985. The effect of bulk application of lime under two tillage depths on soil pH and crop yield. *Plant and soil* 85: 295 - 297
- Blevins, R.L.; L.W. Murdock and G.W. Thomas. 19878. Effect of lime application on no tillage and conventionally tilled corn. *Agron. J.* (70): 322-326.
- Sánchez, P.A. y J. G. Salinas. 1983. Suelos Ácidos. Estrategias para su manejo con bajos insumos en América tropical. Soc. Colombiana de la C. del Suelo. Bogotá. 93 p.
- Turrent F., A.; C. Camacho C.; N. Francisco N.; S. Uribe G.; J.I. Cortés F. y R. Mendoza R. 1998. Posibilidades técnicas de lograr la soberanía alimentaria de origen vegetal en México. *Claridades Agropecuarias* 61: 25 - 46. (Septiembre de 1998).
- Vásquez, H. A. V. López, G. A. B. Vargas, G. 1990. Caracterización de los suelos ácidos de la cuenca del Papaloapan. III Reunión Anual del CIFAP-VERACRUZ., P. 194. Veracruz, México

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es parte del proyecto 98-06-011-V. *Integración y validación de tecnologías para el manejo sustentable de la fertilidad de los suelos altamente intemperizados del sureste de México*, financiado



parcialmente por al Sistema de investigación Regional del golfo de México del CONACyT al cual se agradece el apoyo brindado.