



A4-591 Fertilidad y estrategias de manejo agroecológicas de los suelos en cultivo de pitayo [*Stenocereusgriseus* (Haworth)] en el sur de San Ciro de Acosta, San Luis Potosí, México

Álvarez Hernández Rogelio, Salazar Torres José Cruz

Profesores-Investigadores. Programa de Agricultura Orgánica, Universidad Autónoma Chapingo. roger_owl_uach@yahoo.com.mx; jocusamx@yahoo.com

Resumen

Se plantea una evaluación de la fertilidad y una estrategia de manejo agroecológico de los suelos con pitayos cultivados. Los análisis de fertilidad comprendieron propiedades físicas (textura, densidad, CC, PMP, humedad aprovechable, conductividad hidráulica, porosidad) y químicas (pH, N, P, K, Ca, Mg, micronutrientes y M.O.). Se realizó la interpretación de fertilidad. Los suelos son aluviales, someros, de textura media, a fina; a veces con limitantes de pendiente o pedregosidad; algunos son deficientes en N, Cu y Zn, pero de concentración adecuada de otros nutrientes. El Análisis Clúster muestra suelos con propiedades semejantes. En la región hay agricultura convencional, monocultivo y uso excesivo de agroquímicos. Considerando la condición socioeconómica y cultural de los agricultores, las alternativas agroecológicas propuestas son la incorporación de residuos de cosecha, coberturas vegetales, uso de abono orgánico y biofertilizantes, rotación de cultivos; para su validación es necesaria la capacitación y organización de agricultores.

Palabras clave: manejo agroecológico, fertilización científica, rotación e intercalación de cultivos.

Abstract

An assessment of fertility and a strategy of agroecological management of soils cultivated pitayos arises. Fertility tests realized physical properties (texture, density, DC, PMP, available moisture, hydraulic conductivity, porosity) and chemical (pH, N, P, K, Ca, Mg, micronutrients and MO). Fertility interpretation was performed. The soils are alluvial, shallow, medium texture, fine; sometimes limiting slope or stoniness; some are deficient in N, Cu and Zn, but suitable concentration of other nutrients. The Cluster Analysis shows soils with similar properties. In the region there are conventional agriculture, monoculture and excessive use of agrochemicals. Considering the socio-economic and cultural status of farmers, agroecological alternatives are proposed incorporation of crop residues, plant covers, use of organic fertilizer and bio-fertilizers, crop rotation; for validation training and organization of farmers it is necessary.

Keywords: agroecological management, scientific fertilization, rotation & intercropping.

Introducción

Un 50% del territorio de México es árido y semiárido (Andrade, 1974), y sólo puede practicarse la agricultura de secano y las cactáceas cultivadas representan una opción para su desarrollo económico, pues crecen en condiciones marginales de suelo y de agua, y han sido parte de la cultura mexicana desde épocas prehispánicas (Bravo y Piña-Luján, 1979); son plantas suculentas con adaptaciones fisiológicas y morfológicas aptas para dichos hábitats; toleran temperaturas altas y suelos pobres; son de gran adaptación a nuevos ambientes; pueden crecer en terrenos infértiles y marginales y sobrevivir largas sequías viviendo del agua que almacenan en sus tejidos y se cultivan con facilidad en suelos

aluviales profundos en el centro de México (Salcedo, 1991; Pimienta-Barrios y Nobel 1994) o en terrenos de ladera poco profundos (leptosoles)(Salcedo, 1991).

El manejo agroecológico del suelo se basa en el aprovechamiento de éste según su capacidad de uso, empleo de enmiendas orgánicas, uso de prácticas integrales de conservación, aplicación de técnicas de laboreo reducido, rotación y asociación de cultivos, uso racional y complementario de fertilizantes inorgánicos, uso de abonos orgánicos (vermicomposta, composta y abonos fermentados), abonos verdes y biofertilizantes (Socorro y Parets, 2006). Estas prácticas proporcionan al suelo gran actividad biológica, mejoran su fertilidad y sus características físicas, químicas y biológicas, con lo que se garantiza la productividad de los cultivos, la conservación ambiental y la mejora económica social de los productores. En el área de estudio siempre se ha practicado la agricultura convencional con uso excesivo de agroquímicos, monocultivo y de maquinaria. La falta de un plan de manejo del suelo se refleja en su degradación y el mal aprovechamiento del recurso en el lugar. Ante esta situación, se consideró la necesidad de realizar una propuesta de manejo agroecológico de los suelos con cultivo de pitayos, con base en un estudio detallado de las propiedades físicas y químicas del suelo. También se realizó la clasificación del uso potencial de los suelos. Con esos estudios, además de las experiencias exitosas sobre manejo agroecológico de los suelos en otros lugares, se plantean alternativas armónicas con el medio y que solucionen algunas necesidades de los campesinos para mejorar las condiciones del suelo, incrementar su productividad y reducir o evitar el uso de agroquímicos como: uso de abonos orgánicos, biofertilizantes y fertilizantes organominerales, incorporación de residuos de cosecha, cultivos de cobertera, rotación y asociación de cultivos.

