

Obtención del grado de degradación de un suelo aguacatero por agricultura tradicional en una zona michoacana

Martínez M. Yosinia¹, Barceló Quintal Dagmar Icela^{1*}, Cetina A. Víctor M.², García Albortante Julisa¹, Solís Correa Hugo Eduardo¹, López Chuken Ulrico Javier³

¹Área de Química y Físicoquímica Ambiental, Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Avenida San Pablo No. 180. Colonia Reynosa Tamaulipas, México, D.F. CP 02200.

² Área Forestal. Colegio de Postgraduados (COLPOS), Campus Texcoco, Estado de México.

³Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Nuevo León, Monterrey Nuevo León, México.

ibarceloq@gmail.com

Fecha de aceptación: 21 de julio de 2015

Fecha de publicación: 23 de septiembre de 2015

RESUMEN

Michoacán ha incrementado la conversión de bosques templados a huertos de aguacate afectando las características físicas, químicas y biológicas de los suelos, la degradación severa y pérdida de propiedades edafológicas por el manejo inadecuado de monocultivo intensivo, de subsistencia en laderas y tierras frágiles eliminación de plantas nativas, tala y quema, la deforestación, el uso excesivo de maquinaria y productos químicos, favoreciendo esto último la contaminación afectando la biodiversidad genética y pérdida de fertilidad causando vulnerabilidad de los cultivos en estos suelos. Se presenta un avance de degradación debido a malas prácticas agrícolas y uso excesivo de agroquímicos en algunos suelos que cubren una zona aguacatera, la afección de la producción de aguacate, la química y la caracterización física en la zona con agricultura convencional sin control, comparándola con uno de agricultura orgánica y otro con vegetación original utilizado como testigo. Obteniéndose para esto la concentración de metales nutrientes y contaminantes, fosfatos, nitrógeno total y orgánico y especiación de materiales húmicos en los tres suelos.

Palabras clave: aguacate, metales, nutrientes y contaminantes, fosfatos, nitrógeno, especiación de materiales húmicos en los tres suelos.

ABSTRACT

Michoacán has increased the conversion of temperate forests to avocado orchards, affecting the physical, chemical and biological characteristics of soils, severe degradation and loss of edafological properties by improper handling of intensive monoculture farming, subsistence on slopes and fragile lands, elimination of native plants, slash and burn, deforestation, excessive use of machinery and chemicals, this last favors the pollution affecting the genetic biodiversity and loss fertility causing the vulnerability of crops in these soils. An advance of degradation due to poor agricultural practices and overuse of agrochemicals in some soils that covering an avocado zone in is presented. La affection of avocado production, chemistry and physical characterization is presented in this in this soil with conventional farming unchecked, compared with one of organic farming and other with original vegetation used as witness. It has been obtained for this, the concentration of nutrients and pollutants metals total, phosphates, organic and total nitrogen and speciation humics material in three soils.

Key words: avocado, metals, phosphates, nitrogen, humics speciation in the three floors.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años el Estado de Michoacán ha mostrado un incremento en la conversión de bosques templados a huertos de aguacate, lo que ha tenido consecuencias importantes en las características físicas, químicas y biológicas del suelo (Espinoza *et al*, 2007), ya que en estos se observa degradación y pérdida de fertilidad edáfica debido a las prácticas de manejo inapropiadas (Pajares y Gallardo 2009) tales como la agricultura intensiva basada en el monocultivo, la agricultura de subsistencia que se practica en laderas o tierras frágiles, como la tumba, roza y quema, la deforestación y el uso excesivo de maquinaria, fertilizantes y agroquímicos siendo este último uno de los más importantes debido a que la mayor parte de los insumos agrícolas donde se utilizan agroquímicos, propician la contaminación de los suelos, la disminución de la biodiversidad genética y facilitan la vulnerabilidad de los cultivos. Por otro lado, se reconoce plenamente que el cultivo del aguacate se ha constituido como un detonador de crecimiento económico y generador de empleos, sobre la Franja Aguacatera Michoacana (FAM), figura 1; la cual está localizada en la sub-provincia fisiográfica tarasca, y ocupa 7,752 kilómetros cuadrados representando 12.9% de la superficie estatal, siendo una región volcánica reciente.

