

LAS CLASES DE TIERRAS CITRÍCOLAS DEL EJIDO PUEBLILLO, PAPANTLA, VERACRUZ

Land Classes with Citrus Production of the Ejido Pueblillo Papantla, Veracruz

Gustavo Cruz Cárdenas^{1‡}, Carlos A. Ortiz S.¹, Ma. del Carmen Gutiérrez C.¹
y Ángel Villegas Monter¹

RESUMEN

La clasificación de tierras, a partir del conocimiento local, permite diferenciar a los tipos de suelos presentes en un área y establecer sus relaciones con arvenses, labranza y rendimiento. En el presente estudio se comparó el conocimiento que tienen los campesinos del ejido Pueblillo sobre la aptitud de sus suelos para la producción de naranja, con los criterios técnicos. Se identificaron tres clases de tierra (arenal, barrial y vega de río) que se agruparon en seis subunidades de suelos según el sistema FAO/UNESCO, cinco subunidades de acuerdo con la World Reference Base y cinco subgrupos en relación con la Taxonomía de Suelos. El conocimiento local sobre el recurso suelo se consideró detallado, porque reconoce tanto capas superficiales como subsuperficiales e identifica espacialmente a la clase de tierra con mayor aptitud en la producción de naranja. La mineralogía de los suelos de las clases de tierras no influye en la producción.

Palabras clave: *rendimiento de naranja, mineralogía, cartografía de suelos, criterios locales, criterios técnicos.*

SUMMARY

Land classification, based on local knowledge, permits differentiation of soil types present in an area and determination of their relationships with non-target plants (*arvenses*), tillage and yield. In this study farmers' knowledge of soil aptitude for orange production in the ejido Pueblillo, was compared with technological approaches. Three land classes (sandy, clay, and river silt) were identified. These soils were classified in six

soil subunits according to the FAO/UNESCO system, five soil subunits according to the World Reference Base and five subgroups related to Soil Taxonomy. Local knowledge of soil is detailed, considering both surface and subsurface layers and correctly identifying spatially the land class that is most apt for orange production. Soil mineralogy of land classes does not affect orange production.

Index words: *orange yield, mineralogy, soil cartography, local approaches, technical approaches.*

INTRODUCCIÓN

Información técnica referente a suelos, que se utilicen para la producción de naranja, está relacionada con algunas de sus propiedades: pH, materia orgánica (MO), conductividad eléctrica (CE) y textura (Doorenbos y Kassam, 1979; Morin, 1980; Loussert, 1992; Agusti, 2000). Sin embargo, no mencionan la clasificación científica del suelo ni la superficie que cubren; es decir, se carece del conocimiento sobre, ¿cómo son? y ¿dónde están? los suelos que producen naranja. Esto significa que la información técnica sólo se puede aplicar cuando mucho a la huerta de referencia, lo cual limita la transferencia de tecnología a otra región o país.

Países productores de naranja, como Brasil, Estados Unidos y España, cuentan con información de sus suelos (Gómez *et al.*, 1994). Estos países se localizan en diferentes condiciones climáticas (desde semiáridas hasta tropicales), dentro de los 20° y 40° N y S (Agusti, 2000). Lo anterior provoca que los paquetes tecnológicos desarrollados en esos países no se puedan transferir a México sin una validación previa.

En México, estudios relacionados con cítricos y el suelo son escasos. En Oaxaca se realizó una zonificación agroecológica del naranjo, donde se utilizó información edafológica del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 1988) y datos climáticos (precipitación y temperatura) de las estaciones meteorológicas del estado de Oaxaca; además de

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. 56230 Montecillo, Estado de México.

[‡] Autor responsable (gcruz@colpos.mx)

características del clima y suelo de zonas productoras de naranja en el país (Martínez, 1994). No obstante, el problema de este estudio es la calidad de los datos.

De acuerdo con Lleverino *et al.* (2000), la calidad de la información edáfica reportada por el INEGI tiene un porcentaje de ocho y de cero en cuanto a precisión y exactitud, respectivamente. Esto significa que esta información se puede utilizar sólo como referencia, pero no para trabajos de investigación. Por otra parte, el estado de Oaxaca está fuera de los límites geográficos donde se ha encontrado que el naranjo crece favorablemente (Loussert, 1992).

Los principales estados productores de naranjo son Nuevo León, Tamaulipas y Veracruz. Estos estados sí están en la franja climática señalada en la literatura (Agusti, 2000). No obstante, se carece de información sobre las propiedades edáficas (físicas, químicas y mineralógicas) en la cual se localizan los huertos (Curti *et al.*, 1993).

Una alternativa para resolver el problema de la ubicación de los suelos es el uso de la clasificación de tierras a partir del conocimiento local del productor, que no sólo separa a los diferentes tipos de suelos existentes en una zona y su superficie, sino que también se relaciona con otros aspectos, como tipo de arvenses, laboreo, rendimiento y materiales que le dieron origen (Ortiz y Gutiérrez, 2001; Sánchez *et al.*, 2002; Segura *et al.*, 2005), lo que proporciona un conocimiento útil para la determinación del uso de la tierra.

