

Sistemas de producción y fertilidad del suelo del aguacate Hass en Oaxaca

Lidia Velasco-Velasco¹

David Trujillo-García²

José Luis Díaz-Núñez²

Martín Solís-Martínez³

Luis Antonio Flores-Hernández^{1,§}

Michell Deyanira Cruz-Santiago⁴

1 Campo Experimental Iguala-INIFAP. Carretera Iguala-Tuxpan km 2.5, Iguala de la Independencia, Guerrero, México. CP. 40000.

2 Posgrado en Botánica- Campus Montecillo-Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. CP. 56230.

3 Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Avenida V. Guerrero 81, 1er piso, Colonia Centro, Iguala de la Independencia, Guerrero, México. CP. 40000.

4 Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Paseo Cuauhnáhuac 8532, Colonia Progreso, Jiutepec, Morelos, México. CP. 62550.

Autor para correspondencia: flores.luis@inifap.gob.mx.

Resumen

La producción de aguacate ha experimentado un notable crecimiento en las últimas décadas, posicionándose como una actividad agrícola importante en México. El incremento de la productividad se ve amenazado debido a múltiples factores que intervienen en la producción, entre ellos condiciones climáticas adversas derivadas del cambio climático, por lo que proponer alternativas que puedan ser de menor impacto ambiental son de gran importancia. El objetivo fue estudiar los sistemas de producción con respecto al manejo de fertilización, su impacto en las condiciones edáficas y su relación el rendimiento en unidades de producción de aguacate Hass del estado de Oaxaca. Se estudiaron veintiocho unidades de producción en las regiones Sierra Sur Villa Sola de Vega y Valles Centrales en Zaachila, las cuales presentaban tres tipos de sistemas de producción; agroecológico: fertilización orgánica, convencional: fertilizantes sintéticos y combinado: alternancia de ambos. Se realizaron muestreos de suelo para análisis de fertilidad conforme a lo establecido en la NOM-021-RECNAT y se estimó el rendimiento. El análisis de varianza indicó diferencias estadísticas significativas únicamente en el contenido de hierro (Fe) y en el rendimiento. Los mejores resultados en cuanto a la mejora de la fertilidad del suelo se obtuvieron bajo el manejo agroecológico, mientras que los rendimientos más altos se registraron en las unidades con manejo combinado. Se observó una correlación positiva significativa de Ca con DAP, pH, CE, N, Na y Fe. El manejo agroecológico mejoró significativamente las propiedades del suelo; sin embargo, durante el ciclo productivo analizado, no se obtuvo aumento del rendimiento.

Palabras clave:

cambio climático, fertilización inorgánica, manejo agroecológico, sistemas de producción.

Introducción

El aguacate (*Persea americana* Mill.) es una fruta que puede brindar múltiples beneficios para la salud cuando se incluye en una dieta saludable, debido a su alto contenido de grasas saturadas e insaturadas, bajos niveles de carbohidratos, alto contenido de fibra dietética y alcoholes grasos y carbohidratos C7 distintivos (Ford *et al.*, 2023).

Su cultivo es una de las actividades agrícolas de mayor importancia económica para México, que es el principal productor mundial, seguido de Perú y la República Dominicana (FAOSTAT, 2023). En el año 2024, la producción nacional fue de 2 669 031.6 t, el estado de Oaxaca aportó 17 467.6 t, ocupando el noveno lugar en producción y séptimo lugar en superficie plantada con un total de 3 643.9 ha (SIAP, 2024). El cultivo de aguacate requiere condiciones edáficas específicas como suelos profundos (0.8 a 2 m), con buen drenaje, contenidos de materia orgánica superiores al 2.5%, texturas medias como franco, franco arenoso y franco arcillo arenoso. Respecto a las condiciones climáticas, se requieren temperaturas de 14 a 24 °C y humedad relativa de 60 a 70% (SADER, 2024).