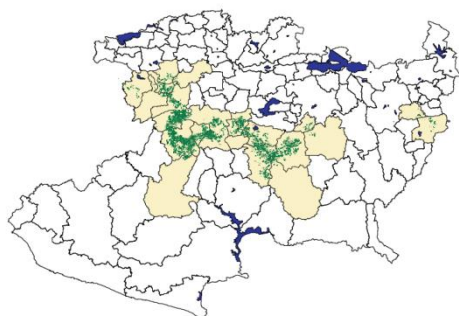


Figura 1: Municipios productores de aguacate que conforman la franja aguacatera en Michoacán. (Se observa la franja de color verde la ubicación de la llamada franja aguacatera. Que cubre varios municipios)

Esta región se ha dividido en 10 zonas con características agroecológicas homogéneas para facilitar su estudio (Gutiérrez *et al*, 2010), en donde la mayoría de los suelos que la integran se han clasificado según la FAO, (2009), como andosoles (Alcalá *et al*, 2001; Soil Survey Staff, 1999), presentan un horizonte A, oscuro de gran espesor, con alto contenido de materia orgánica, tienen baja densidad aparente y alta capacidad de retención de agua, por lo que ha resultado ser el suelo favorable para su desarrollo. Las consecuencias de la conversión de bosques a plantaciones de aguacate en el estado de Michoacán están poco documentadas, a pesar de la creciente necesidad de dicha información para la restauración y el diseño de las estrategias de protección encaminadas a la solución de los problemas ambientales relacionados con las dinámicas agrícolas de las plantaciones de aguacate, (Espinoza *et al* 2007). El objetivo de este trabajo es determinar la magnitud de la degradación del suelo en una de las 10 zonas de la Franja Aguacatera Michoacana (FAM), figura 1, además de documentar algunos de los efectos que las actividades agrícolas realizadas en plantaciones de aguacate provocan sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo; información que, posteriormente, servirá para implementar estrategias de mitigación evitando el agotamiento de los nutrientes del suelo, la erosión, la contaminación y otras manifestaciones de la degradación de recursos naturales de los que depende la agricultura. La reducción drástica de los nutrientes, materia orgánica y disminución de la actividad de los microorganismos del suelo y la biomasa vegetal son problemas muy comunes, cuando son empleados sistemas convencionales de producción (León *et al*, 2005). El uso frecuente de fertilizantes y plaguicidas sin una dosificación adecuada por los giros agrícolas contaminan y empobrecen los suelos, ya que la planta no asimila completamente la sustancia química, provocando infertilidad y

erosión, además el riego y la lluvia conduce el exceso a los cuerpos acuáticos, ocasionando contaminación. México es el centro del origen del aguacate (*Persea americana* Mill.). La evidencia más antigua del consumo de esta fruta data de 10,000 años A. C. El origen del aguacate tuvo lugar en las partes altas del centro y este de México, y partes altas de Guatemala.



Su producción es generadora de empleo, además de ser de importancia en el mercado internacional. El aguacate (*Persea americana* Mill) pertenece a la familia vegetal de las *Lauráceas*, la cual comprende poco más de 50 Géneros entre los que se encuentra *Persea*. La Familia *Lauraceae* está compuesta aproximadamente de 2200 especies. Las cuales son mayormente tropicales y subtropicales. El género está constituido por dos subgéneros, uno de ellos, *Persea*, contiene unas pocas especies estrechamente relacionadas entre sí, incluyendo a *P. americana*, aguacate comercial. Es considerado un producto perenne debido a que se cultiva durante todo el año. El fruto es una drupa, en forma de pera, de color verde claro a verde oscuro y de violeta a negro, cáscara rugosa con una pulpa verde amarillenta y un hueso central muy grande, (SFA, 2011). Cada árbol genera grupos de flores de manera continua, por lo que la floración es constante durante semanas e incluso meses (Chanderbali *et al.*, 2008). La raíz es muy superficial en plantas jóvenes, con desarrollo dominante de la raíz primaria hacia zonas profundas del suelo. Mientras que los arboles adultos presentan una amplia distribución de raíces tanto en sentido horizontal como vertical, esta raíz carece de pelos radicales. El aguacate se adapta a un gran intervalo de altitudes, esto dependiendo de la variedad, estos se pueden adaptar desde el nivel del mar hasta los 3000 metros de altura. Aunque el establecimiento de huertos de aguacate a una altura de más de 2400 msnm se considera fuera del intervalo óptimo. La temperatura para el cultivo del aguacate, oscila de los 17 a 24 °C, siendo la temperatura de 20°C, es la óptima para desarrollo (SFA, 2011). El aguacate requiere regímenes pluviales de 1,000 a 2,000 milímetros de lluvia. Además, durante la época productiva, el riego localizado prolonga el periodo productivo, incrementando los rendimientos en alrededor del 30% y mejorando las cualidades organolépticas de los frutos. Los suelos donde se desarrolla el aguacate generalmente son suelos jóvenes, los más recomendado son los de textura ligera y profundos bien drenados con un pH neutro o ligeramente ácidos de 5.5 a 7. También, se pueden cultivar en suelos arcillosos o franco arcillosos, siempre que exista un buen drenaje. El exceso de humedad es un medio que provoca enfermedades de la raíz, fisiológicas y fúngicas (SFA, 2011). El terreno destinado al cultivo debe contar con buena protección natural contra el viento, porque este puede producir daños como: rotura de ramas, raíz y caída del fruto, especialmente cuando están pequeños, además, el viento reduce la humedad, las flores se deshidratan e interfiere con la polinización. La distancia de siembra entre las plantas está determinado en función de factores como: variedad de aguacate, tipo de suelo, topografía y condiciones meteorológicas. En general, los árboles son plantados con una distancia entre ellos que va desde los 7 metros hasta los 12 metros de distancia entre sí, de esta manera se obtiene en una hectárea destinada a la plantación del aguacate, de 115 a 180 árboles. En arboles injertados, la primera cosecha de la fruta se realiza al quinto año de vida del árbol, obteniendo por lo regular alrededor de 50 frutos