Por lo anterior, los objetivos del presente estudio fueron 1) comparar el conocimiento que tienen los campesinos del ejido Pueblillo, Papantla, Ver., sobre sus suelos y en específico de aquéllos para la producción de naranja, con el conocimiento generado por los técnicos; 2) evaluar si existe diferencia entre ambos criterios y cuál es el más acertado en la ubicación de los suelos más aptos para el cultivo de naranjo; 3) analizar la información edáfica del INEGI con la generada a partir del conocimiento local; 4) analizar mineralógicamente a los suelos para explorar su fertilidad potencial y determinar si los minerales presentes tienen una relación con la producción de naranja.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ejido de Pueblillo se ubica al sur del municipio de Papantla, Ver., México; sus coordenadas centrales son 20° 15' N y 97° 15' O, a 120 m de altitud promedio, y cuenta con una superficie de 2296 ha.

Cartografía de Tierras, Descripción de Perfiles de Suelo y Análisis de Laboratorio

La cartografía de clases tierras se realizó a partir del conocimiento local con la metodología propuesta por Ortiz *et al.* (1990). Con base en el mapa generado, se ubicaron sitios representativos en cada clase de tierra, se realizó un pozo pedológico y se describió el suelo de acuerdo con el manual elaborado por Cuanalo (1990). Se colectaron muestras por horizontes y se les analizaron en el laboratorio con los procedimientos y métodos descritos en el manual propuesto por el ISRIC (Van Reeuwijk, 1995). Las determinaciones físicas y químicas que se efectuadas en las muestras fueron: color, carbono orgánico (Walkley-Black), pH 1:1 en agua, carbonatos de calcio (neutralización ácida), densidad aparente, análisis del tamaño de partículas (método de la pipeta), cationes intercambiables y capacidad de intercambio catiónico (acetato de amonio).

Análisis Mineralógico

A cada muestra de suelo se le realizó un análisis mineralógico de la fracción gruesa ($> 50 \mu\text{m}$) y la fracción fina ($< 2 \mu\text{m}$). La fracción arenosa se separó con varios tamices y se analizó la fracción de tamaño de $250 \mu\text{m}$. Los granos se montaron en un portaobjetos utilizando resina, se cuantificó a 100 granos por lámina por conteo de líneas, utilizando para ello un microscopio petrográfico. Para la fracción arcillosa se utilizó 1 g, se colocó en agua y se dispersó con ultrasonido. Se tomaron unas gotas de la suspensión y se depositó en un portaobjetos para su análisis por difracción de rayos X (Van Reeuwijk, 1995). Los difractogramas obtenidos se interpretaron con la ayuda de un registro de datos de difracción (ICDD, 2002).

Comparación de la Cartografía de Suelos

Para obtener la cartografía de suelos se utilizaron tres métodos: FAO/UNESCO (1970), WRB (1998) y Taxonomía de Suelos (Soil Survey Staff, 2003), usando tanto los datos de campo como las determinaciones en laboratorio. El mapa de clases de tierra clasificado con la Leyenda del mapa mundial de FAO/UNESCO (1970) se comparó con la información reportada por la Carta Edafológica del INEGI, para establecer la calidad de la información oficial. Para ello, se homogeneizaron

las escalas y se estudiaron las coincidencias entre unidades, que fue a partir de un análisis visual.

Criterios Técnicos y Locales

Las propiedades del suelo que se consideraron fueron pH, CE, MO y profundidad; criterios técnicos considerados a partir de Doorenbos y Kassam (1979), Morin (1980), Loussert (1992) y Agusti (2000) (Cuadro 1).

Se entrevistó a 12 productores para conocer las características cualitativas y cuantitativas que ellos identifican de sus tierras, así como, para saber cuáles clases de tierra son mejores para el naranjo y el rendimiento. Cabe indicar que las entrevistas fueron en formato libre, abarcando puntos como manejo de las plantaciones, rendimiento, características de sus clases de tierras y calidad de la fruta. La comparación entre el conocimiento técnico y el campesino se realizó a través de las clases de tierras resultantes de la cartografía local. Cada una de las clases se consideró como una unidad y dentro de ellas se seleccionaron plantaciones de edades similares (variación de ± 6 años) con un plan de manejo semejante (con respecto a poda, control de malezas, arreglo de la plantación, fertilización y portainjerto).

A los resultados obtenidos se les aplicó un análisis de varianza (ANOVA) mediante un diseño completamente al azar, con el fin de efectuar una comparación múltiple de medias con el método de Tukey ($\alpha = 0.05$). El propósito fue encontrar a la clase de tierra con el mayor rendimiento (mejor tratamiento) y contar con evidencias para determinar cuál de los dos criterios era el más acertado.

Se generó un cuadro con los criterios edáficos técnicos para el cultivo de naranja, a través de la determinación de los valores ponderados de pH, CE y MO de nueve perfiles de suelo hasta la profundidad

Cuadro 1. Criterios edáficos para el cultivo de naranja.