En el municipio de San Ciro de Acosta, S. L. P., no existen estudios de caracterización de los suelos de los pitayales, por lo que este trabajo tiene los siguientes objetivos: (a) Determinar las características físicas y químicas de los suelos en las áreas de cultivo de pitayo [*Stenocereus griseus* (Haworth)] en el Sur del municipio, (b) Conocer la fertilidad de los suelos en el área de estudio. (c) Generar estrategias de manejo agroecológico en áreas con pitayos cultivados.

Metodología

El trabajo se realizó en San Ciro de Acosta, S. L. P., al SE de la Zona Media del estado a 99° 49' de longitud W y 21°39' de latitud N, con una altitud de 900 a 1500 m. La temperatura media anual es de 21°C (máximo de 43°C y un mínimo de 0°C). Los meses más cálidos van de marzo a octubre y el período frío de noviembre a febrero. La precipitación es de 789 mm (INEGI, 2003).

Con la información de los campesinos, se delimitó cada predio y se ubicaron en cartas topográficas escala 1:50 000 y se elaboró el mapa de suelos agrícolas con pitayos cultivados, con los programas Carta Linx y ArcView (Gaspar y Pérez, 2009). Se delimitaron y geoposicionaron 17 transectos en de una superficie de 27.8 km². El muestreo de suelos se realizó en las áreas de producción de pitayo; se procedió a coleccionar en zigzag 15 muestras por sitio, a 30 cm de profundidad y se formó una muestra compuesta removiendoresiduos orgánicos según la NOM SUELOS-DOF-31-12-2002. Los análisis de fertilidad se realizaron en el Laboratorio Central Universitario de la UACH (NOM, 2002). Se determinaron las *propiedades físicas*: 1. Textura (hidrómetro de Bouyoucos). 2. Dap (parafina). 3. Densidad real (picnómetro). 4. CC (placa de presión). 5. PMP (membrana permeable). 6. Humedad aprovechable (CC - PMP). 7. Conductividad hidráulica (método del nivel constante). 8. Espacio poroso (por cálculo). Se determinaron las *propiedades químicas*: 1. pH (solución

suelo-agua destilada, 1:2). 2. N-NO₃ (extracción con KCl, 2N y determinado por arrastre de vapor). 3. Fósforo aprovechable (método de Bray). 4. Potasio soluble (acetato de amonio 1.0 N, pH 7.0 relación 1:20 y determinado en un espectrofotómetro de emisión de flama). 5. Ca y Mg (extraídos con acetato de amonio 1.0 N, pH 7.0 relación 1:2 y determinados con espectrofotómetro de absorción atómica). 6. Fe, Cu, Zn y Mn (extraídos con DTPA relación 1:4 y determinados por espectrofotometría de absorción atómica). 7. Boro (extraído con CaCl₂ 1.0M y fotocolorimetría de Azometina-H). 8. Materia orgánica (método de Walkley y Black). La interpretación de los resultados de los análisis de suelos y el establecimiento de los niveles fertilidad se realizaron de acuerdo con Castellanos et al., (2000) y la NOM-2002.

se aplicó el Análisis de Conglomerados (Clúster) a los resultados de los análisis del suelo para clasificar los elementos de la muestra en grupos de datos, para que la distribución de los valores de las variables fuera lo más homogénea, y entre conglomerados lo más distinto entre sí; de esa forma, se agruparon conjuntos de transectos con similitudes entre ellos. Se usó el Método del Vecino Más Cercano para maximizar relaciones entre pares agrupados y la distancia Euclidiana Cuadrada, pues diferencia mejor la separación entre conjuntos de datos y que permite distinguir más fácil los conglomerados. Se usó el programa Statgraphics Plus 5.1. (Dallas, 2004).