en ese ciclo. Durante los siguientes años, alcanza 150 frutos en el sexto año (ciclo), 300 frutos al séptimo, llegando a 800 en el ciclo del octavo año.

Manejo convencional, orgánico e integrado y suelo

Las plantaciones de aguacate manejadas convencionalmente condicionan su producción a receptoras de sustancias químicas, rompiendo el balance bio-dinámico que existe entre las poblaciones de plagas de insectos y predadores naturales, favoreciendo a los primeros (Simón, 2013). Dentro del manejo convencional, se encuentran actividades como: la propagación, mediante el uso de injertos sobre patrones criollos preferentemente de la raza mexicana, el método de injertación es el usado, desafortunadamente no existen a la fecha normas para el establecimiento y funcionamiento de viveros, por lo que la cantidad, sanidad, calidad y características genéticas de los árboles que se producen es variable. Debido a las condiciones climatológicas de las zonas aguacateras, los productores se ven obligados a llevar a cabo el control de malezas durante la época de lluvias por el acelerado crecimiento que éstas presentan; predominando el uso de herbicidas como: Simazine y Paraquat, Glifosato, 2,4,D. etc. En cuanto a la fertilización, los productores comúnmente usan formulaciones comerciales que incluyen nitrógeno, fósforo y potasio, con combinaciones muy variables, de acuerdo al criterio de cada productor. Afortunadamente para los productores, la calidad del agua en la mayoría de las zonas productoras es buena, libre de sales y minerales que dañen el cultivo, aunque a últimas fechas el agua es un factor limitante en todas las áreas y empieza a volverse insuficiente. un 80% de la superficie productora de aguacate se desarrolla bajo riego, donde predominan los sistemas de goteo y micro-aspersión, además del riego por inundación en lugares donde el agua es abundante. Existen diversas plagas y enfermedades que atacan al aguacate, entre las que se encuentran: *Conotrachelus perseae*, *C. aguacatae*, *Helipus lauri*, *Copiaros aguacatae* y *Stenomoma catenifer*, en cuanto a enfermedades del fruto, se encuentran *Antracnosis (Colletotricum)*, pudriciones del fruto por *Phytophthora sp.* y roña *Sphaceloma perseae*; en lo que se refiere a plagas que dañan los frutos, se tienen trips (*Heliethrips sp.* y *Scirtothrips sp.*), arañas (*Oligonychus spp.*) y larvas de lepidóptero como *Amorbia* y *Grassilaria*. Actualmente lo más utilizado son productos químicos para su control. El manejo orgánico integrado es una alternativa con futuro, ya que los altos niveles de contaminación en el entorno natural por el abuso de agroquímicos, inducen a pensar en esquemas de producción de los alimentos con el mismo riesgo de que estos contengan elementos nocivos para la salud humana, el manejo de suelos orgánicos es un sistema de producción que evita el uso de plaguicidas, fertilizantes químicos y cualquier otro producto de origen sintético, se apoya en prácticas como la rotación de cultivos, utilización de residuos de cosecha, estiércol de animales, desechos orgánicos, abonos verdes, compostas, control biológico, etc. Esto permitiría el devolver a las tierras de cultivo el humus que garantiza su fertilidad (Gallardo 1980), ya que la falta de éste va en deterioro de la estructura edáfica, no creándose el complejo adsorbente arcillo-húmico, que tiene entre otros, el papel de facilitar los elementos nutritivos a las plantas debido a los fenómenos de intercambio iónico. El uso excesivo de fertilizantes químicos, están cambiando los ciclos biogeoquímicos de las plantas, afectando de forma directa tanto el desarrollo de las plantas como las condiciones del suelo, ya que modifica los tiempos de degradación del material orgánico. Los herbicidas son los que más afectan a los suelos, ya que en muchas ocasiones se depositan directamente sobre ellos contaminándolos y pueden permanecer afectados por largo tiempo, durante el cual son incapaces de soportar cualquier tipo de vegetación. un aspecto muy común en la zona, es el monocultivo con plantaciones manejadas intensamente y de gran extensión con árboles u otro tipo de plantas de una sola especie, con el fin de aumentar la eficiencia y la producción, añadiendo a la vez grandes cantidades de fertilizantes y plaguicidas. La uniformidad de los monocultivos destruye la renovabilidad del sistema ecológico total, además agota las tierras y multiplica algunas plagas, pues éstas pueden contar siempre con el tipo de alimento al que están adaptadas. De igual manera los monocultivos generan una nueva vulnerabilidad ecológica, porque reducen la diversidad genética y desestabilizan los sistemas edafológicos e hidrológicos, volviéndolos económicamente inviables (Granda, 2006).