Clase	pH	CE [§] dS m ⁻¹	Profundidad m	MO [¶] %
Muy apta	5.5 a 7.0	< 2.3	> 1.0	> 1.5
Apta	5.5 a 7.0	< 2.3	> 1.0	< 1.5
Moderadamente apta [†]	5.5 a 7.0	< 2.3	< 1.0	< 1.5
No apta [‡]	> 7.0	> 2.3	< 1.0	< 1.5

[†] Se agrupan en esta categoría cuando no se cumple con dos requisitos. [‡] Se agrupan en esta categoría cuando no se cumple con tres o más requisitos.

[§] CE = conductividad eléctrica, [¶] MO = materia orgánica.

de 1 m. Para analizar los resultados se empleó un diseño completamente al azar, en donde las clases de tierras corresponden a los tratamientos y los perfiles a las repeticiones, se les aplicó un ANOVA y la comparación de medias empleando Tukey, $\alpha = 0.05$

Relación Mineralogía-Productividad

A partir del análisis mineralógico del suelo de cada clase de tierra se estableció una correlación entre el rendimiento y los minerales presentes en cada fracción, y se compararon las fracciones gruesas y finas que tienen mayor significancia en la fertilidad potencial del suelo y su relación con el rendimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cartografía de Clases de Tierras

Los campesinos reconocen tres clases de tierras en el ejido de Pueblillo y las denominan como: arenal, barrial y vega de río. Las clases de tierra arenal y barrial se presentan en zonas de lomeríos (10 a 60% de pendiente) y ocupan 15.6 y 74.9% de la superficie, respectivamente. Las tierras de vega de río se ubican en los planos de inundación con 9.5% de la superficie de la zona de estudio (Figura 1).

La clase de tierra arenal se caracteriza por ser arenosa cuando seca, no se pega cuando húmeda y es blanda. Los ejidatarios señalan que tiene dos capas: la que corresponde a la parte superior es conocida como arena negra (de color pardo grisáceo) y la subsuperficial como arena blanca (de color gris claro a blanco); esta última capa retiene menos humedad y es menos fértil. En esta clase de tierra crece el zacate trencilla (*Paspalum vaginatum*). Son las tierras que poseen la mayor proporción de arena de las tres clases identificadas (aproximadamente 64%).

La clase de tierra barrial cuando está seca es dura y tiene grietas con más de 1 cm de ancho que se extienden hasta una profundidad de 20 a 30 cm y en estado húmedo es pegajosa. Al igual que en la tierra arenal, los productores distinguen dos capas: el barro negro (pardo grisáceo a gris oscuro) que se encuentra en la superficie y el barro amarillo (pardo muy claro a pardo amarillento claro) que se ubica en el subsuelo. En la zona se comenta que entre mayor espesor tenga el primer estrato, mayor fertilidad tendrá la tierra. El zacate estrella (*Cynodon plectostachyum*) crece preferentemente en esta clase de

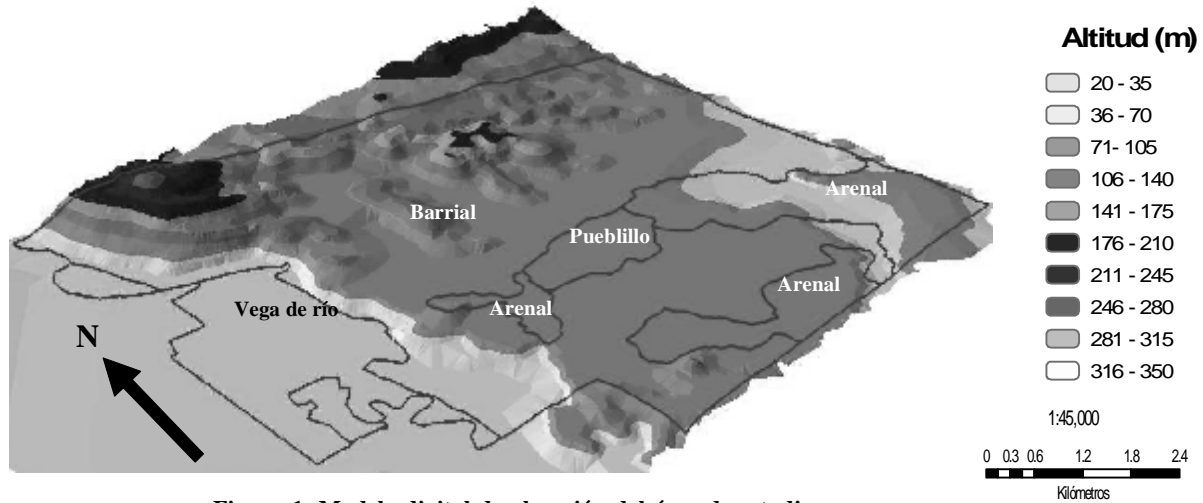


Figura 1. Modelo digital de elevación del área de estudio.

tierra. Estos terrenos son los que presentan los mayores contenidos de arcilla y limo en promedio (52 y 43%, respectivamente).