Garrido-Ramírez *et al.* (2018) indicaron que los mejores rendimientos se obtienen en el clima (A)C(w2)(w), C(w2)(w), (A)C(w1)(w) y en una altitud de 1 200 a 2 300 m. Oaxaca tiene una gran variación en altitudes, climas y por supuesto en suelos, lo que favorece al establecimiento de este cultivo. Sin embargo, enfrenta diversos factores que limitan la productividad como; el déficit hídrico, los efectos del cambio climático, presencia de plagas y enfermedades, la ausencia de acompañamiento técnico especializado, a esto se suma también la falta de planes de fertilización basados en investigaciones científicas, han contribuido a aplicaciones excesivas de fertilizantes inorgánicos que deterioran los recursos naturales, y causan pérdidas económicas (Saldaña y Cota, 2022; Antonio-Luis y Palacios-Torres, 2024).

En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo analizar el impacto de los sistemas de producción en función del manejo de la fertilización, en las condiciones edáficas y su relación con el rendimiento en unidades de producción de aguacate Hass localizadas en las regiones Sierra Sur y Valles Centrales del estado de Oaxaca.

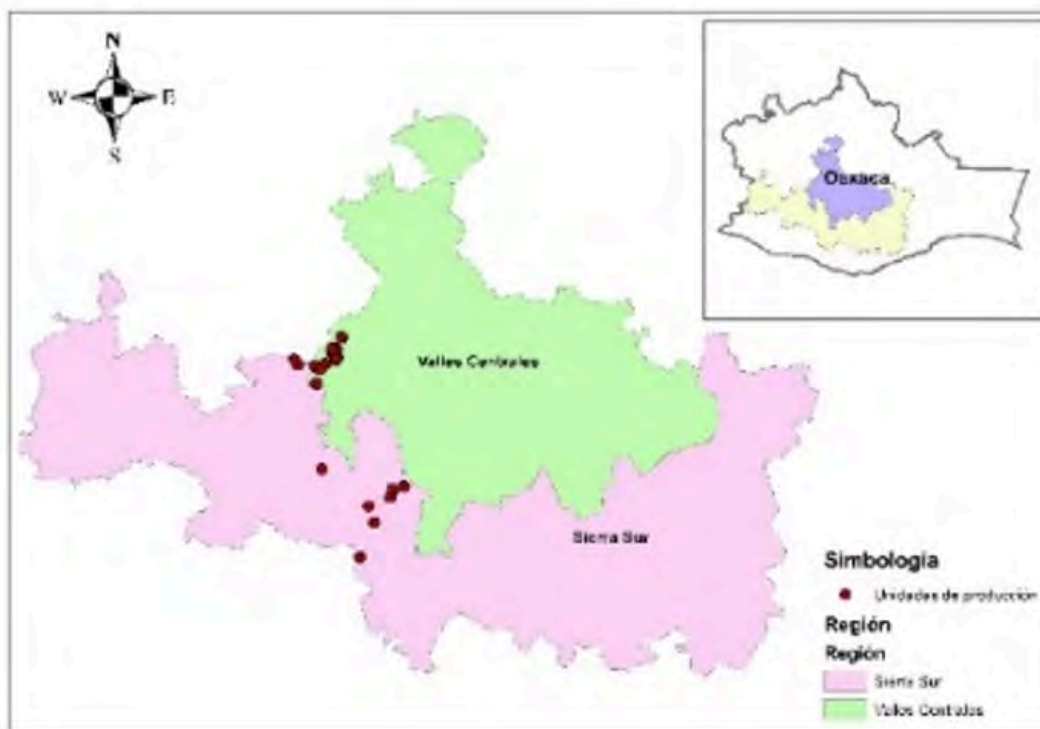
Materiales y métodos

Descripción del área de estudio

El estudio se realizó en dos regiones del estado de Oaxaca durante el ciclo productivo 2023-2024; Sierra Sur (Villa Sola de Vega) y Valles Centrales (Zaachila) (Figura 1).



Figura 1. Unidades de producción de los Valles Centrales y Sierra Sur de Oaxaca.



En Valles Centrales, el clima predominante es templado subhúmedo con lluvias en verano, clasificado como (C(W2) (W)), con altitudes que van desde los 2 000 a los 3 000 m, la temperatura anual oscila entre los 12 y 18 °C. En la región Sur, el clima predominante es templado subhúmedo con lluvias en verano (C(W2) (W)) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano (A(C)w2(w)) la temperatura oscila entre 12 a 26 °C y precipitación de 600-2 500 mm (INEGI, 2010).