METODOLOGÍA

Muestreo de suelos

El muestreo fue en nueve municipios del Estado de Michoacán pertenecientes a la franja aguacatera, identificando huertos de aguacate con manejo orgánico, huertos de aguacate con manejo convencional y áreas con vegetación forestal, predominando los bosques de coníferas. Los sitios de muestreo se encuentran en la tabla 1.

Tabla 1. Sitios de muestreo y sus características

Sitio	Ubicación en Coordenadas Geográficas	Altitud promedio en metros, snm	Extensión Territorial en Km ²
Ario de Rosales	19° 12' latitud norte y 101° 40' longitud oeste	1,910	694.60
Los Reyes	19° 35' latitud norte 102° 28' longitud oeste	1,300	480.09
Ziracuaretiro	19° 26' latitud norte y 101° 55' longitud oeste	1,380	159.60
Uruapan	19° 25' latitud norte y 102° 03' longitud oeste	1,620	954.17
Tingüindín	19° 44' latitud norte y 102° 29' longitud oeste	1,700	174.24
Tocumbo	19°.42' latitud norte y 102° 32' longitud oeste	1,600	506.85
Tancitaro	19° 09' latitud norte y 102° 11' de longitud oeste	900 a los 3 800	717.65
Periban	19° 31' latitud norte y 102° 25' longitud oeste	1,640	331.87
Nuevo Parangaricutiro	19° 25' latitud norte y 19° 25' longitud oeste	1,880	234.31

En cada municipio se obtuvieron muestras de suelo (0 a 40 cm de profundidad) en los siguientes sistemas de uso de la tierra que fungieron como tratamientos:

Áreas con vegetación forestal. (TRATAMIENTO1, T1)

Huertos de aguacate con manejo convencional. (TRATAMIENTO 2, T2)

Huertos de aguacate con manejo orgánico. (TRATAMIENTO 3, T3)

Diseño del muestreo, conservación de las muestras, Caracterización física (color) del suelo y granulometría por tamizado

El diseño de muestreo consistió en el trazó una malla imaginaria sobre los municipios a muestrear para que de manera sistemática se lograran ubicar las unidades muestrales en un patrón regular en toda la zona de estudio, determinado así las áreas aproximadas del muestreo. Se envasaron todas las muestras en bolsas de papel especial para suelos, que permiten la aireación y conservan sus propiedades en estado natural. Una vez realizadas las estratificaciones adecuadas en el área de estudio, se obtuvieron un total de 208 sub-muestras para las huertas de aguacate con manejo de 102 para las áreas T1, 63 muestras T2, 208 para T3, Las sub-muestras de cada tratamiento se, colocaron en el suelo y se mezclaron por municipio en forma independiente, dando como resultado 9 sub-muestras para cada tratamiento. Finalmente se mezclaron las sub-muestras de los nueve municipios en cada tratamiento, obteniendo la muestra compuesta para la zona de estudio por tratamiento y con tres repeticiones cada una.