La tierra de vega de río se encuentra en planicies de inundación, por lo tanto, está húmeda más tiempo y cuando se seca muestra grietas al igual que el barrial, pero de menor tamaño. Los productores señalan que con “poca agua” esas fisuras se cierran.

De acuerdo con la experiencia de un agricultor, la tierra vega de río se estaba pareciendo más al barrial, pero después de la inundación de 1999 “se renovó”. Su textura es fina como la del barrial, pero ésta tiene menor contenido de limo (37%) y mayor porcentaje de arena (11.6%).

Clasificación Científica de Suelos

La clasificación de los suelos de las clases de tierras del ejido Pueblillo se presenta en el Cuadro 2. En este cuadro se aprecia que la única clase en la que varían los suelos es en la denominada arenal; su variación se debe a una disminución en el porcentaje de saturación de bases (PSB) por el probable manejo del recurso (en los clasificados como Rankers) y por su ubicación al limitar con otras clases de tierras como los Chernozems que colindan con los Vertisoles. Al respecto Hudnall *et al.* (2000) e ISSS-ISRIC-FAO (1994) indican que algunos Dystrustepts (Umbrisol en la WRB) se han formado a partir de Molisoles, por la desaturación de bases en el epipedón mólico como resultado de acciones humanas, principalmente por las actividades agrícolas. Por otra parte, Porta *et al.* (1999) señalan que los límites entre

suelos no son abruptos como podría desprenderse de su representación en el mapa, sino que se tiene un cambio gradual en donde se comparten características.

Comparación de la Cartografía de Suelos

En la Figura 2 se muestra la comparación de los mapas de clases de tierra con el que reporta INEGI. Sólo existe coincidencia taxonómica en una unidad (Vertisoles), aunque no espacialmente, ya que ésta abarca el área de los Fluvisoles. En el resto de las subunidades,

Cuadro 2. Clasificación de los suelos del ejido Pueblillo, con tres sistemas.

Clase de tierra	FAO/UNESCO 1970	WRB 1998	Taxonomía 2003
Arenal	Rankers	Umbrisoles háplicos	Humic dystrustepts
Arenal	Chernozems cálcicos	Phaeozems calcáricos	Fluentic haplustolls
Arenal	Feozems háplicos	Phaeozems háplicos	Enthic haplustolls
Barrial	Vertisoles crómicos	Vertisoles cálcicos	Typic calciusterts
Barrial	Vertisoles pélicos	Vertisoles cálcicos	Typic calciusterts
Barrial	Vertisoles crómicos	Vertisoles cálcicos	Typic calciusterts
Vega de Río	Fluvisoles dístricos	Fluvisoles dístricos	Vertic ustifluvents
Vega de Río	Fluvisoles dístricos	Fluvisoles dístricos	Vertic ustifluvents
Vega de Río	Fluvisoles dístricos	Fluvisoles dístricos	Vertic ustifluvents

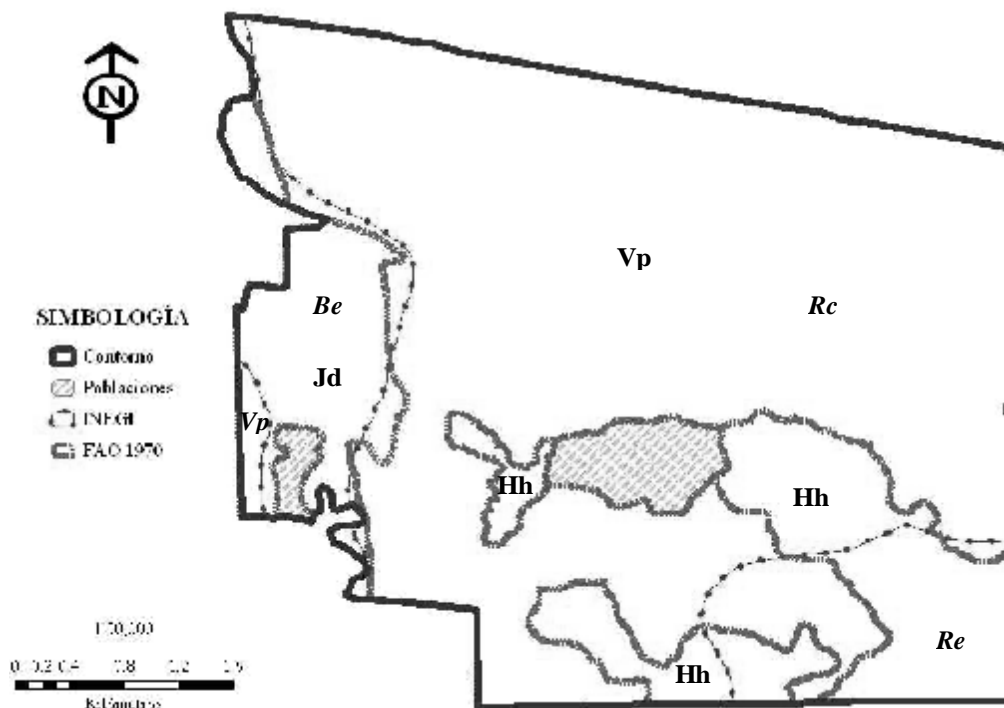


Figura 2. Comparación de mapas. INEGI: Cambisoles eútricos (Be); Regosoles calcáricos (Rc); Regosoles eútricos (Re); Vertisoles pélicos (Vp). FAO 1970: Fluvisoles dístricos (Jd); Phaeozems háplicos (Hh); Vertisoles pélicos (Vp).

