

Cultura de Monitoreo en Calidad de Suelos Agrícolas en el Centro Norte del Estado de Sinaloa. Perspectiva Sustentable e Importancia desde los Laboratorios Locales Culture of Agricultural Soil Quality Monitoring in the North Center of the State of Sinaloa. Sustainable Perspective and Importance from Local Laboratories

Aldo Alan Cuadras-Berrelleza^{1†}

¹ Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Blvd. Juan de Dios Bátiz s/n, Col. San Joaquín. 81049 Guasave, Sinaloa, México; (A.A.C.B.).

[†] Autor para correspondencia: aalan@uas.edu.mx

RESUMEN

Se analizó la opinión de laboratoristas de suelos en la zona centro norte del estado de Sinaloa, pretendiendo entender la cultura e importancia de esta práctica agrícola en una región altamente agrícola. Se parte de la consideración de que este grupo de especialistas consideran que el monitoreo de suelos de uso agrícola no ha sido un tema atendido por los productores, impactando esto en los resultados sustentables del sector.

Mediante metodología cuantitativa de corte transversal-descriptiva, y encuesta Likert con 20 ítems como técnica de recolección, se abordaron temas como: práctica agrícola tradicional, obstáculos en la producción agrícola, monitoreo de calidad de suelos y agricultura sustentable, aplicándose a una población representativa de 71.43%, cinco laboratorios de suelo agrícola, de un universo de siete, ubicados en tres municipios de la zona planteada, Guasave, Juan José Ríos y Ahome. Los resultados demuestran que el monitoreo de la calidad de los suelos es un tema poco estudiado por investigadores y escasamente aplicado por los agricultores, además, las acciones actuales no son suficientes para lograr cambios significativos y se carece de asistencia técnica especializada. Si bien algunos productores jóvenes realizan esta práctica, prevalece la escuela convencional, afectando esto el desarrollo sustentable del sector.

Se requieren cambios desde la gobernanza del sector para promover concientización y acción: capacitación, asistencia técnica y asesoría agronómica, promover el diseño e implementación de políticas públicas y programas que faciliten prácticas agronómicas sustentables, resilientes y correctivas, que ayuden a largo plazo con la regeneración del suelo, así como buscar el establecimiento de convenios y redes desde la gobernanza del sector e iniciativa privada (laboratorios-universidades) que apoyen a productores agrícolas con esta importante actividad de monitoreo.

Como limitante a la presente investigación, se encontró resistencia a contestar encuestas por parte de laboratoristas o encargados de laboratorios.

Palabras clave: agricultura, asistencia técnica, gobernanza ambiental, prácticas convencionales.

SUMMARY

The opinions of soil laboratory technicians in the north-central region of the state of Sinaloa were analyzed in an attempt to understand the culture and importance of agricultural practice in this highly agricultural region. The starting point is that this group of specialists believe that the monitoring of soils used for agricultural purposes has not been an issue addressed by producers, impacting the sector's sustainable outcomes.

Using a quantitative cross-sectional descriptive methodology and a 20-item Likert-type survey as a collection technique, topics such as traditional agricultural practices, obstacles to agricultural production, soil quality monitoring, and sustainable



Cita recomendada:

Cuadras-Berrelleza, A. A. (2025). Cultura de Monitoreo en Calidad de Suelos Agrícolas en el Centro Norte del Estado de Sinaloa. Perspectiva Sustentable e Importancia desde los Laboratorios Locales. *Terra Latinoamericana*, 43, 1-16. e2043. <https://doi.org/10.28940/terra.v43i.2043>

Recibido: 15 de julio de 2024.
Aceptado: 10 de marzo de 2025.
Artículo. Volumen 43.
Agosto de 2025.

Editor de Sección:
Dra. Evangelina E. Quiñones Aguilar

Editor Técnico:
Dr. David Cristóbal Acevedo



Copyright: © 2025 by the authors.
Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC ND) License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

agriculture were addressed. The surveys were conducted with a representative population of 71.43% of the sample, in five agricultural soil laboratories, out of a total of seven, located in three municipalities in the proposed area: Guasave, Juan Jose Rios, and Ahome. Our results show evidence that the monitoring of soil quality is a topic understudied by researchers and scarcely applied by farmers. Furthermore, current actions are insufficient to achieve significant changes, and specialized technical assistance is lacking. While some young producers engage in this practice, conventional approaches prevail, hindering the sector's sustainable development.

Changes in sector governance are needed to promote awareness and action: training, technical assistance, and agronomic advice; promoting the design and implementation of public policies and programs that facilitate sustainable, resilient, and corrective agronomic practices that aid long-term soil regeneration; and seek to establish agreements and networks between sector governance and private initiatives (laboratories and universities) that support agricultural producers in this important monitoring activity.