Descripción de las unidades de producción

Para definir los sistemas de producción, se realizó la caracterización de las unidades de producción a través de la toma de datos como: número de árboles, superficie sembrada, rendimiento de fruto y sistema de producción practicado. La información se recabó mediante la aplicación de un cuestionario dirigido, para lo cual se seleccionaron 18 unidades de producción en la región Valles Centrales y 10 en la región Sierra Sur. Los árboles de las unidades de producción presentaban entre 3 y 4 años, la fertilización se realizó únicamente durante la temporada de lluvias, mientras que en la época de estiaje se aplicaron riegos de auxilio con láminas mínimas de agua.

Sistemas de producción

Sistema de producción agroecológico. La unidad de producción no emplea fertilización inorgánica, únicamente realiza incorporación de estiércol bovino, caprino y ovino, para ello se emplean medio costal de 50 kg del material en seco por árbol, sin procesamiento de composteo. El control de plagas y enfermedades se realiza esporádicamente con aplicaciones de mezclas de azufre con cal, caldo de ceniza y en algunos casos con agua de jabón de uso doméstico. Los fertilizantes foliares más usados como el supermagro (obtenido de un proceso anaeróbico) y lixiviados (obtenido de lombricomposta) preparados localmente.

Sistema de producción combinado o transición. Este incluye manejo convencional con prácticas agroecológicas, se aplican fertilizantes inorgánicos, en promedio de 100 g de urea con 100 g fosfato

diamónico (18-46-00) por árbol. Así como la adición de estiércol (25 kg). Para el control de plagas y enfermedades se emplean productos químicos que se alternan con productos elaborados a base de extractos vegetales como el neem (*Azadirachta indica* A. Juss.), así como mezcla de sulfato de cobre con cal hidratada (caldo Bordelés).

Sistema de producción convencional. Se caracteriza por la fertilización nitrogenada, en dosis de 200 a 300 g de urea (46-00-00) por árbol, la aplicación se hace en el periodo de lluvias, mientras que el control de plagas y enfermedades se realiza únicamente con control químico (malatión®).

Fertilidad del suelo

En cada unidad de producción se recolectaron submuestras de suelo siguiendo un diseño de muestreo en zigzag. Se obtuvieron entre 12 y 15 submuestras a una profundidad de 30 cm, las cuales fueron homogenizadas para conformar muestras compuestas de 1 a 1.5 kg. Para cada unidad de estudio se consideraron cuatro muestras compuestas. Estas se almacenaron en bolsas de polietileno limpias, debidamente rotuladas y se trasladaron al Laboratorio de Análisis Químico de Suelos de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), donde la determinación de la fertilidad se efectuó conforme a las metodologías establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT (SEMARNAT, 2022).

Análisis estadístico

Se aplicó un diseño experimental completamente al azar, considerando como unidad experimental el promedio de las cuatro muestras compuestas de cada unidad de producción y considerando su sistema de producción como repetición. Se consideraron las variables edáficas y el rendimiento de fruto en toneladas por hectárea (t ha⁻¹), calculado a partir del rendimiento por árbol y el número de cortes en un año de producción. Se realizó análisis de varianza (Anova) y prueba de comparación de medias Tukey ($p \neq 0.05$) usando el paquete estadístico SAS® V.9.0 (SAS Institute, 2002). Para determinar la relación entre las variables edáficas y rendimiento se estimaron los coeficientes de correlación de Pearson (r) entre las variables estudiadas.

Resultados y discusión

Los análisis de textura indicaron que, en los municipios de Zaachila y Villa Sola de Vega, el suelo presentó una textura media. Esta característica se encuentra dentro de los requerimientos óptimos para el cultivo de aguacate, ya que la textura del suelo influye directamente en la distribución y retención del agua. En suelos franco-arenosos, se ha observado que, ante lluvias intensas, el agua alcanza una distribución uniforme a capacidad de campo (-30 kPa), cubriendo adecuadamente la zona radicular durante precipitaciones de gran intensidad (López-Amaya, 2022).