el INEGI los clasificó como Regosoles calcáricos y Regosoles eútricos, a pesar de cumplir con las características para denominarlos como Vertisoles crómicos y Phaeozems háplicos, respectivamente. Lo anterior fortalece la afirmación de que el INEGI clasifica a los suelos con poco rigor científico; es decir, es común que los suelos reportados en las cartas edafológicas se presenten en asociaciones con otros suelos; además, no se reportan sus porcentajes de ocurrencia y no se muestran los datos de campo y de laboratorio necesarios para que avalen su nomenclatura. Por el contrario, la cartografía de las clases de tierras a partir del conocimiento local constituye un mapa base de buena calidad, debido a que identifica y describe con precisión a las distintas unidades cartográficas presentes en el área (Alfaro *et al.*, 2000; Lleverino *et al.*, 2000; Alcalá *et al.*, 2001; Sotelo y Ortiz, 2001).

Comparación de Criterios Técnicos y Locales para la Producción de Naranja

Las plantaciones de naranja (*Citrus sinensis*) que se escogieron tienen una antigüedad de 10 a 16 años, usan la variedad Valencia y como portainjerto a naranja agrio

(*Citrus aurantium*). El manejo característico de las huertas consiste en que los árboles estén plantados a 6 x 6 m; con la eliminación de chupones (ramas improductivas) y el secapalo (*Struthanthus densiflorus*) que se realiza dos veces por año en los meses de febrero a marzo y de septiembre a octubre. El control de malezas se realiza de forma manual y química; la cosecha se realiza a partir del mes de diciembre y concluye en enero. En el Cuadro 3 se presentan los rendimientos promedios de las huertas de acuerdo con los productores entrevistados. Estos promedios están por encima de la media estatal y nacional que es de 12.12 y 11.87 Mg ha⁻¹, respectivamente (SAGARPA, 2005).

Cuadro 3. Rendimiento de naranja en tres clases de tierras. 2004.

Clase de tierra	Rendimiento
	Mg ha ⁻¹
Arenal	13.2 b [†]
Barrial	12.43 b
Vega de Río	18.05 a
DMS 5%	3.76

[†] Medias con la misma letra en la columna son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$).

De acuerdo con la experiencia de los agricultores, el naranjo puede adaptarse a las diferentes clases de tierras que existen en el ejido. Sin embargo, se logran mejores cosechas en la tierra vega de río. Los campesinos argumentan que esto se debe a que la tierra es blanda y permanece con buena humedad durante casi todo el año.

En el Cuadro 4 se presenta las propiedades edáficas de las clases de tierra, consideradas para evaluar la aptitud en la producción de cítricos. La clase de tierra arenal y la de vega de río resultaron ser más aptas para el cultivo de naranja a partir de criterios edáficos, mientras que la clase de tierra barrial fue moderadamente apta.

Los agricultores mencionan que la clase de tierra vega de río favorece la producción de naranja, así como de otros cultivos; también señalan que la tierra arenal es apta, pero sólo cuando cuenta con una capa superficial espesa.

Cuando se compararon los dos criterios (técnico y local) se observó que ambos llegan aparentemente a las mismas conclusiones. Sin embargo, el criterio técnico sólo considera propiedades del suelo y el conocimiento local agrupa un conjunto de variables no sólo edáficas, sino climáticas, vegetación y manejo (Ortiz y Gutiérrez, 2001). Las tierras vega de río y arenal son las mejores para la plantación de naranja, porque en ellas se obtienen los mejores rendimientos de la zona y tienen las propiedades pedológicas favorables establecidas por los técnicos; además, el conocimiento local tiene la ventaja que es espacial, es decir, que puede servir como marco de referencia para delimitar el problema a estudiar. De acuerdo con Ortiz *et al.* (2005), las clases de tierras corresponden al nivel más bajo de los sistemas de clasificación científica; es decir, a la serie de suelo. Al respecto, Brady y Weil (1999) señalan que esta última es el área mínima de muestreo en la cual se puede establecer apropiadamente su manejo. Asimismo, con la ayuda del conocimiento del recurso suelo por parte de los campesinos, es posible identificar las principales

limitantes y las mejores condiciones edáficas para la producción de cultivos (Sánchez *et al.*, 2002).

Análisis Mineralógico

La goethita es el mineral que está presente en la tierra vega de río y su porcentaje disminuye conforme aumenta la profundidad; la pómez y los organismos silicios son los dominantes en la tierra arenal, mientras que el cuarzo es el único mineral común en los dos perfiles.