One limitation to this research was the reluctance of laboratory technicians or laboratory managers to respond to surveys.

Index words: *agriculture, technical assistance, environmental governance, conventional practices.*

INTRODUCCIÓN

La cultura de monitoreo de la calidad de suelos agrícolas es un tema poco analizado, de ahí parte de su importancia para el gremio académico y actores agrarios (Pla, 2013). De acuerdo con los intereses, el tema puede ser abordado bajo diversas perspectivas y enfoques de investigación (cualitativo / cuantitativo / mixto), teniendo en cuenta a diferentes actores clave del sector, tales como los productores agrícolas, los gobernantes del sector agrícola, organizaciones agrícolas, laboratorios de suelos, entre otros. Así mismo, generalmente se analiza la calidad del suelo ligada a la productividad, a su composición edáfica y estructura natural, en cuanto a tipos de suelos agrícolas, nutrientes de los suelos, erosión de los suelos por indicadores diversos, pero pocos trabajos de investigación analizan los patrones de monitoreo de la calidad de la tierra de uso agrícola, es decir, la cultura de vigilancia de la calidad de la misma, lo cual es vital para alcanzar niveles de desarrollo sustentable adecuados para el sector, así como altos niveles productivos y seguridad alimentaria.

Como sustento a lo señalado en el párrafo anterior, según el Departamento de Agricultura de Estados Unidos de Norteamérica (USDA) plantea que la calidad de los suelos agrícolas está relacionada con su composición física, química y biológica, pero también con prácticas agrícolas habituales. Por consiguiente, sostienen que existen múltiples parámetros para establecer la calidad de los mismos, y esto dependerá del enfoque o situación en que se examine (USDA, 1999).

De esta forma, la producción agrícola de calidad depende en gran medida de la calidad de los suelos destinados a esta actividad. Este importante compuesto orgánico representa la estabilidad económica del sector agrícola y de un sustancial número de personas que dependen de su entorno al mismo tiempo es un recurso no renovable, y, en la actualidad, la salud del suelo es un tema de preocupación mundial (De Corato, Viola, Keswani y Minkina, 2024). En ese sentido, el suelo provee de una serie de servicios que pueden ser aprovechados de manera ecosistémica y sustentable para mejorar las condiciones de vida de la sociedad y la buena salud del sector agrícola (Hans y Wen-Feng, 2022). De acuerdo con información del sitio Centro de Ciencias de Sinaloa (2023) el estado de Sinaloa posee una superficie de siembra de 1 550 000 hectáreas y es por excelencia una de las regiones mexicanas de mayor productividad agrícola y cuenta con suelos naturalmente fértiles que facilitan esta importante actividad agropecuaria.

De igual forma, según el Consejo para el Desarrollo Económico de Sinaloa, CODESIN (2023) en el año 2022 "Sinaloa cultivó 1 millón 029 mil 978 hectáreas (has.), las cuales produjeron 11 millones 394 mil 520 toneladas de alimentos con un valor de producción de 70 mil 195 millones de pesos". Lo cual destaca sin lugar a duda la importancia de la calidad de los suelos en esta importante región agrícola, principalmente por motivos de seguridad alimentaria y de resultados sustentables, no solo para México, sino para el mundo.

Dicho lo anterior, y de acuerdo a (Castillo-Valdez, Etchevers, Hidalgo y Aguirre, 2021) es importante señalar que “las prácticas de manejo del suelo alteran sus propiedades, especialmente cuando su resiliencia es incapaz de regresarlo al estado previo a la intervención”. De igual manera, para Cuadras-Berrelleza, Peinado, Peinado y López (2021) en Sinaloa prevalece una agricultura intensiva de tipo convencional, con prácticas en uso de suelos poco sustentable para el sector.

Jamie Nix de Bio Makers, empresa líder en tecnologías agrícolas sustentables, señala que, dentro de las prácticas comunes de los agricultores, debe estar el uso de laboratorios de suelo agrícola, para llevar a cabo análisis pertinentes de los mismos, con el objeto de evitar problemas de producción, corregir aspectos edáficos, entre otros (Biomakers, 2024). De igual manera, AGQLabs México, laboratorio de control agrícola con presencia en más de 20 países, señala que los análisis de suelo, son una herramienta indispensable para el productor, ya que estos dan pie al establecimiento de un programa de manejo agronómico adecuado a los suelos (AGQLabs, 2024).