De acuerdo con el análisis de varianza (Anova), hubo diferencias estadísticas significativas en los sistemas de producción solo para rendimiento y hierro (Fe), el resto de las variables no tuvo significancia. El manejo agroecológico mostró un ligero incremento no significativo en el contenido de materia orgánica, nitrógeno, calcio, magnesio, sodio, conductividad eléctrica y el pH, comparado con el sistema de producción combinado y convencional. En la densidad aparente como propiedad física del suelo no hubo diferencias estadísticas significativas; no obstante, los valores promedios fueron menores en suelos con manejo agroecológicos y combinado respecto al sistema de producción convencional. La incorporación de abonos orgánicos como parte del sistema de producción influyó directamente sobre la disponibilidad de nutrientes y el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Prueba de comparación de medias del análisis de suelo de sistemas de producción de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) Cv., en la Sierra Sur y Valles Centrales, Oaxaca.

| Variable | Unidad | AG | CB | CV | DSH |
|------------------------------|-----------|---------|---------|---------|--------|
| Densidad aparente (DAP) | (t m-3) | 1.09a | 1.06a | 1.11a | 0.16 |
| pH | | 6.24a | 5.72a | 5.73a | 1.84 |
| Conductividad eléctrica (CE) | (dS m-3) | 0.13a | 0.05a | 0.08a | 0.09 |
| Materia orgánica (MO) | (%) | 2.7a | 2.45a | 2.12a | 1.12 |
| Nitrógeno inorgánico (N) | (mg kg-1) | 56.31a | 43.05a | 35.13a | 21.2 |
| Fósforo (P) | (mg kg-1) | 2.84a | 1.99a | 3.41a | 2.87 |
| Potasio (K) | (mg kg-1) | 162.34a | 180.18a | 162.54a | 69 |
| Calcio (Ca) | (mg kg-1) | 6432a | 3136a | 3192a | 4896.6 |
| Magnesio (Mg) | (mg kg-1) | 301.4a | 177.1a | 174.3a | 338.72 |
| Sodio (Na) | (mg kg-1) | 111.84a | 102.46a | 78.89a | 35.83 |
| Hierro (Fe) | (mg kg-1) | 9.88b | 52.99ab | 54.9a | 44.6 |
| Cobre (Cu) | (mg kg-1) | 0.94a | 1.81a | 1.17a | 1.26 |
| Zinc (Zn) | (mg kg-1) | 0.9a | 0.47a | 1.19a | 1.18 |
| Manganeso (Mn) | (mg kg-1) | 5.87a | 7.73a | 12.49a | 11.17 |
| Rendimiento (REN) | (t ha-1) | 4.73c | 9.96a | 7.4b | 2.19 |

Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales ($p = 0.05$); DSH= diferencia honesta significativa; AG= manejo agroecológico; CB= combinado; CV= manejo convencional.

El incremento de la materia orgánica impacta en otras propiedades como el aumento en la retención de humedad, mejoramiento de la biomasa microbiana, esto concuerda con lo reportado por Cristóbal-Acevedo *et al.* (2011), quienes indican que el sistema de producción orgánico (agroecológico) presenta mejores resultados en la disponibilidad de nutrientes, mejora las condiciones de humedad, conserva el nitrógeno y el carbono por el incremento de materia orgánica. En contraste, el sistema de producción convencional se asocia con una mayor lixiviación de nutrientes, como el nitrógeno. En este sentido, Trinidad y Velasco (2016), mencionaron que los abonos y la materia orgánica influyen fuertemente en las características físicas, químicas y biológicas del suelo. En el sistema de producción agroecológico, se determinó que incrementaron los valores de pH y CE, esto posiblemente al tipo de abono que se emplean en las unidades de producción. Estos resultados coinciden con Álvarez-Sánchez *et al.*, 2006, quienes mencionan que la adición de materiales orgánicos provoca cambios significativos en el pH, la conductividad eléctrica y el nitrógeno inorgánico del suelo. Mismo comportamiento reportado por Zanor *et al.* (2018), donde el pH del suelo se incrementó por la aplicación del estiércol de bovino a suelos agrícolas deficientes en nutrientes.

La disponibilidad de nutrientes es un factor esencial para el crecimiento y desarrollo de los árboles, y está estrechamente relacionada con su estado nutricional (García-Martínez *et al.*, 2021). En este sentido, aunque el mejoramiento de las propiedades del suelo y la disponibilidad de nutrientes fueron evidentes para el sistema de producción agroecológico, estos no influyeron en el rendimiento, como se observó en el sistema de producción combinado. Este incremento puede atribuirse a las fertilizaciones complementarias inorgánicas y las aplicaciones de abonos orgánicos como enmienda para mejoramiento de las propiedades del suelo.