La fracción fina de los suelos del ejido Pueblillo está dominada principalmente por óxidos de Fe, esmectitas, vermiculitas, muscovita, biotita, illita y calcita. De acuerdo con Bigham *et al.* (2002), estos minerales se ubican en suelos, sedimentos y rocas, e incluyen variedades de minerales formados en diferentes condiciones ambientales; además, tienen un fuerte poder de pigmentación, como los óxidos de Fe, ya que aun en pequeñas cantidades imponen colores llamativos como el rojo y amarillo. En relación con el cuarzo, Monger y Kelly (2002) mencionan que son el segundo grupo de minerales abundantes en la superficie terrestre. Las micas se presentan en suelos de todo el mundo, ellas contienen minerales primarios como K, el cual interviene en la nutrición de las plantas (Thompson y Ukrainczyk, 2002). Las arcillas silicatadas son minerales que influyen significativamente las propiedades químicas y físicas de los suelos, porque son partículas de tamaño pequeño, con alta superficie específica y elevada capacidad de intercambio catiónico (Schulze, 2002). Los carbonatos están asociados frecuentemente con ambientes áridos o semiáridos, donde la evaporación es mayor que la precipitación; o bien, son heredados del material parental como sucede en este estudio, cuya roca original es la lutita calcárea y, por ello, no son considerados como pedogenéticos (Doner y Grossl, 2002).

También se encontró que algunos minerales son característicos de ciertas clases de tierras; por ejemplo, la cristobalita, hematita y magnetita (Figura 3) son típicos

Cuadro 4. Aptitud de las clases de tierras a partir de criterios edáficos técnicos.

Clase de tierra	pH	Conductividad eléctrica	Materia orgánica	Aptitud
		dS m ⁻¹	%	
Arenal	6.50 a [†]	0.17 b	0.69 b	Apta
Barrial	7.82 a	0.32 a	1.08 a	Moderadamente apta
Vega de río	6.70 a	0.21 ab	0.98 a	Apta
DMS 5%	ns	0.14	0.26	

[†] Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$).

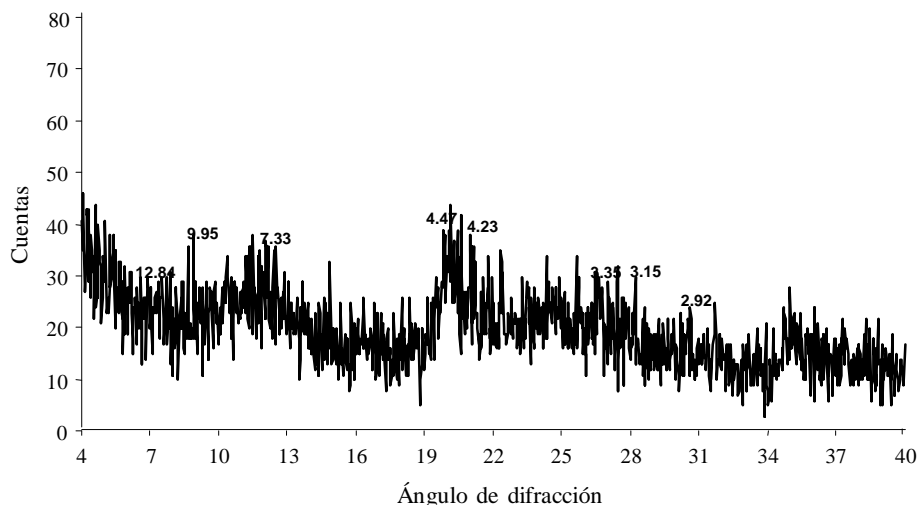


Figura 3. Patrones de difracción de rayos X del horizonte Ap, perfil 5. Esmectita-12.8 nm; Biotita-9.95 nm; Caolinita-7.73 nm; Illita-4.47 nm; Tridimita-4.23 nm; Cuarzo-3.35 nm; Feldespatos-3.15 nm; Magnetita-2.92 nm.

del arenal (Molisol) y de la vega de río (Entisol). Lynn *et al.* (2002) indican que los Molisoles pueden contener variedades de minerales, pero la esmectita o la illita son las predominantes en la fracción arcillosa; reportan además, que la alta saturación de bases y pH ligeramente alto tienden a inhibir la formación de vermiculitas y esmectitas interlaminares. Lynn *et al.* (2002) y Nordt *et al.* (2000) señalan que los Entisoles tienen poca evidencia de intemperización y su mineralogía es diversa porque la mayoría de los minerales son heredados del material parental.

Los elementos aportados al suelo (fertilidad potencial) por los minerales presentes en las tres clases de tierras son similares, estos son: Fe, K, Mg y Ca (Ortiz y Ortiz, 1990; Porta *et al.*, 1999) con algunas excepciones como el de la tridimita (SiO_2) que se encuentra sólo en la tierra arenal. Todo esto indica que la mineralogía de las clases de tierras no influyó en el rendimiento (Cuadro 5).