En referencia a lo plasmado en párrafos que anteceden, y para situar la investigación en un mejor contexto, también es importante señalar que en la zona estudiada existen pocos laboratorios que presten ayuda al sector agrícola en cuestiones de análisis de calidad de suelos, lo cual, se convierte en una barrera para los productores agrícolas, ya que muchos de ellos no tienen a la mano este tipo de herramienta (laboratorios) en su ciudad. Concretamente, la presente investigación aborda la percepción de actores clave (laboratoristas de suelos agrícolas) y tiene como objeto analizar la cultura de vigilancia de la calidad de los suelos, como práctica agrícola de parte de los productores del centro-norte del estado de Sinaloa, la cual se concibe como inadecuada y poco sustentable. Así mismo, se tiene contemplado profundizar en el tema con una segunda etapa de investigación, donde se analizará de manera directa la perspectiva del agricultor

MATERIALES Y MÉTODOS

Se uso un enfoque cuantitativo de corte transversal y descriptivo, usando como instrumento de recolección de datos una encuesta de tipo Likert aplicada a especialistas y encargados de laboratorios, que son los que llevan cabo las actividades de monitoreo de calidad de suelo agrícola. De esta manera, se conformó por 23 constructos y se dividió en 5 dimensiones (subtemas), que se relacionan con el contexto que rodea al sector agrícola en su práctica y que se describen en el apartado de análisis estadístico que se encuentra más adelante.

Sitio de Estudio y Temporalidad

Como se mencionó antes, la investigación fue de corte transversal, es decir, se llevó a cabo durante un periodo específico de tiempo (Cvetković-Vega, Soto, Lama y Correa, 2021), para este estudio, el ciclo agrícola del año 2024 (primavera-verano) y comprendió tres municipios correspondientes a la zona centro norte del Estado de Sinaloa, 1) Guasave (25° 33' 56" N, 108° 28' 19" O), 2) Juan José Ríos (25° 45' 26" N, 108° 49' 18" O) y 3) Ahome (25° 47' 20" N, 108° 59' 49" O), mismos que según CODESIN (2023) son los que presentan anualmente una mayor producción agrícola estatal, de un total de 20 municipios hoy en día y que se muestran en la Figura 1.

Universo y Muestra

Se encuestó a todos los laboratorios de suelo agrícola disponibles, es decir, que actualmente llevan a cabo monitoreos de calidad de suelos agrícolas en la región de estudio, cinco de un total de siete, lo cual representa un considerable 71.43% de representatividad.

Nota: los dos laboratorios faltantes no mostraron interés en apoyar la investigación, además de comentar que temporalmente se encontraban fuera de servicio como laboratorio de suelos.

Factores de estudio. Especialistas de laboratorios de suelo agrícola.

Variables evaluadas. VI. Cultura de monitoreo (práctica agrícola) y VD. Calidad de suelos agrícolas.

Análisis Estadístico

Se llevó a cabo un análisis de clúster, mismo que representa una técnica matemática derivada de la estadística multivariada, comúnmente representada mediante un dendograma. Este dendograma permite observar el número de grupos resultantes del análisis según los datos examinados (Núñez-Colín y Escobedo, 2011). Para la clasificación de grupos, es esencial seleccionar medidas de similitud o de distancia (disimilitud) adecuadas que ofrezcan información sobre el grado de parecido entre dos observaciones (Romero-Béjar y Cañadas, 2024).



Figura 1. Ubicación geográfica del sitio de estudio. Fuente. elaboración propia con imagen de (INEGI, 2020).
Figure 1. Geographic location of the study site. Source. own elaboration with image from (INEGI, 2020).

De esta manera, se analizaron agrupaciones utilizando la técnica antes planteada, considerando las siguientes variables: 1) Espacios agrícolas, 2) Agricultura convencional, 3) Obstáculos a la producción agrícola de calidad, 4) Razones del monitoreo de calidad de suelos, y, por último, 5) Agricultura y sustentabilidad. Del análisis de la similitud a partir de las equidistancias se identificaron 4 grupos: Grupo 1: Agricultura y sustentabilidad, Grupo 2: Obstáculos a la producción agrícola de calidad, Grupo 3: Razones del monitoreo de calidad de suelos y agricultura convencional y Grupo 4: Espacios agrícolas, mismos que se señalan en la figura siguiente (Figura 2).