Resultados similares a los reportados por López-Martínez *et al.* (2001), donde indican que la combinación de abonos orgánicos con fertilizantes químicos son una alternativa viable para mejorar el rendimiento del cultivo de maíz. En este sentido, la materia orgánica mejora las características físicas como porosidad, retención de agua, permeabilidad y estimula la flora microbiana que a su

vez facilita la transformación de los compuestos del suelo en nutrientes disponibles como el Zn, Cu y B para los cultivos (Campos *et al.*, 2020). Es decir, el mejoramiento de las propiedades del suelo es fundamental para la obtener mejores rendimientos y asegurar una agricultura sostenible a mediano plazo, en el cultivo de aguacate.

La matriz de correlación y la significancia de las variables evaluadas en los huertos de aguacate Hass mostró una correlación positiva significativa de Ca con DAP, pH, CE, N, Na y Fe (Cuadro 2). Esto indica que, cuando el valor del Ca aumenta, los valores de estas variables también aumentan. El Ca es esencial en la planta, especialmente a nivel radical, ya que influye en el número y longitud de los pelos radicales, fundamentales en la absorción de nutrientes (González *et al.*, 2020).

Cuadro 2. Matriz de coeficientes de correlación (r) y significancia del análisis de suelo de unidades de producción de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) Cv., en la Sierra Sur y Valles Centrales, Oaxaca.

| | DAP | pH | CE | MO | N | P | K | Ca | Mg | Na | Fe | Cu | Zn | Mn | REN | NP |
|-----|-----|-------|-------|------|------|--------|------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|
| DAP | 1 | 0.67* | 0.31 | 0.07 | 0.06 | -0.53* | 0.06 | 0.53* | 0.22 | 0.42 | -0.36 | -0.35 | -0.48* | -0.39 | -0.09 | -0.08 |
| pH | | 1 | 0.73* | 0.28 | 0.28 | -0.37 | 0.3 | 0.82* | 0.16 | 0.57* | -0.52* | -0.3 | -0.22 | -0.51* | -0.06 | -0.23 |
| CE | | | 1 | 0.37 | 0.42 | -0.29 | 0.17 | 0.82* | 0.07 | 0.56* | -0.48* | -0.07 | 0.04 | -0.16 | -0.27 | -0.17 |
| MO | | | | 1 | 0.44 | -0.1 | 0.16 | 0.43 | -0.23 | 0.33 | -0.24 | 0.13 | -0.17 | -0.02 | -0.18 | 0.05 |
| REN | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.47 |
| NP | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |

*= diferencia significativa ($p \leq 0.05$); REN= rendimiento; NP= número de plantas por hectárea; CE= conductividad eléctrica.

Por otro lado, la correlación positiva entre Ca, CE y pH también fue reportada por Acevedo *et al.* (2020) al evaluar el nivel de degradación de tres estratos (0-5, 5-18 y 18-50 cm de profundidad) de dos sistemas productivos de Lara, Venezuela. El pH presentó correlación positiva con Ca, lo que favorece que un aumento de pH genera una mayor presencia de este elemento. Este comportamiento fue reportado por Rodríguez-Garay *et al.* (2016) al evaluar el comportamiento espacial de los atributos químicos del suelo y su relación con el rendimiento y la calidad del café en Sasaima, Colombia.

Por otro lado, el Fe correlacionó negativa y significativamente con pH, CE, N, Ca y Na (Cuadro 2). Esto es común en diferentes zonas aguacateras ya que muchas veces se presentan deficiencias o valores contrastante derivadas de las características particulares y condiciones de manejo de los suelos donde se cultiva, tal y como lo reporta Méndez-García *et al.* (2008) al estudiar el estado nutricional, características físicas y químicas del suelo y calidad química del agua del aguacatero (*Persea drymifolia* L.) de riego en huertos de Nepantla, Tepetlaxpa, Edo. de México. Finalmente, la correlación entre pH y el macroelemento P fue negativa; mientras que pH y el Fe fue negativa y significativa. Esto coincide con lo reportado por Rodríguez-Garay *et al.* (2016), quienes reportaron que el incremento en el pH no favorece la disponibilidad de P y no incrementa los valores de Fe y Zn en huertas de aguacate.