CONCLUSIONES

- El conocimiento local que se tiene sobre el recurso suelo es detallado, por que no sólo se reconoce la capa superficial como en otros estudios sino también la capa subsuperficial. Lo anterior le permite al citricultor del ejido Pueblillo distinguir entre las tres clases de tierras cuál es la más apta para la producción de naranja.
- Los resultados de la evaluación de la información edafológica del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) mostraron falta de concordancia entre las unidades de suelos reportados por

esta dependencia y los obtenidos con el mismo sistema de clasificación en el área de estudio.

- Aunque el conocimiento técnico y local llegan a las mismas conclusiones en cuanto a aptitud de suelos para la producción de naranja, el conocimiento local es espacial y el manejo es específico para cada clase de tierra, mientras que el técnico es puntual, por lo que se requiere de mayor tiempo y presupuesto para conseguir los mismos resultados que el conocimiento local.
- La mineralogía de los suelos de las clases de tierras de la zona no influyó en la producción de naranja por que la fertilidad potencial es similar, es decir, los elementos que son aportados al suelo por los minerales son los mismos.

LITERATURA CITADA

- Agusti, M. 2000. Citricultura. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Alcalá-de J., M., C. A. Ortiz-S. y M. C. Gutiérrez-C. 2001. Clasificación de los suelos de la Meseta Tarasca, Michoacán. *Terra* 19: 227- 239.
- Alfaro-O., R. E., C. A. Ortiz-S., C. A. Tavarez-E.; M. C. Gutiérrez-C. y A. Trinidad-S. 2000. Clasificaciones técnicas de suelos en combinación con el conocimiento local sobre tierras, en Santa María Jajalpa, Estado de México. *Terra* 18: 93-101.
- Bigham, M. J., R. W. Fitzpatrick, and D. G. Schulze. 2002. Iron oxides. pp. 323-366. *In*: J. B. Dixon and D. G. Schulze (eds.). *Soil mineralogy with environmental applications*. SSSA Book Series 7. Soil Science Society of America. Madison, WI, USA.
- Brady, C. N. and R. R. Weil. 1999. *The nature and properties of soils*. 12th ed. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ, USA.
- Cuanalo de la C., H. 1990 *Manual para la descripción de perfiles de suelo en el campo*. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México.

Cuadro 5. Composición mineralógica de la fracción fina (< 2 µm) de las clases de tierras.

CT/Horizonte	Profundidad cm	Mineral						Fertilidad [†] potencial
		Esmectita	Feldespatos	Goethita	Illita	Caolinita	Tridimita	
Barrial								
Ap	0-15	xx [‡]	xx	xx				
A	15-31	xx	xx	xx		xx		
Bssk	31-45	xx	x	xx	xxx	xx		Mg, K, Ca, Fe
Bssk ₂	45-75	xx	x		xx	xx		
Bkc	75-106	xx	xx	xx	xx	xx		
Ckc	106-145	xx	xx		xx	xx		
Arenal								
Ap	0-25	xx	xx		xx	xx	xx	
A	25-48	xx	xx	xx	xx	xx	xx	
Bw	48-73	xx	x		xx		xx	
C	73-86	xx	xx	xx	xx	xx		
C ₂	86-120	xx	xx	xx	xx	xx	xx	Mg, K, Ca, Fe,
C ₃	120-152	xx		xx	xx	xx		SiO ₂
Vega de río								
Ap	0-10	xx	x		xx	xx		
2Ap ₂	10-30	xx	x		xx	xx		
3C	30-55	xx	x		xx	xx		
4C	55-82	xx	xx		xx	xx		
5C	82-95	xx	x	xx	xx	xx		
6C	95-131	xx	x	xx	xx	xx		Mg, K, Ca, Fe

[†] Fuente: Porta *et al.* (1999); [‡] Conteo de minerales: x = 0-25, xx = 26-50, xxx = 51-75, xxxx = 76-100.

Curti D., S. A., M. Orozco S., U. Díaz Z., X. Loredó, R. Rodríguez M., R. A. Parra Q. y J. A. Sandoval R. 1993. Manual de producción de los cítricos en Veracruz. Folleto para productores Núm. 5. Centro de Investigación Regional del Golfo Centro. INIFAP. SAGAR. Papantla, Ver., México.

Doner, E. H. and P. R. Grossl. 2002. Carbonates and evaporites. pp. 199-228. *In*: J. B. Dixon and D. G. Schulze (eds.). Soil mineralogy with environmental applications. SSSA Book Series 7. Soil Science Society of America. Madison, WI, USA.

Doorenbos, J. y A. Kassam. 1979. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Food and Agricultural Organization. Roma, Italia.

FAO/UNESCO (Food and Agricultural Organization of the United Nations). 1970. Clave de unidades de suelos para el mapa de suelos del mundo. Secretaría de Recursos Hidráulicos. Dirección de Agrología. México, D. F.

Gómez, C., M. A. R. S. Rindermann y A. Barrera G. 1994. El limón persa en México. Una opción para el trópico. CIESTAAM. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México.

