



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 5

Construção do Conhecimento Agroecológico



Salud del suelo en tres agroecosistemas de maíz en el centro de Puebla, México.

Soil health in three corn agroecosystems in the middle of Puebla, Mexico.

Hernández Gutiérrez, Edilberto¹, Bernal Mendoza, Héctor², Pérez Luna, Yolanda³; Jiménez García, Daniel⁴; Hernández Linares, Ma. Guadalupe⁵

¹Extesista del ICUAP-BUAP, ehdzgtz@gmail.com; ²Complejo de Ciencias Agropecuarias-Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) (Presentador del trabajo), h_bernal@hotmail.com;

³Universidad Politécnica de Chiapas, yluna18@yahoo.com.mx; ⁴ICUAP-Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, daniel.jimenez@correo.buap.mx;

⁵ICUAP-Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, maguhdez@hotmail.com

Eje temático: Construcción del Conocimiento Agroecológico

Resumen

Se evaluaron tres tipos de manejo: Agricultura tradicional (AT), de Conservación (AC) y convencional (ACV), comparados con un ecosistema nativo (B), analizando la varianza de variables químicas, físicas y biológicas del suelo, bajo un diseño bifactorial (manejo, sitio) y del análisis de componentes principales. Hubo significancia del tipo de manejo en todas las propiedades químicas y físicas del suelo, mientras que en las biológicas fue necesario analizar los grupos taxonómicos dominantes. También se encontró correlación entre todas las propiedades físicas, entre los nutrientes y su movilidad excepto pH, y a diferencia de lo reportado no se encontró relación de estas con las lombrices. No obstante, AC presenta la mejor salud del suelo, seguido de ACV y AT, debido a que es el agroecosistema menos degradado en sus propiedades físicas y presenta un comportamiento biológico de lombrices y plagas potenciales similares a B, a pesar de presentar la menor diversidad, pero la mayor riqueza.

Palabras clave: Edafobiota, Agroecología, Agricultura de conservación

Abstract

Three types of management were evaluated: Traditional agriculture (AT), Conservation agriculture (AC) and Conventional Agriculture (ACV), compared to a native ecosystem (B), analyzing the variance of the chemical, physical and biological variables of the soil, Under a bifactorial design (Management, site) and principal component analysis. We obtained significance of the type of management in all the chemical and physical properties of the soil, while in the biological variables it was necessary to analyze the dominant taxonomic groups. Correlation was also found in all physical properties, between nutrients and their mobility except pH, and unlike what was reported by other authors there was no relationship of these with earthworms. However, AC presents the best soil health, followed by ACV and AT, because it's the least degraded agrosystem in its physical properties and presents a biological behavior of earthworms and potential plagues similar to B, despite presenting the smallest diversity, but the greatest wealth.

Keywords: Edafobiota, Agroecology, Index



Se eligió como agroecosistema al ejido “Paso del Puente de Santa Ana” (en adelante ‘el ejido’) en la “Región de Llanos de San Juan”, centro-norte del estado de Puebla (Gutiérrez *et al.*, 2003), con condiciones edafoclimáticas homogéneas, características del Altiplano Central de México (Figura 1), y tres tipos de manejo de interés para el estudio, la agricultura tradicional (AT), agricultura convencional (ACV) y agricultura de conservación (AC), esta última propiciada recientemente por el programa nacional *Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro)*, aunque este trabajo no pretendió evaluar al programa en sí mismo.

Se trabajó con productores categorizados para poder comparar transversalmente entre manejos, eligiendo dos de cada tipo: para la AT, que usan exclusivamente herramientas manuales y yunta tipo egipcio tirado por caballos o mulas, usan estiércol como abono y semilla criolla; para la AC, que usan tractor en todas sus actividades, aplican fertilizantes foliares y pesticidas, aplican *mulch* (restos de cosecha con diferente grado de descomposición en la superficie) y semilla mejorada; y para la ACV usan principalmente tractor y pocas herramientas manuales, usan pesticidas y semillas criollas. Se incluyeron dos sitios poco perturbados del ecosistema nativo (B), relictos de bosque encino-pino, siendo en total seis parcelas y dos testigos los cuales sirvieron de referencia para analizar las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo.