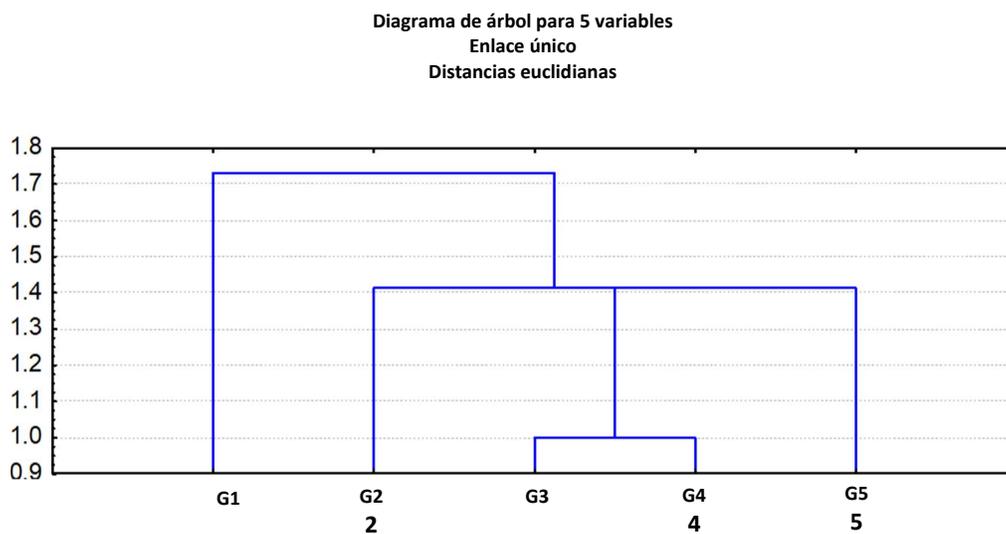


Figura 2. Grupos y variables observados. Fuente. elaboración propia.
Figure 2. Observed groups and variables. Source. own elaboration.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a la Figura 3, esta hace referencia al sentir del especialista encuestado, sobre si los productores están a favor o en contra de la actividad de vigilancia de la calidad del suelo agrícola, así como a 4 aspectos contemplados dentro de la encuesta aplicada, y pertenecientes a la dimensión espacios agrícolas, y que se desglosan en el Cuadro 1. En cuanto al primer constructo, verificación periódica de la calidad de los suelos como factor importante, se pueden apreciar claramente que el 40% de los encuestados percibe que para los productores agrícolas es una práctica común monitorear la calidad del suelo de su predio, mientras que otro 40% considera que los agricultores de la zona norte del estado de Sinaloa, no vigilan periódicamente la calidad de los mismos. Como dato relevante del ítem 2 se puede señalar que el 60% de los encuestados subrayan que los análisis de suelos que hacen no pertenecen a productores locales, sino a productores de otros municipios como Guasave, Salvador Alvarado y Sinaloa de Leyva, lo cual puede significar muchas cosas, pero la realidad es que no existen suficientes y adecuados laboratorios de calidad de suelo agrícola en los lugares mencionados.

Al respecto Torres y Rojas (2018) explican que, en países como México, la agricultura intensiva ha empobrecido la calidad de los suelos, la poca vigilancia de la calidad de los mismos, el uso de agroquímicos, el uso poco sustentable y otras prácticas agrícolas inadecuadas han sido la causa del deterioro y problemas de seguridad alimentaria. De la misma manera Cotler, Corona y Galeana (2020) plantean que la calidad de los suelos agrícolas en México depende de los usos que a este se le den (prácticas agrícolas) y bajo qué condiciones, situación que influye en asegurar o no la suficiencia alimentaria de nuestro país, además de los rendimientos económicos y sustentables para productor y sector.

Por otro lado, en cuanto a la práctica agrícola de análisis de calidad de suelos por parte de productores de manera individual o grupal, es decir a través de cooperativas u organizaciones como empaques agrícolas, la respuesta es contundente, el 80% de los encuestados opina que el monitoreo de calidad de suelos se hace más de manera individualizada, mientras que el 20% considera que esta vigilancia del suelo se hace por cooperativas o grupos de trabajo agrícola.

Con información de Gobierno de México (2015) 64% de los suelos en México presentan problemas de degradación, en algunas regiones el problema es mayor que en otra, principalmente el problema persiste en aquellos entornos agrícolas intensivos. De igual manera, de acuerdo a (Alvarado-Martínez, Aguilar, Cabral, Martínez y Luevano, 2018) 11 municipios del estado de Sinaloa presentan problemas derivados de la degradación hídrica. En referencia a lo anterior, y de acuerdo a lo marcado por la Secretaría de Desarrollo Rural del Gobierno mexicano, SADER (2022a) en una publicación sobre la Estrategia Nacional de Suelo para la Agricultura Sostenible, derivado de la poca atención que se le ha dado al problema de los suelos agrícolas, así como de la necesidad de cambios sustentables para el sector, se plantea a través de este documento un eje estratégico denominado información y monitoreo, el cual plantea la urgencia de monitorear a los actores agrícolas y generar indicadores que permitan generar acciones más sustentables que ayuden a rehabilitar y obtener suelos agrícolas de mayor calidad.