Hundall, H. W., L. M. West, E. C. Benham, and L. P. Wilding. 2000. Inceptisols. pp. E242-E255. *In*: M. E. Summer (ed.). Handbook of Soil Science. CRC Press. Boca Raton, FL, USA.

ICDD (International Centre for Diffraction Data). 2002. <http://www.zoomerang.com/survey.cgi?p=WEB224HQLLEE3A> (Consulta: agosto 30, 2005).

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1984. Carta edafológica escala 1:250 000 (Poza Rica F14-12). INEGI. Aguascalientes, México.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1988. Atlas nacional del medio físico de los Estados Unidos Mexicanos. México, D. F.

ISSS-ISRIC-FAO (Internacional Society of Soil Science-International Soil Reference and Information Centre-Food and Agriculture Organization). 1994. Word reference base for soil resources. FAO. Rome, Italy.

ISSS-ISRIC-FAO (Internacional Society of Soil Science-International Soil Reference and Information Centre-Food and Agriculture Organization). 1998. World reference base for soil resources. World soil resources report 84. FAO. Rome, Italy.

Lleverino-G., E., C. A. Ortiz-S. y M. C. Gutiérrez-C. 2000. Calidad de los mapas de suelos en el ejido de Atenco, Estado de México. Terra 18: 103-113.

Loussert, R. 1992. Los agrios. Trad. al español por V. Almela Oregna y M. Agusti Fonfria. Mundi-Prensa. Madrid, España.

Lynn, C. W., R. J. Ahrens, and A. L. Smith. 2002. Soil mineral, their geographic distribution, and soil taxonomy. pp. 691-709. *In*: J. B. Dixon and D. G. Schulze (eds.). Soil mineralogy with environmental applications. SSSA Book Series 7. Soil Science Society of America. Madison, WI, USA.

Monger, C. H. and E. E. Kelly. 2002. Silica minerals. pp. 611-635. *In*: J. B. Dixon y D. G. Schulze (eds.). Soil mineralogy

- with environmental applications. SSSA Book Series 7. Soil Science Society of America. Madison, WI, USA.
- Morin L., Ch. 1980. Cultivo de cítricos. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica.
- Nordt, C. L., M. E. Collins, D. S. Fanning, and H. C. Monger. 2000. Entisols. pp. E224-E242. *In*: M. E. Summer (ed.). Handbook of Soil Science. CRC Press. Boca Raton, FL, USA.
- Ortiz S., C. A. and M. C. Gutiérrez C. 2001. Mexican ethnopedology: the experience in soil mapping. International Conference. Science and Tradition: Roots and Wings for Development. Royal Academy of Overseas. Sciences and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 107-136.
- Ortiz S., C. A., D. Pájaro-H. y V. M. Ordaz-Ch. 1990. Manual para la cartografía de clases de tierra campesinas. Serie de Cuadernos de Edafología 15. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México.
- Ortiz S., C. A., M. C. Gutiérrez C., A. L. Licona V., and P. Sánchez G. 2005. Contemporary influence of indigenous soil (land) classification in Mexico. *Euras. Soil Sci.* 38 Suppl.: S89-S94.
- Ortiz V., B. y C. A. Ortiz-S. 1990. Edafología. 7a ed. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México.
- Porta, C. J., M. López A. y C. Roquero de L. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Mundi-Prensa. Barcelona, España.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2005. Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx> (Consulta: julio 25, 2005).
- Sánchez-G., P., C. A. Ortiz-S., M. C. Gutiérrez-C. y J. D. Gómez-D. 2002. Clasificación campesina de tierras y su relación con la producción de caña de azúcar en el sur de Veracruz. *Terra* 20: 359-369.
- Schulze, D. G. 2002. An introduction to soil mineralogy. pp. 1-35. *In*: J. B. Dixon and D. G. Schulze (eds.). Soil mineralogy with environmental applications. SSSA Book Series 7. Soil Science Society of America. Madison, WI, USA.
- Segura C., M. A., M. C. Gutiérrez C., C. A. Ortiz S. y P. Sánchez G. 2005. Régimen de humedad y clasificación de suelos pomáceos del Valle Puebla-Tlaxcala. *Terra Latinoamericana* 23: 13-20.
- Soil Survey Staff. 2003. Keys to soil taxonomy. Natural Resources Conservation Service-US Department of Agriculture. Washington, DC, USA.
- Sotelo-R., D. E. y C. A. Ortiz-S. 2001. Comparación de la información edafológica de INEGI, con la generada por la clasificación campesina de tierras en Oriental, Puebla, México. *Terra* 19: 211-217.
- Thompson, L. M. and L. Ukrainczyk. 2002. Micas. pp. 431-466. *In*: J. B. Dixon y D. G. Schulze (eds.). Soil mineralogy with environmental applications. SSSA Book Series 7. Soil Science Society of America. Madison, WI, USA.
- Van Reeuwijk, L. P. 1995. Procedures for soil analysis. Technical Paper 9. International Soil Reference and Information Centre. Wageningen, The Netherlands.