En parcelas y testigos se obtuvieron tres monolitos de 25x25x30 cm en un transecto lineal en medio, con una separación de 5 m entre cada monolito. El análisis químico se realizó en el Laboratorio de Física de Suelos del Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas, Estado de México, y los análisis físicos y biológicos en el Laboratorio de Biología de Suelos del Centro de Agroecología del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), donde se cuantificó y clasificó la macrofauna encontrada en cada monolito por grupos taxonómicos.

Las variables para las propiedades químicas, físicas y biológicas se muestran en el Cuadro 1. Los datos se procesaron con Excel® y se realizó un ANOVA bajo un diseño bifactorial (manejo y sitio) completamente al azar con 95% de confiabilidad y de componentes principales (CP) a partir del cual se eligieron los CP con eigenvalores mayores a 1 para representar la mayor variabilidad de los datos.

Resultados Y DISCUSIÓN

Con diferentes Resultados dentro del experimento que se pueden ver en el Cuadro 1, lo que vale la pena resaltar es que , en algunos indicadores como la textura de AT y AC hubo diferencia significativa respecto a B, así como en H_j y H_m mientras que en DA, VPC y textura también hay efecto del sitio. Se observó coincidencia en ciertos grupos



dominantes como lombrices, escarabajos, larvas de escarabajos y gallinas ciegas, donde los tres primeros mostraron diferencias significativas. Así la DP en lombrices de AT tuvo diferencia significativa respecto a B, la DP de escarabajos de AC respecto a B y la DP en larvas de escarabajos de ACV respecto a B. Además, la DP en lombrices y escarabajos presentaron efecto significativo por el tipo de manejo y en larvas de escarabajos incluso por sitio. En cuanto a la biomasa (BM) hubo diferencia significativa de AC respecto a B, y también del tipo de manejo.

En grupos dominantes hubo diferencia significativa en BM de lombrices y escarabajos de AC respecto a B. También efecto significativo del manejo en BM de lombrices, pero ningún efecto sobre la BM de escarabajos y larvas de los mismos. Por otra parte, se encontró diferencia significativa en la diversidad y riqueza de los agroecosistemas respecto a B y efecto estadísticamente significativo del tipo de manejo .

El análisis de componentes principales (ACP), con 58.7% de la variabilidad de los datos (Cuadro 2, Figura 2) muestra que valores altos del componente 1 indican mayor MO, N, K, CIC, CE, H_j, H_m, textura con más limo, diversidad y riqueza, a la vez que presentan menor P, DA, VPC, DP y BM de larvas de escarabajo; mientras que valores altos de la componente 2 indican una mayor DP y BM total, en lombrices y escarabajos adultos, pero con un menor pH. Se observa claramente sobre el eje de las abscisas que se diferencian el ecosistema nativo de los agroecosistemas, mientras que entre los agroecosistemas las parcelas de AC se definen más que las de AT y ACV.

Cuadro 1. Valores promedio reportados para las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo.

	Componentes principales				
	B	AT	AC	ACV	
Potencial de hidrógeno	5.75 A*	6.24 B	5.63 A	5.82 AB	
Propiedades químicas	Materia orgánica (%)	3.62 B	1.49 A	1.37 A	1.40 A
	Nitrógeno (%)	0.11 B	0.05 A	0.06 A	0.05 A
	Fósforo (mg Kg ⁻¹)	14.06 A	32.06 B	42.587 B	39.54 B
	Potasio (meq K 100g ⁻¹)	0.89 B	0.96 B	0.96 B	0.38 A
	Capacidad de intercambio catiónico (Cmol(+) Kg ⁻¹)	19.02 B	7.50 A	8.83 A	10.40 A
	Conductividad eléctrica (dS m ⁻¹)	0.17 B	0.10 A	0.05 A	0.04 A