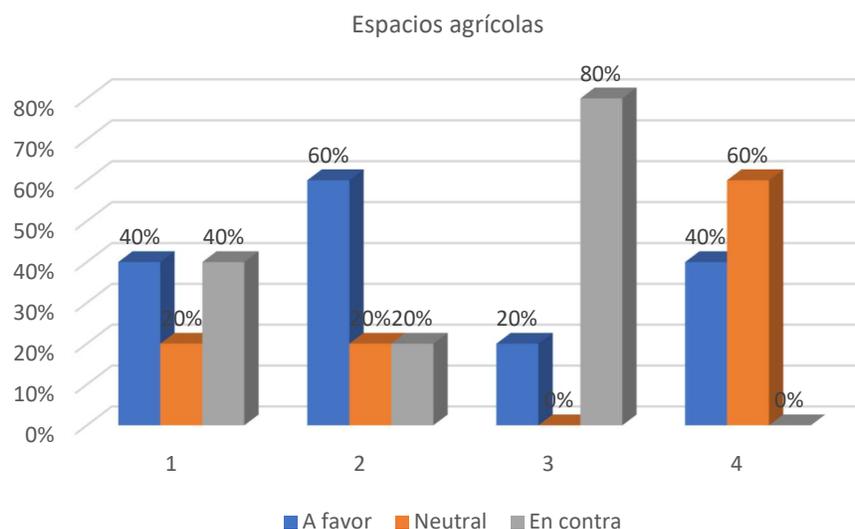


Figura 3. Dimensión/factor de estudio espacios agrícolas. Fuente. elaboración propia.
Figure 3. Dimension/study factor agricultural spaces. Source. own elaboration.

Cuadro 1. Constructos de la encuesta comprendidos en la figura 3. Fuente. elaboración propia
Table 1. Survey constructs included in Figure 3. Source. own elaboration.

No.	Constructo
1	Verificar periódicamente la calidad del suelo agrícola es una práctica común en los productores agrícolas locales.
2	El laboratorio atiende más usuarios de otros municipios (Guasave, Juan José ríos, el fuerte, u otros) para hacer verificaciones de calidad del suelo agrícola.
3	A su criterio. Las organizaciones como cooperativas realizan más estas prácticas de manera grupal que el agricultor de manera particular.
4	Al agricultor da seguimiento (realiza estudios periódicamente) a monitoreos de calidad del suelo de su predio agrícola.

En relación al uso de laboratorios, derivado de la Estrategia Nacional de Suelo para la Agricultura Sostenible (ENASAS), y a la necesidad de mitigar problemas de calidad de los suelos agrícolas, el gobierno de México, a través de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Hoy SADER) ha pretendido fortalecer el apoyo a los agricultores a través de una red nacional de laboratorios agrícolas para apoyar a los agricultores con análisis de suelo, con el objeto de que estos puedan tomar decisiones más informadas para las prácticas agrícolas del suelo (fertilizar principalmente) (Portal Ambiental, 2022).

Finalmente, el 40% de los laboratoristas y encargados de los mismos, señalaron que los agricultores si dan seguimiento o realizan estudios de calidad de suelos de manera periódica, el 60% no opino al respecto, lo cual podría ser un indicador de apatía o desconocimiento sobre el tema acentuado, traducido en una estrategia inadecuada de parte de los laboratorios, en cuanto a llevar un control sistematizado de clientes, tipos de estudio y periodicidad de los mismos.

De acuerdo a SEMARNAT (2020) la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) reconoce 30 tipos de suelo, de los cuales en México se cuenta con 25, siendo lo de mayor presencia los siguientes: leptosol, regosol y calcisol, representados con 60.7% del territorio nacional, y mismos que por sus características naturales (someros), son poco aprovechados para uso agrícola. Este organismo subraya que los tipos de suelo más usados para esta actividad por ser más fértiles, son los que se identifican como feozems y vertisoles, mismos que cubren el 18% de la superficie del país.

Conforme a información de este mismo organismo de gobierno, hay estudios (inventario Nacional Forestal y de Suelos) realizados que subrayan que alrededor del 45% de los suelos de México se encuentran con problemas de degradación inducida por la actividad humana, dentro de estas la actividad agrícola y su uso desmedido de químicos, llevando a la pérdida de fertilidad de los mismos, así como a erosiones hídricas y eólicas (variables que representan un 87% de los suelos degradados en el país). Para el caso de Sinaloa, el estudio demuestra degradaciones hídricas, eólicas, químicas y a menor grado de tipo física, así como niveles desde ligero a moderado, y a menor nivel severo y extremo. De igual manera, Sinaloa sobresale como un estado donde existen riesgos desde un 60% de erosiones eólicas y una potencia de erosión hídrica de 55%, así como con procesos importantes de erosión química (SEMARNAT, 2020).