Con base en las características físicas y químicas del suelo, las condiciones socioeconómicas y ambientales del lugar y la revisión bibliográfica de experiencias exitosas de técnicas agroecológicas de suelos, se plantearon siguientes alternativas de manejo para los terrenos agrícolas. (1) Estudiar de las condiciones del suelo y (2) Conocer los aspectos socioeconómicos, y ambientales del área de estudio. Lo anterior permitirá generar un *análisis para detectar puntos críticos en el uso del suelo y la detección de los principales problemas*. Posteriormente se deberán conocer (3) Las experiencias exitosas en conservación y manejo del suelo y (4) El conocimiento de los productores, para poder generar un *planteamiento de posibles soluciones* y proceder a (5) La organización de productores y (6) La capacitación y asesoría técnica que conlleve a (a) *la experimentación que permita generar* (7) Resultados y (8) Validación de las técnicas. La dosis de abonado orgánico se determinó con el modelo conceptual (Rodríguez, 2013) basado en el balance entre la demanda del nutrimento del cultivo y la oferta que hace de éste el suelo en sus formas asimilables (INIFAP, 2014), expresadas en Kg ha⁻¹. La oportunidad de aplicación de abono está dada por las dosis preestablecidas que dependen del pH del suelo.

Resultados y discusión

Los suelos son de origen aluvial, residuales, con sedimentos de calizas y lutitas y de afloramientos dispersos de rocas ígneas ("malpaís"). Sonde color oscuro, grisáceo y rojizo; con limitantes físicas petrogypsicas (yeso) y lítica (roca). Son ricos en M.O. y nutrientes, poco profundos, tipo Leptosol (textura media) y Vertisol (textura fina) (INEGI, 2003). En 7 suelos hubo textura franco arcillosa, con ligera adhesividad, buena infiltración, mediana retención de humedad y baja conductividad hidráulica; los 10 suelos restantes fueron de textura arcillosa, con gran adhesividad, deficiente infiltración y alta retención de humedad. Los valores de Dap variaron de 1.16 a 1.43 g/ml, o sea, que no hay compactación y un Espacio Poroso adecuado con buena aireación. La CC de los suelos varió de 31 a 51%, el PMP de 16 a 37%, la Saturación de 49 a 55%, y Humedad Aprovechable de 13 a 16 %.

El pH varió de 5.3 a 6.82, lo cual indica que la mayoría de los suelos son moderadamente ácidos y cercanos a la neutralidad. El contenido de la M.O. mostró que, el sitio 7 tuvo el valor más alto (4.57 %), mientras que el sitio 14 presentó el valor más bajo (0.81%). En 5

sitios hubo un alto contenido y los valores medios se encontraron en 11 sitios y el único lugar que presentó un bajo contenido fue el sitio 14. El contenido de N en 5 sitios fue bajo y en resto de los sitios fue medio. Con relación al K, 6 sitios presentaron valores medios, 9 sitios tuvieron un contenido moderadamente alto; y en los suelos de 2 sitios los valores fueron altos. La cantidad de P en 8 sitios se considera media y en el resto de los sitios el contenido en los suelos fue bajo. El contenido de Ca de los suelos muestreados en 5 sitios se considera alto; los valores de 5 sitios se ubicaron como moderadamente altos y en 7 sitios se alcanzaron valores medios. Con respecto al contenido de Mg, 12 sitios tuvieron contenidos muy altos y 5 alcanzaron cantidades altas.

El contenido de Fe de 4 sitios se ubicó en un intervalo alto, mientras que en 10 sitios fue moderadamente alto y 2 tuvieron valores medios. En relación al Cu, en 10 sitios el contenido fue medio, moderadamente bajo en 7 y 1 sitio presentó baja cantidad. En 4 sitios se observó deficiencia de Zn, en tanto que en 8 sitios los valores fueron marginales y sólo en 5 sitios fueron adecuados. Los valores de Mn se interpretaron con muy alto contenido en 4 sitios y en el resto el contenido fue alto. Con respecto al B, 6 sitios presentaron un contenido medio, 9 presentaron valores moderadamente altos, y 2 se ubicaron en la categoría de valores altos.