La determinación del color del suelo se realizó *in situ*, bajo condiciones uniformes y de humedad, los colores se determinaron sin la incidencia directa de los rayos solares y mediante la comparación de un agregado (ped) recientemente quebrado, usando las notaciones para matiz, valor y croma como se da en la Carta o Tabla de Colores de Suelo Munsell (Munsell, 1975), ver figura 2



Figura 2. (a) Tabla de colores de Munsell. (b) Determinación del color *in situ* en un agregado fresco

El establecer el tamaño y/o la granulometría de las partículas que componen un suelo, proporciona información complementaria sobre la morfología, la topografía de este y permite obtener una correlación, entre el tamaño de partícula, la movilidad y la disponibilidad de los nutrientes, metales y contaminantes en el suelo. Para conocer el tamaño de partícula de la muestra de suelo de los diferentes tratamientos, primero se secó a 70°C por 24 horas. Una vez seco cada muestra de suelo, se trituró en un mortero de ágata, se pesaron 100g de cada uno, tamizándose a través de mallas Tyler de: -8+16, -16+18, -18+30, -48+65 y -65+100, utilizando el tamaño de malla -100 (0.0126 cm en promedio de tamaño de partícula) por haber sido el más abundante.

Determinación de humedad, densidad aparente del suelo (DAP) y textura del suelo, (Bouyoucos)

La determinación de la humedad de los tratamientos (T1, T2 y T3) se realizó por gravimetría. La densidad aparente del suelo (de volumen peso por unidad de volumen de suelo seco a 105°C). Este volumen incluye tanto sólidos como poros, por lo que la densidad aparente indica la porosidad total del suelo, además la densidad aparente del suelo sirve para conocer las capas endurecidas del suelo, presencias de amorfos en andosoles o suelos volcánicos, grado de intemperización y cálculo del peso de una capa del suelo (Álvarez y Salazar 2006). Para la determinación de la DAP del suelo, este se secó en la estufa a una temperatura de 105°C por un periodo de 24 horas, en una probeta de 250 ml se puso la muestra de suelo, hasta la marca de 55 ml. Se acomodó el suelo en la probeta dando 35 golpes sobre una superficie suave y blanda, apretando firmemente la probeta con la otra mano, se anotó el volumen total del suelo después de los golpes. Posteriormente se pesó el suelo. La textura se realizó por el método de Bouyoucos, para determinar la proporción relativa de las partículas primarias del suelo: arena, limo y arcilla, la determinación de la textura del suelo es una propiedad que resulta importante en el estudio de la morfología, la génesis y la clasificación de los suelos.

Determinación del pH, conductividad eléctrica, potencial redox, de materia orgánica (MO), Carbono orgánico total (CO), nitrógeno y fósforo

La determinación del pH en los diferentes tratamientos (T1, T2 y T3) se realizó por el método electrométrico, NOM-021-RECNAT-2000, se midió potenciométricamente en la suspensión sobrenadante de una mezcla de relación suelo: agua 1:2 en un potenciómetro Hannah instruments HI 98150. La conductividad eléctrica es uno de los índices más difundidos para evaluar la concentración salina del suelo y el potencial redox determina el estado de aireación del suelo y la disponibilidad de algunos nutrientes (FAO, 2009). La determinación de estos parámetros se realizó con el potenciómetro Hannah instruments HI 98150 y el vernier LabQuest de acuerdo al siguiente procedimiento. Se pesaron

10 g de la muestra y se agregaron 20 ml de agua deionizada, se agitó durante 10 min y se dejó reposar durante media hora. Posteriormente se midió la conductividad y potencial redox. Se determinó el % de materia orgánica de los tres tipos de suelos por el método de Walkley y Black, en el cual la MO del suelo se oxidó con $K_2Cr_2O_7$ y H_2SO_4 , y el exceso de $K_2Cr_2O_7$ sin reducir se determinó por valoración con $FeSO_4$. El carbono orgánico total del suelo se midió en un equipo TOC MULTI N/C 3000 Analytik Jena, acoplado a un horno de combustión para realizar las mediciones en muestras sólidas. Para la determinación de nitrógeno de los diferentes tratamientos se utilizó el método Kjeldahl. La determinación del fósforo se realizó por espectrofotometría UV-Visible en un espectrofotómetro UV Shimadzu, modelo UV-160 para las lecturas de absorbancia de las muestras, se siguió la técnica de la formación del complejo con vanadato de amonio de color amarillo a una absorbancia máxima de 375.4 nm, se construyó, una curva de calibración previa, se determinó el nitrógeno para cada muestra previamente digerida por microondas en un equipo MAR5 de CEM.