1. Según Torres y Rojas (2018) los siguientes datos son importantes para determinar la situación de los suelos en México. El territorio mexicano comprende 198 millones de hectáreas, de las cuales 27.4 millones (14%) cuenta con capacidades para la agricultura, 115 millones de hectáreas son para agostadero (58%), mientras que terrenos de bosque y selva representan 45.5 millones de hectáreas (23%).

2. Del total de hectáreas para uso agrícola solo se siembran 22 millones, comprendiendo modalidades de riego y temporal 5.5 millones (20.3%) y 21.9 millones (79.7%) respectivamente.

3. De este total de superficie sembrada, 72% comprende cultivos de tipo anual y 28% perennes.

4. De los cíclicos, 76% corresponden a la etapa de siembra conocida como primavera/verano y 24% a la etapa que se identifica como otoño/invierno.

5. Cultivos como maíz blanco abarcan 6.7 millones de hectáreas; sorgo grano, 2.2 millones de hectáreas; frijol, 1.9 millones de hectáreas, café 762 mil, caña de azúcar 752 mil y trigo grano 695 mil hectáreas.

Para Cotler y Cuevas (2016) los suelos agrícolas en México han carecido de estrategias de monitoreo y vigilancia de parte de los productores locales, y, se requieren acciones o prácticas de conservación sustentables y más allá de lo común (implicar estrategias de investigación a través de laboratorios) y de la búsqueda de beneficios económicos. Núñez-Peñaloza, Pérez y Prado (2023) plantean que el muestreo de suelos y su análisis

en laboratorio agrícola es una estrategia adecuada para monitorear y evaluar la calidad de los suelos en México. Trabajos como el expuesto por Reyes-Rodríguez, Guridi y Valdés (2016) apuntan que se requiere estrategias de monitoreo de calidad de los suelos agrícolas que permitan al productor conocer el estado actual de este importante componente natural, ya que el uso excesivo de estos está modificando considerablemente las propiedades de los mismos.

De la misma manera, Raya-Zavala, Pascual y Medina (2016) plantea en un estudio sobre mejoramiento de la calidad de los suelos, que, los productores requieren prácticas agrícolas adecuadas para la gestión propia de los suelos, dentro de estas acciones ambientales más amigables y la vigilancia de la calidad de los mismos, algo que no llevan a cabo por desconocimiento o falta de apoyos. En esta dimensión se comprendieron 4 aspectos fundamentales, mismos que se agrupan en el siguiente cuadro (Cuadro 2).

La dimensión dos de la investigación, analizada en la Figura 4, considera dentro de los aspectos analizados factores como la practica agrícola común, nivel de madurez de los productores en correspondencia a las prácticas agrícolas y aspectos de cambios de actitud en el quehacer agrícola (Cuadro 2). Dentro de este orden de ideas, se observa claramente que los encuestados consideran que el mayor número de agricultores que realizan estudios de calidad de suelo son jóvenes o de la nueva ola de campesinos, con un 80%, mientras que el 20% planteó que quien más práctica la cultura de monitoreo de la calidad de los suelos agrícolas es el agricultor de la vieja escuela.

Para el gobierno de México los productores jóvenes son la clave de la transición agrícola convencional a la agroecológica, con prácticas agrícolas más sustentables y conocimiento tecnológico (SADER, 2022b). De acuerdo al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), "en el campo mexicano la presencia de jóvenes productores no es muy común (actualmente la edad promedio de un productor agrícola es de 55 años)" (Morales, 2020). Este mismo organismo señala que se requiere capacitar más a los jóvenes mexicanos para que estos puedan apoyar en la transición a la agricultura sustentable (CIMMYT, 2022). En ese sentido, para SADER (2023) el relevo generacional, los productores jóvenes significan el factor de cambio que se requiere, proponiendo como estrategia para impulsar tal cambio, programas de capacitación a jóvenes, llamado jóvenes construyendo el futuro.

Según INEGI (2019) en su encuesta nacional agropecuaria de este mismo año, dentro de los problemas presentados para desarrollar actividades agropecuarias, como la actividad agrícola, está el envejecimiento del productor y la falta de conocimiento de aspectos básicos y técnicos sobre la actividad propia que desarrolla. Este mismo estudio reveló que del total de los productores, 83% son hombres, de los cuales 0.01% son adolescentes, 2.0% jóvenes, 8.1% adultos, 45.8% adultos mayores y 44.1% adulto pleno.