Conclusiones

El manejo agroecológico mejoró ligeramente las propiedades del suelo en las unidades de producción de aguacate de la Sierra Sur y los Valles Centrales de Oaxaca, aunque no se reflejó en un aumento del rendimiento durante el ciclo evaluado. Se registró una correlación positiva significativa del Ca con DAP, pH, CE, N, Na y Fe. El manejo combinado obtuvo los mayores rendimientos, evidenciando su potencial como alternativa agrícola sostenible, al integrar los beneficios del manejo agroecológico con el uso racional de insumos inorgánicos.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó con la logística y parte del financiamiento para el trabajo de campo, por Grupo Consultor Zuvizar y Asociados, SC y a estudiantes del servicio social del departamento de Suelos de la Universidad Autónoma Chapingo.

Bibliografía

- 1 Acevedo, I.; Sánchez, A. and Mendoza, B. 2020. Evaluation of the level of soil degradation in two productive systems in the Quibor depression. I. Multivariate analysis. *Bioagro*. 33(1):59-66. <https://revistas.uclave.org/index.php/bioagro/article/view/3023>.
- 2 Álvarez-Sánchez, E.; Vázquez-Alarcón, A.; Castellanos, J. Z. y Cueto-Wong, J. 2006. Efectividad biológica de abonos orgánicos en el crecimiento de trigo. *Terra Latinoamericana*. 24(2):261-268. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57311108013.pdf>.
- 3 Antonio-Luis, M. C. y Palacios-Torres, R. E. 2024. Presence of *Heilipus lauri* in the zone at Mixe Medio, Oaxaca, México. *Southwestern Entomologist*. 49(3):1004-1008. <https://doi.org/10.3958/059.049.0322>.
- 4 Campos, M. J. L.; Álvarez, S. M. E.; Maldonado, T. R. y Vargas, G. A. 2020. Aplicación de abonos orgánicos en el rendimiento y desarrollo radicular en el cultivo de aguacate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 11(2):263-274. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i2.2301>.
- 5 Cristóbal-Acevedo, D.; Álvarez-Sánchez, M. E.; Hernández-Acosta, E.; y Améndola-Massiotti, R. 2011. Concentración de nitrógeno en suelo por efecto de manejo orgánico y convencional. *Terra Latinoamericana*. 29(3):325-332. <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v29n3/2395-8030-tl-29-03-00325.pdf>.
- 6 Rodríguez-Garay, F. A.; Camacho-Tamayo, J. H. y Rubiano-Sanabria. 2016. Variabilidad espacial de los atributos químicos del suelo en el rendimiento y calidad de café. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 17(2):237-254. <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci-arttext&pid=S0122-87062016000200008&lng=en&tlng=es>.
- 7 Ford, N. A.; Spagnuolo, P.; Kraft, J. and Bauer, E. 2023. Nutritional composition of hass avocado pulp. *Foods*. 12(13):2516. <https://doi.org/10.3390/foods1213251>.
- 8 García-Martínez, R.; Cortés-Flores, J. I.; López-Jiménez, A.; Etchevers-Barra, J. D.; Carrillo-Salazar, J. A. y Saucedo-Veloz, C. 2021. Rendimiento, calidad y comportamiento poscosecha de frutos de aguacate-Hass de huertos con diferente fertilización. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 12(2):205-218. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i2.2232>.
- 9 Garrido-Ramírez, E. R.; Noriega-Cantú, D. H.; Gutiérrez-Valle, A.; González-Mateos, R.; Pereyda-Hernández, J.; Domínguez-Márquez, V. M.; López-Estrada, M. E.; Alarcón-Cruz, N.; Valentín-Benigno, A. y Leyva-Mayo, A. 2018. Áreas potenciales para el cultivo de Aguacate (*Persea americana* L.) cultivas "Hass" en el estado de Guerrero, México. *Agro Productividad*. 6(5):52-57. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/484>.
- 10 González, M.; Ríos, D.; Peña, R. K.; García, E.; Acevedo, M.; Cartes, E. y Sánchez, O. M. 2020. Efecto de la concentración de fósforo y calcio sobre atributos morfo-fisiológicos y potencial de crecimiento radical en plantas de *Aextoxicon punctatum* producidas a raíz cubierta en la etapa de endurecimiento. *Bosque (Valdivia)*. 41(2):137-146. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002020000200137>.
- 11 INEGI. 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Compendio de información geográfica municipal 2010. Villa Sola de Vega Oaxaca, Clave geoestadística