RESULTADOS

Schulze *et al.* (1993) indica que el color del suelo se relaciona con los componentes sólidos de este. Considerando la tabla de colores de Munsell (2009), en los suelos de la región de estudio respecto a color para el suelo T1 y el suelo T3 se obtuvo como: Valor > 2 (húmedo) o croma > 2 (húmedo) → Horizonte fúlvico; mientras que para el suelo T2 se identificó un Cromo ≤ 3 (húmedo) y valor ≤ 3 (húmedo) y ≤ 5 (seco) → Horizontes mólico y úmbrico.

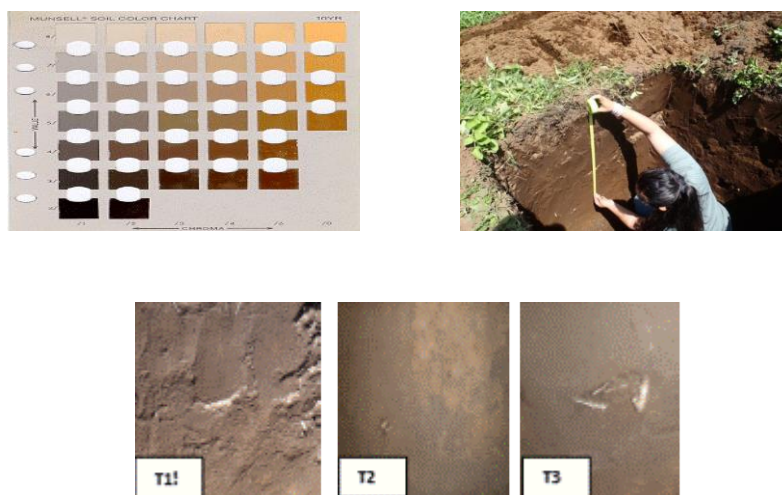


Figura 4. Colores del suelo en los diferentes sistemas de manejo agrícola en huertos de aguacate

En el suelo T2 se pudieron observar partículas moteadas, manchas de diferentes colores y sombras de color intercalado con el color dominante del suelo (figura 6.1). Lo que señala que el suelo con manejo convencional (T2), fue sujeto a condiciones de alternancia entre mojado (reducción) y secado (oxidación). Respecto a la textura cada suelo resultó con la clasificación según el triángulo de texturas como se indica en la tabla 2 y tanto el pH como la conductividad en la tabla 3. Los valores de pH indican que en general los tres suelos presentaron tendencia ácida. El más ácido se ubica en las zonas que aún presentan cubierta forestal, esto indica que presentan menos hidrólisis, es decir captan menos protones de la humedad, pueden estar conteniendo más fulvatos y humeatos que huminas. Con los resultados obtenidos, puede apreciarse que los suelos T2 se ven más afectados por los fertilizantes que se agregan constantemente y de forma desmedida, donde afectan más la pérdida de las fracciones húmicas en general, ya que pudiera haber algo de pérdida por arrastre también de las huminas, lo que

se refleja en el pH. Al comparar el suelo T1 (forestal) con el T2 (convencional), los valores de conductividad del T2 indican una tendencia esperada, ya que se sabe que cuando se aplican fertilizantes químicos, por lo general se agregan más de lo necesario, y se presentan reacciones de diferente tipo, por ejemplo las arcillas y su formación de complejos con el fósforo, la difícil asimilación de algunos metales por la planta, ya que esta toma lo necesario para realizar sus funciones fisiológicas. Estas reacciones mencionadas provocan con facilidad que la conductividad se eleve.

Tabla 2. Clasificación de cada suelo.

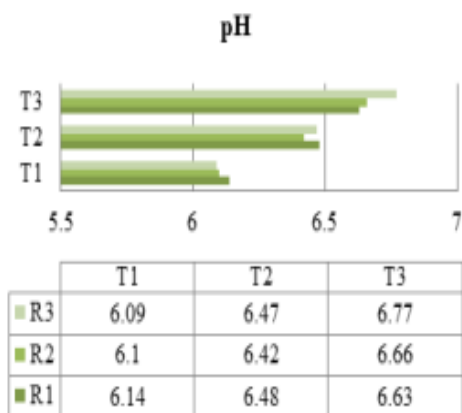
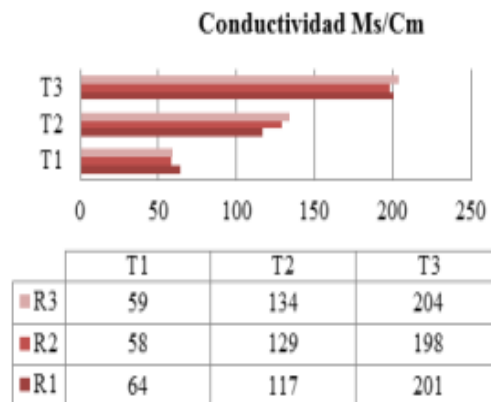