El Análisis Clúster muestra (Figura 1), que los 17 sitios de muestreo formaron un solo conglomerado; en dicho agrupamiento se observa un relación muy estrecha entre los sitios 9 y 15, los sitios 2 y 4 también se relacionan aunque de manera menos estrecha; estos sitios se relacionan a su vez con los sitios 14 y 12. Por otra parte se observa la formación de otras asociaciones como son 5-6, vinculados a su vez con el sitio 3. Las asociaciones 1-7, 11-17 muestran semejanza en las distancias de separación (coeficientes de similitud). Finalmente aparecieron las áreas menos vinculadas que son la asociación 8-10 y el suelo del sitio 13. El análisis estadístico empleado indica que los suelos estudiados presentan propiedades físicas y químicas que los hacen tener características semejantes, razón por la cual sólo forma un conglomerado o clúster, lo que permite señalar que se trata de un grupo con cierta homogeneidad (Dallas, 2004).

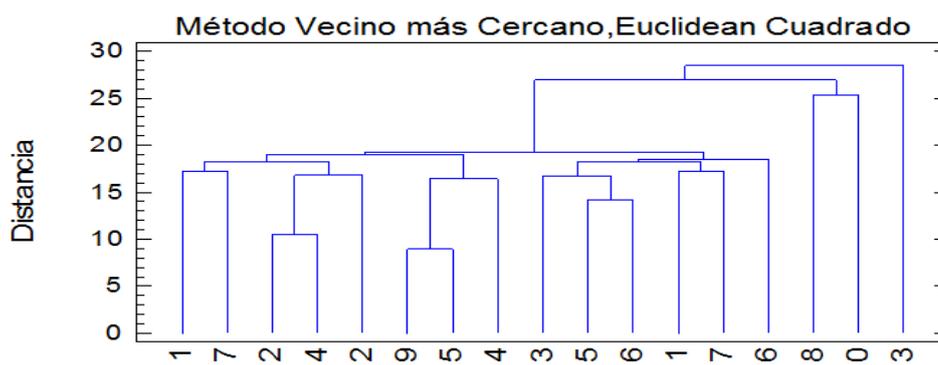


FIGURA 1. Dendrograma de los suelos de la zona con poblaciones nativas de pitayo de recolección [*Stenocereus griseus* (Haworth)] al Sur de San Ciro de Acosta, S. L. P.

Para plantear algunas alternativas de manejo agroecológico para los suelos agrícolas del área de estudio se consideraron: estudios del suelo, condición socioeconómica de los productores, extensión de sus parcelas y aspecto ambiental; con esta información se detectaron los principales puntos críticos, estos fueron (1) fertilidad del suelo, (2) degradación del suelo, (3) manejo de los cultivos y (4) adopción de la propuesta alternativa

por los agricultores. En base estos puntos críticos se proponen las siguientes alternativas agroecológicas para el manejo del suelo.

Incrementar la disponibilidad de los nutrimentos con adición de M.O., incorporando residuos de cosecha, abonos orgánicos o lombricomposta diluida en agua. Otra alternativa para mejorar el suelo es el establecer leguminosas bien adaptadas a los suelos del lugar. También conviene detectar la presencia de cepas nativas de *Rhizobium* que promuevan la fijación biológica de N_2 . Es importante sembrar frijol, cacahuateo garbanzo, y especies nativas como la engorda cabra (*Cassia* spp.) y la pegajosa (*Desmodium intortum* P. Mill. Urban). La intercalación de cultivos es viable en superficies pequeñas, por lo que se propone su uso siendo factibles las siguientes intercalaciones: pitayo-maíz-calabaza, pitayo-maíz-girasol y pitayo-maíz-frijol. Otra alternativa agroecológica es el aprovechamiento de cortinas rompevientos de especies nativas como el sauce (*Salix* spp.) y el canelo (*Melia azedarach* L.), por lo que sólo se sugiere su conservación y mantenimiento. La rotación de cultivos intercalados debe incluir alguna leguminosa, que satisfaga las necesidades alimenticias familiares o forrajeras. Para no afectar los ingresos de los agricultores se propone una rotación secuenciada, es decir, dividir la parcela en 4 partes, así en el 1^{er} ciclo se establecerá el maíz elotero en $\frac{3}{4}$ partes de la parcela, incorporando el rastrojo verde sólo en $\frac{1}{4}$, mientras que en las dos partes restantes el lote y el rastrojo se destinarán a la venta; y la leguminosa (frijol o garbanzo) se establecerá en la $\frac{1}{4}$ parte restante, donde el producto principal será para la venta y los restos de la planta se incorporarán; así, en 4 ciclos se rotaría toda la parcela con la leguminosa. Se sugiere el abonado y la fertilización científica basada en el análisis químico del suelo, mismo que permite conocer la disponibilidad de nutrientes. Pero, para el uso de ésta técnica se requiere capacitar a los agricultores y experimentar con sus cultivos para conocer la oportunidad de aplicación y la dosis requerida. El uso de fertilizantes organominerales y de bacterias solubilizadoras de P y K que incrementen la disponibilidad de estos elementos en el suelo.