Por otro lado, INEGI (2023) al presentar los resultados del censo nacional agropecuario 2022, subraya que 72.8 % de los productores al encuestarlos tenía 45 o más años, mientras que el 26.8% contaba con 65 años. Cabe señalar que un aspecto positivo registrado en este censo, es que a pesar de que predomina el nivel de escolaridad primaria en los productores, este mejoro de e 54.9 a 50.4 por ciento.

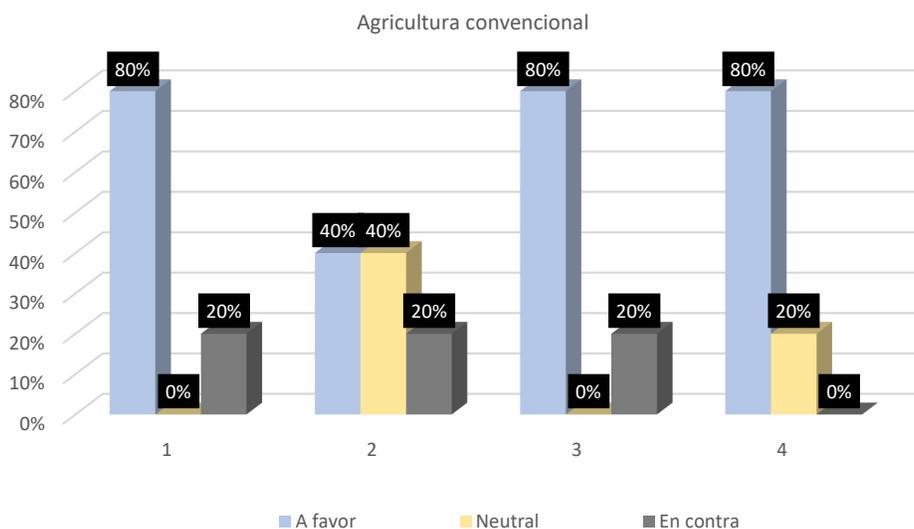


Figura 4. Dimensión/factor de estudio agricultura convencional. Fuente: elaboración propia.
Figure 4. Dimension/factor of conventional agriculture study. Source: own elaboration.

Cuadro 2. Constructos de la encuesta contemplados en la figura 4. Fuente: elaboración propia.
Table 2. Survey constructs contemplated in figure 4. Source: Own elaboration.

No.	Constructo
1	Los productores jóvenes (agricultor moderno) son quienes practican más esta actividad de revisión de calidad de suelos, que el productor de avanzada edad (agricultor convencional).
2	El productor local sigue teniendo una cultura agrícola convencional.
3	Los productores jóvenes optan por prácticas agrícolas modernas y/o fuera de lo convencional, como verificar calidad de suelos del predio que siembran.
4	El productor local requiere cambiar su manera de actuar referente a este tipo de prácticas agrícolas y hacerlo más frecuentemente.

Como se puede apreciar, una realidad en México es que parte de los problemas del sector agrícola se origina por diversos problemas sociales, como los niveles de educación, que llevan a toma de decisiones menos acertadas, además de otros problemas, como ya advertía desde hace años SADER y FAO (2014) quienes plantean que además del envejecimiento de los productores, existen problemas sociales, de marginación, niveles de educación, cultura rural, tenencia de la tierra, las capacidades técnicas de producción, entre otros.

De esta manera, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo considera que dentro de los problemas de envejecimiento que se viven actualmente en el campo mexicano, el relevo generacional representa un reto enorme, ya que los problemas actuales no solo son envejecimiento y niveles escolares, sino procesos sociales más complejos como abandono de actividad campesina u hogar rural, campo, vocación, migración, así como la actividad agrícola incorrecta.

Sin embargo, un estudio de Sandoval-Genovez, Moctezuma, Herrera y Espinoza (2022) sobre juventudes rurales en nuestro país, señala que los jóvenes pertenecientes a estas comunidades ven la agricultura como una opción de sustento, y son actores importantes para transitar de la agricultura orgánica, sin embargo, en la actualidad no cuentan con estrategias alineadas a esta última forma de producir. Ahora bien, haciendo referencia al ítem que afirma que el productor local sigue teniendo una cultura agrícola convencional, el 40% considera que, efectivamente de manera local sigue prevaleciendo este tipo de práctica en la zona centro norte del Estado de Sinaloa, 20% no lo considera así y un 40% no emitió respuesta al respecto.