Tabla 3. Resultados en cada suelo del pH y la Conductividad



En la tabla 4 se representa la variación del potencial redox en cada suelo, donde el suelo forestal (T1) presentó el mayor valor del potencial redox lo que significa que mayor oxigenación en el mismo. El suelo orgánico presentó el menor potencial redox con menor oxigenación, sin embargo los tres presentaron potenciales positivos, que significa una oxigenación creado por las lombrices presentes que permiten en sus excavaciones esta oxigenación. Los valores de CIC de acuerdo a la clasificación de tabla 5, se encontró en el intervalo de medio y alto presentándose valores similares para los tres tratamientos. Este comportamiento es debido al contenido de arcilla, ya que en combinación con los coloides orgánicos presentes, la CIC se incrementó

Tabla 4. Valores del potencial redox en mV en los tres suelos

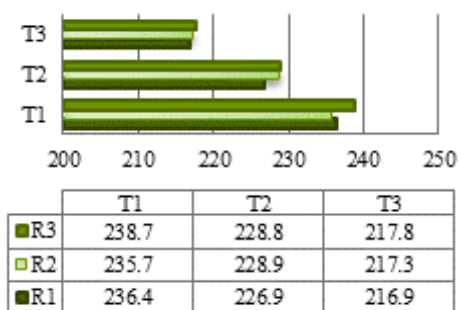


Tabla 5. Valores del CIC

Tratamiento	CIC	
	Cmol (+) Kg-1	Clasificación
T1 Forestal	29	ALTA
T2 Convencional	24	MEDIA
T3 Orgánico	25	ALTA

El menor valor para la conductividad se obtuvo en el T2 (manejo del suelo convencional), y el mayor se obtuvo con el T1 (suelo forestal). Por otro lado si se toma en cuenta la consideración de Moreno, (1979), respecto al nitrógeno, tabla 6, se puede decir que el aguacate consume mucho nitrógeno, así:

- T1 (Forestal): se determinó que su contenido en % de nitrógeno orgánico (NO) fue de 0.0304, ver tabla 7 y si se considera la tabla 6, resultó un suelo extremadamente pobre en nitrógeno.
- T2 (Convencional): su valor en % de nitrógeno orgánico fue de 0.0588, considerado pobre, debido al uso (NO) de fertilizantes nitrogenados.
- T3 (Orgánico): tuvo un valor en % de NO de 0.1058, suelo medio, en el cual se ha utilizado nitrógeno que proviene de la composta, donde esta a su vez contiene una cantidad de excreta de ganado.

Tabla 6. Relación de la calidad de un suelo en función de su contenido en nitrógeno

Categoría	Valor (%) de nitrógeno en suelo
Extremadamente pobre	< 0.032
Pobre	0.032 - 0.063
Medianamente pobre	0.064 - 0.095
Medio	0.096 - 0.126
Medianamente rico	0.127 - 0.158
Rico	0.159 - 0.221
Extremadamente rico	> 0.221

En la tabla 7 se presentan los valores de nitrógeno determinado en cada suelo, a su vez la cantidad de carbono medido como carbono orgánico (CO) se puede observar que:

- T1 (Forestal) presentó un % de CO de 5.3, lo cual indica una escasez de material húmico,
- T2 (Convencional) presentó un ligero valor más alto que el anterior sin embargo se observa que por su explotación agrícola la presencia de material húmico también fue escaso.
- T3 (Orgánico), este presentó alto valor de CO, esto es justificable por el uso del *compost* que proviene del material composteado.

Tabla 7. Resultados en los tres suelos de la región aguacatera de Michoacán

Suelos	%C	%N	C/N
T1	5.3	0.0304	174.457
T2	5.6	0.0588	95.238
T3	15.5	0.1058	146.447

Pasando a la relación C/N, que normalmente se maneja en los trabajos de suelo en la misma tabla 7, se dan los diferentes valores, así:

- En T1 (Forestal), se obtuvo una relación de 174.457 que es un valor aceptable a pesar de su pobreza en nitrógeno.
- En T2 (Convencional), el valor obtenido fue de 95.238, que indica que aún el suelo puede ser explotado un poco más pero pudiera estar en riesgo de ser empobrecido de seguirse usando cada vez más fertilizantes.
- En T3 (Orgánico), el valor que se determinó fue el más alto ya que su contenido en (CO) y (N), lo cual demuestra que la calidad es buena, pero es recomendable cuanto tiempo soportaría la explotación aguacatera y cada cuando se agregaría el material proveniente de un composteo.