Propiedades físicas	Densidad aparente (g cm ⁻³)	1.05 A	1.33 C	1.19 B	1.21 B
	Volumen perdido por compactación (%)	16.95 A	18.18 AB	17.98 AB	19.38 B
	Hojarasca (Kg m ⁻²)	4.47 B	0.55 A	0.92 A	0.51 A
	Humedad del suelo (%)	30.80 B	12.68 A	15.34 A	17.13 A
	Textura	1.33 A	4.33 B	3.17 B	1.17 A
Propiedades biológicas	DP total (ind m ⁻²)	683 AB	429 A	909 B	656 AB
	DP en lombrices (ind m ⁻²)	235 BC	0 A	456 C	67 AB
	DP en escarabajos (ind m ⁻²)	48 A	152 AB	179 B	117 AB
	DP en larvas de escarabajos (ind m ⁻²)	35 A	69 A	61 A	291 B
	Biomasa total (g m ⁻²)	56.74 A	5.81 A	160.05 B	13.99 A
	Biomasa de lombrices (g m ⁻²)	48.43 A	0 A	148.84 B	8.86 A
	Biomasa de escarabajos (g m ⁻²)	0.25 A	1.39 AB	1.77 B	0.80 AB
	Biomasa de larvas de escarabajos (g m ⁻²)	0.32 -	1.10 -	0.96 -	1.97 -
	Diversidad (H)	1.93 B	1.61 A	1.46 A	1.48 A
	Riqueza (S)	11.67 B	7.17 A	8.67 A	7.50 A

Referencia: *=Valor promedio del factor seguido de una letra que indica el grupo estadístico al que pertenece (Tukey $\alpha = <0.05$). Fuente: elaboración propia.

AC presentó menor concentración de MO que ACV a pesar de implementarse por más de cinco años. Govaerts *et al.* (2006a, 2007c) ya hablaban de la alta correlación entre C y N, como lo encontrado aquí entre MO y N que se agruparon en una misma componente. Se encontró modificación de la estructura del suelo en ACV y AT, ya que el suelo se encuentra pulverizado, de modo que esto afecta a procesos como la retención de humedad y aire, escurrimiento y drenaje, por lo que lo vuelve susceptible a la erosión hídrica y eólica.



Cuadro 2. Ponderaciones en las componentes principales de las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo después del ACP.

		Componentes principales			
		CP1	CP2	CP3	CP4
Eigenvalores		8.22	4.69	2.34	1.98
Porcentaje de varianza		37.36	21.34	10.62	8.99
		Ponderación del indicador o subindicador en la CP			
Propiedades químicas	Potencial de hidrógeno	-0.03	-0.10*		
	Materia orgánica	0.29*	-0.11		
	Nitrógeno	0.31*	-0.03		
	Fósforo	-0.18*	0.18		
	Potasio	0.11*	0.06		
	Capacidad de intercambio catiónico	0.31*	-0.07		
	Conductividad eléctrica	0.26*	-0.14		
Propiedades físicas	Densidad aparente	-0.29*	0.00		
	Volumen perdido por compactación	-0.12*	-0.02		
	Hojarasca	0.31*	-0.06		
	Humedad del suelo	0.33*	-0.10		
	Textura	-0.15*	0.05		
Propiedades biológicas	DP total	0.11	0.37*		
	DP en lombrices	0.15	0.39*		
	DP en escarabajos	-0.09	0.32*		
	DP en larvas de escarabajos	-0.16*	-0.09		
	Biomasa total	0.10	0.43*		
	Biomasa de lombrices	0.10	0.43*		
	Biomasa de escarabajos	-0.08	0.32*		
	Biomasa de larvas de escarabajos	-0.19*	-0.12		
	Diversidad	0.23*	-0.09		
Riqueza	0.32*	0.09			

Referencia: CP=componente principal, *=indica que la propiedad tiene carga significativa en esa CP. Fuente: elaboración propia.

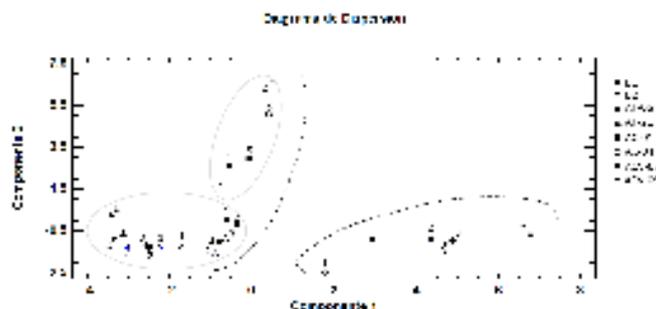


Figura 2. Diagrama de dispersão de las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo después del ACP. La etiqueta que acompaña cada símbolo indica el número del monolito.