- 20277, México. 10 p. <http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos-geograficos/20/20277.pdf>).
- 12 INEGI. 2023. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Información de México para niños. https://cuentame.inegi.org.mx/descubre/conoce_tu_estado/tarjeta.html?estado=20.
- 13 Lopez-Amaya, K. L. 2022. Evaluación de la dinámica de agua en Hydrus-1D para tres suelos de ladera cultivados con aguacate Hass (*Persea americana*). Investigación e Innovación en Ingenierías. 10(1):75-98. <https://doi.org/10.17081/invinno.10.1.4811>.
- 14 López-Mtz, J. D.; Estrada, A. D.; Rubin, E. M. y Cepeda, R. D. V. 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. Terra Latinoamericana. 19(4):293-299. <https://doi.org/10.54167/tch.v4i1.719>.
- 15 Méndez-García, T.; Palacios-Mayorga, S. y Rodríguez-Domínguez, L. 2008. Análisis de suelo, foliar y de calidad del agua para el cultivo del aguacatero. Terra Latinoamericana. 26(1):75-84. <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci-arttext&pid=S0187-57792008000100010&lng=es&tlng=es>.
- 16 SADER. 2024. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. El aguacate: oro verde de la Agricultura Mexicana. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/elaguacateoroverdedelaagriculturamexicana#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20de%20aguacate%20es,Contesta%20nuestra%20encuesta%20de%20satisfacci%C3%B3n>.
- 17 Saldaña, D. M. G. y Cota Y. R. 2022. Principales efectos socioambientales del cultivo agroindustrial de aguacate en San Gabriel, Jalisco. Contexto latinoamericano. HorizonTes Territoriales. 2(4):1-28. <https://doi.org/10.31644/HT.02.04.2022.A19>.
- 18 SAS. 2002. Institute Inc. The SAS System for Windows 9.0. Cary, North Carolina, USA. 421 p.
- 19 SEMARNAT. 2002. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-021 SEMARNAT-2000 antes NOM021-RECNAT-2000. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudio, muestreo y análisis.
- 20 SIAP. 2024. Servicio de información Agroalimentario y Pesca. Atlas Agroalimentario 2024. SAGARPA, México. Primera edición. 236 p. <https://nube.agricultura.gob.mx/avance-agricola/>.
- 21 Trinidad, S. A. y Velasco, V. J. 2016. Importancia de la materia orgánica en el suelo. Agro productividad. 9(8):52-58. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/802>.
- 22 Zanol, G. A.; López-Pérez, M. E.; Martínez -Yáñez, R.; Ramírez-Santoyo, L. F.; Gutiérrez-Vargas, S. y León-Galván, M. F. 2018. Mejoramiento de las propiedades físicas y químicas de un suelo agrícola mezclado con lombricompostas de dos efluentes de biodigestor. Ingeniería, Investigación y Tecnología. 19(4):1-10. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2018.19n4.036>.



Sistemas de producción y fertilidad del suelo del aguacate Hass en Oaxaca

| Journal Information |
|--|
| Journal ID (publisher-id): remexca |
| Title: Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas |
| Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc |
| ISSN (print): 2007-0934 |
| Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias |

| Article/Issue Information |
|---------------------------------------|
| Date received: 01 October 2025 |
| Date accepted: 01 February 2026 |
| Publication date: 01 January 2026 |
| Publication date: Jan-Feb 2026 |
| Volume: 17 |
| Issue: 1 |
| Electronic Location Identifier: e3939 |
| DOI: 10.29312/remexca.v17i1.3939 |

Categories

Subject: Artículos

Palabras clave:

Palabras clave:

cambio climático
fertilización inorgánica
manejo agroecológico
sistemas de producción

Counts

Figures: 1

Tables: 2

Equations: 0

References: 22