En cuanto al fósforo, los resultados para los tres suelos indicaron que en general, si se consideran los valores de la tabla 8 de la clasificación de Olsen, los tres suelos resultaron pobres en P; el contenido de fosforo en el T1 tuvo un comportamiento similar al del T3 significativa por los sistemas de manejo

agrícola. Cada suelo tuvo un nivel de fósforo asimilable menor a 5.5 mg/kg y su contenido de P asimilable está influenciado por las condiciones climáticas y el cultivo.

Tabla 8. Clasificación de fósforo asimilable Olsen et al., 1954

Fósforo asimilable mg/Kg	Calidad
0-6	Muy bajo
6-12	Bajo
12-18	Normal
18-30	Alto
>30	Muy alto

CONCLUSIONES

Los suelos del área de estudio en la zona aguacatera se encuentran con principios de degradación, los suelos con manejo agrícola presentaron características químicas, físicas y biológicas menos aceptables que el suelo T1, sin embargo estas características aun tienden a amortiguar las pérdidas de suelo y nutrientes. Las prácticas de manejo orgánico utilizadas en la región no han mejorado la calidad del suelo ya que los parámetros estudiados indican que existe poca variabilidad entre este y el manejo convencional. El suelo T1, el T2 y el T3 presentaron deficiencias de nitrógeno, que van de medio a deficiente de este nutriente. Respecto a la relación C/N los suelos T1 y T3 resultaron de mejor calidad al contener un material húmico mayor. Se determina que la pérdida en la calidad del suelo está relacionado con la pérdida de la vegetación original (bosques, áreas forestales), lo cual tiene como efecto directo más importante la pérdida de materia orgánica. Las prácticas agrícolas como cambio de uso del suelo, aplicación de fertilizantes y plaguicidas, así como el uso de maquinaria agrícola, afectan directamente al suelo en factores como salinización, disminución en la protección del mismo, baja asimilación de nutrientes y pérdida de estructura.

REFERENCIAS

- Alcalá J, M., Ortiz C.A., Gutiérrez, M. del C. (2001). Clasificación de los suelos de la meseta tarasca, Michoacán, Terra volumen 19 núm. 3.
- Chanderbali, A. S., Albert, V. A., Ashworth, V. E.T.M., M. T. Clegg, Litz R. E., D.E. Soltis, y Soltis P. S. (2008) . Persea americana (avocado): bringing ancient flowers to fruit in the genomics era. *BioEssays* 30: 386–396.
- Espinoza, F. H. R., Labrador, P. M., la Paz, O. C., Salgado, S. Z., y Larios, L. F. (2007). Efectos de los sistemas de manejo en el estado físico de un suelo arenoso (Yermosol Háplico) de una Zona Árida de Baja California Sur, México. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 16: 74-76.
- FAO. (2009). Guía para la descripción de suelos. Proyecto FAO-SWALIM, Nairobi, Kenya, Universidad Mayor de San Simón, Bolivia.
- Gallardo, J.F. (1980). El Humus. *Revista: Investigación y ciencia*. 46: 8-16.
- Gómez, A. (2000). Agricultura orgánica: Una alternativa posible. Domínguez, A. y RG Prieto (coordinadores) "Perfil Ambiental del Uruguay". NORDAN. Montevideo, Uruguay, 14-30.
- Gutiérrez, M.; Lara, M.B.N.; Guillen, H.; Chavez A. T. (2010), Agroecología de la franja aguacatera en Michoacán, México, *INTERCIENCIA*, 35 (9).
- León, G de J.; Hernández, C.; Peñ, F.; Riverol, M.; Bernal Y. (2005). Efectos de los sistemas de manejo sobre el estado físico de un suelo pardo grisáceo (Inseptisol) del Escambray, Centro Agrícola, 32 (1).

Moreno, D. (1978) Clasificación de pH del suelo, contenido de sales y nutrimentos asimilables. INIA, SARH. México, D.F. 22 p.

Olsen, S. R.; C. V., Cole; Watanabe, F. S.; Dean, L. A. (1954). Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. Department of Agriculture. Circular 939. U.S. Washington, D. C.

Schulze D.G. (1993). Significance of organic matter in determining soil colors. Soil Color. Special publication (31). Soil Science Society of America Pp 71-90. Madison, WI. USA

SFA (2011). Monografía del aguacate. SAGARPA

Simón Zamora J.I. (2013) Análisis Comparativo de Minerales en Aguacate Orgánico (var. Hass) y Ag. Convencional GAIA, SA de CV.