Se encontró mayor degradación de las propiedades físicas en ACV y AT al tener un suelo pulverizado o dominado por arena (respectivamente), donde ACV presenta el mayor VPC (14.4%>B) relacionado con la pérdida de estructura por el uso intensivo de maquinaria que también provoca una mayor resistencia de la capa superficial del suelo a pesar de una DA intermedia (14%>B), una textura similar a B, mayor Hm (44.38<B) pero la menor Hj (88.59<B). AT presenta un intermedio VPC (7.2%>B) y Hj (87.7<B) pero la mayor DA (26%>B), la textura más arenosa y la menor Hm (58.83<B), en cambio AC presenta el menor VPC (6.1%>B) y DA (13%>B), textura heterogénea, la mayor Hj (79.42<B) e intermedia Hm (50.19<B), una mayor estabilidad de sus agregados gracias al mulch y la actividad biológica. La alta correlación entre las propiedades físicas puede deberse a lo que Juárez *et al.*, (2011) mencionan sobre que en las áreas naturales menos perturbadas o de vegetación secundaria la *H* será mayor y ciertas especies benéficas como las lombrices pueden dominar la biomasa pero no así en los agroecosistemas, donde pueden dominar plagas potenciales (AC respecto a ACV, excepto en *H*). La *S* entre B y los agroecosistemas corresponde a lo que indica el ACP, pero no para AT y AC.

CONCLUSIONES

La Agricultura de Conservación presenta los mejores indicadores físicos y biológicos al compararlo con el ecosistema nativo.

Las labores y residuos de manejo influyen decisivamente en la Salud del suelo (propiedades físico-químicas), pero más aún en las biológicas al promover humedad, temperatura y fuentes de alimento adecuados por el desarrollo de la macro y micro fauna.



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 5

Construção do Conhecimento Agroecológico



Para la Agroecología es importante reconocer que en este caso la Agricultura de conservación presenta la mejor salud del suelo respecto de la Tradicional y Convencional, que redundan en una mejor producción de maíz.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Héctor Bernal M., Dra. Yolanda Pérez L., Dr. Daniel Jiménez G., Dr. J. Cinco Patrón I., por formar parte de esta travesía de investigación, su apoyo y paciencia, así como al Dr. Dionicio Juárez R. por compartir sus conocimientos del suelo.

BIBLIOGRAFÍA

ABBONA, E. A. *et al.* 2007. Ecological sustainability evaluation of traditional management in different vineyard systems in Berisso, Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 119: 335- 345.

AGÜERO, J. M.; ALVARADO, A. 1983. Compactación y compactabilidad de suelos agrícolas y ganaderos de Guanacaste, Costa Rica. *Agron. Costarr.* 7 (1/2): 27-33.

ASTIER, M. *et al.* 2008. Evaluación de sustentabilidad: Un enfoque dinámico y multidimensional. Barcelona, España: Editorial MundiPrensa.

GOVAERTS, B., SAYRE, K. D., y DECKERS, J. 2006a. A minimum data set for soil quality assessment of wheat and maize cropping in the highlands of Mexico. *Soil & Tillage Research* 87: 163-174.

GOVAERTS, B., SAYRE, K. D., LICHTER, K., DENDOOVEN, L. y DECKERS, J. 2007c. Influence of permanent raised bed planting and residue management on physical and chemical soil quality in rain fed maize/wheat systems. *Plant Soil* 291: 39-54.

GUTIÉRREZ, L.; CUERVO, M. J.; ORTÍZ, E. O. 2003. Regiones naturales y de planeación para el estado de Puebla; Análisis Económico [en línea]. XVIII (primer semestre) : [Fecha de consulta: 30 de mayo de 2014] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41303713>

JUÁREZ, D. *et al.* 2009. Procesos biológicos del suelo en la restauración de agroecosistemas. En: Manejo agroecológico de sistemas Vol. I. López-Olguín J. F., A. Aragón G. y A. M. Tapia R. (Eds.). Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. ISBN: 978-607-487-111-1. Puebla, México. Pp. 37-64.

JUÁREZ, D. *et al.* 2011. Manejo agroecológico de la biodiversidad del suelo. En: Manejo agroecológico de sistemas Vol. II. Aragón G.A., D. Jiménez G. y M. Huerta L. (Eds.). Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. ISBN: 978-607-487-395-5. Puebla, México. Pp. 29-44.