Las técnicas agroecológicas propuestas tendrán que validarse *in situ*, para lo cual es necesaria la organización y capacitación de los agricultores interesados y dispuestos a mejorar la calidad de sus tierras, con los cuales se hará un plan estratégico en sus propias parcelas, que finalizará cuando dichas técnicas sean adoptadas y divulgadas por ellos. Dicha organización abriría la posibilidad de incorporarlos a los programas de apoyos federales y estatales.

Conclusiones

La interpretación de fertilidad mostró que algunos suelos son deficientes en N, Cu y Zn, gran variación en M.O., pero concentración adecuada de otros nutrimentos y las propiedades físicas indicaron algunas limitantes de profundidad, pendiente y pedregosidad, pero no restrictivas al pitayo o posibles cultivos intercalados entre líneas de plantación de los cactus columnares.

Desde el punto de vista agroecológico existen diversas prácticas que se pueden aplicar para mejorar las condiciones del suelo del área de estudio; sin embargo, la situación cultural, social y económica de los productores sólo permitiría establecer una propuesta alternativa ejecutable en el mediano y largo plazo.

Referencias bibliográficas

- Andrade, A. 1974. El desierto Mexicano. Testimonios del Fondo de Cultura Económica. México. 50 p.
Bravo, H. H. y I. Piña-Luján. 1979. Algunos aspectos sobre la industrialización de los nopales. Cactáceas y Suculentas Mexicanas XXIV: 27-31.



- Castellanos, J. Z., Uvalle B., J. X. y Aguilar S., A. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. Colección INCAPA. San Miguel de Allende, Guanajuato. México. 226 pp.
- Dallas, E. J. 2004. Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. Internacional Thompson Editores. México, D. F. pp. 93 -141.
- Gaspar R., H. F. y C. H. Pérez A. 2009. Caracterización morfológica y patrones de distribución de una población nativa de pitayo [*Stenocereus griseus* (Harworth)] en San Ciró de Acosta, S. L. P. Tesis Profesional. Ingeniero en Recursos Naturales Renovables. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. 70 pp.
- INEGI. 2003. Síntesis de información de geográfica de San Luís Potosí. Digital Windows/Macintosh.
- INIFAP. 2014. Fertilización de los cultivos de maíz, sorgo y trigo en México. Disponible en: <http://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenidoweb/indice/pdf/Trigo/05-09-fertilizacion.pdf>
- Norma Oficial Mexicana (NOM). 2002. NOM SUELOS-DOF-31-12-2002. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de los suelos. Estudio, muestreo y análisis. 31 de Diciembre del 2002. SEMARNAT. México, D. F. 79 p.
- Pimienta-Barrios, E. and Nobel, P. S. 1994. Pitaya (*Stenocereus* spp. Cactaceae). An ancient and modern fruit crop of Mexico. *Economical Botany* 48: 76-83.
- Rodríguez N.F. 2013. Serie de notas de fertilidad de suelos. 2013. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México. 60 p.
- Salcedo P., E. 1991. Aspectos taxonómicos y etnobotánicos del pitayo [(*Stenocereus queretaroensis* (Web.) Buxbaum)], en el municipio de Techaluta, Jalisco. Tesis Profesional. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco. 79 pp.
- Socorro, A. R. y Parets, S. E. 2006. Manejo agroecológico de los suelos y nutrición. [En línea]. Disponible en: http://www.geocities.com/arsocorro/agricola/capituloV_manejo.htm. (Consultada el 21/09/2006).