En ese mismo tenor, una investigación de Montes-Rentería, Mendoza y Castillo (2022) argumenta que en México la agricultura es de tipo usual, con prácticas agrícolas apegadas a esta forma de producir y una transferencia de conocimiento generacional en ese mismo sentido, y a los jóvenes que por herencia se convierten en agricultores. Continuando, el 80% de encuestados consideran que los agricultores jóvenes son quienes practican este (verificación de calidad de suelos) y otros tipos de prácticas agrícolas modernas, mientras que el 20% considera lo contrario, es decir, que los agricultores convencionales son quienes lo hacen y no los jóvenes. En ese sentido, SADER (2024b) institución pública del gobierno mexicano encargada de temas relacionados con la agricultura del país, ofrece apoyo a jóvenes agricultores, de fomento a la agricultura, mediante el programa mejoramiento productivo de suelo y agua, incentivo de recuperación de suelos con degradación agroquímica, principalmente pérdida de fertilidad, el cual apoya con incentivos para la recuperación de suelos.

De igual manera, SADER (2024b) cuenta con informes por estado (Aguas Calientes, Chiapas, Estado de México, Morelos, Puebla, Zacatecas, entre otros), de resultados del diagnóstico de la fertilidad del suelo, mismos que se llevaron a cabo con el fin conocer la fertilidad de los suelos agrícolas y poder dar un trato y uso eficiente, así como un manejo sostenible al suelo, sin embargo, tales informes no se encontraron para el estado de Sinaloa, lo cual sin duda hubiese sido determinante para identificar problemas en la calidad de los suelos en la región noroeste de México, ya que al revisar estos estudios, si bien, no se mencionan datos sobre agricultura, si contiene de manera detallada resultados de elementos químicos contenidos en los suelos, como Boro, Calcio, Magnesio, y otros.

Es importante señalar que no se encontró literatura o estudios realizados sobre la cantidad de agricultores sinaloenses que llevan a cabo estudios de suelos para mejorar condiciones en el trato al mismo en la práctica agrícola por ciclos agrícolas. De esta manera, para Martínez-López *et al.*, (2019) los saberes agrícolas en nuestro país continúan de generación en generación, los campesinos de hoy en día, sobre todo los pequeños

y tradicionales, y, sin dejar de lado a los que producen cantidades considerables para comercializar, en muchos lugares de México continúan realizando prácticas agrícolas ancestrales y convencionales, soslayando la asistencia técnica y el uso de recursos tecnológicos. Lo antes plasmado significa claramente que este tipo de productores y los modernos, dejan de lado la implementación de estrategias que se acompañen de apoyo científico, como los estudios de suelo que ayudan a la toma de decisiones adecuadas en la práctica agrícola.

A saber, de lo anterior, el 80% de los laboratoristas y encargados de laboratorio piensan que los productores locales requieren un cambio de actitud respecto a prácticas agrícolas de verificación de calidad de suelos, es decir, consideran que deben llevar a cabo esta importante práctica de manera más frecuente. El otro 20% no opinó al respecto.

En definitiva, la tercera dimensión explicada en la Figura 5, con sus constructos o temas mencionados en el Cuadro 3, y, que tiene que ver con barreras a la producción pertinente y de calidad, arroja información relevante. Es evidente, por ejemplo, en cuanto a la desinformación de parte de productores agrícolas sobre el cuidado de la calidad del suelo, el 80% de los especialistas de los laboratorios considera que los agricultores manejan un nivel muy pobre de información en cuanto a esta importante práctica agrícola, el 20% cree que el productor si está informado al respecto. Este contexto es determinante, no solo por la importancia de un suelo saludable para producir más, sino que la estabilidad de estos es definitiva para la estabilidad ambiental y el desarrollo sustentable del sector.

Diekman, Ryan y Oliver (2023) opinan que a los productores les falta un pensamiento más relacionado con la ciencia y la investigación, con la búsqueda de resultados apegados a decisiones fundamentadas, es decir, se encuentran en una posición de desinformación. Chowdhury y Kabir (2024) plantean que los productores agrícolas requieren de servicios de asesoría especializada para obtener mejores resultados en su práctica agrícola. Tales asesorías son aquellas como asesoría agronómica, laboratorios agrícolas, estudios especializados de suelo, etc. Briese (2020¹) señala que en el sector agrícola permea la mala comunicación entre productores agrícolas y agentes de servicios especializados, científicos, académicos, (agronomos, laboratorios de suelo, investigadores, órganos de financiamiento, entre otros), por lo que en la actualidad existe un clima de desinformación, males entendidos y desconfianza, principalmente porque los agricultores no comprenden de ciencia y sus métodos, mucho menos saben que a través de esta se pueden solucionar problemas de su actividad.

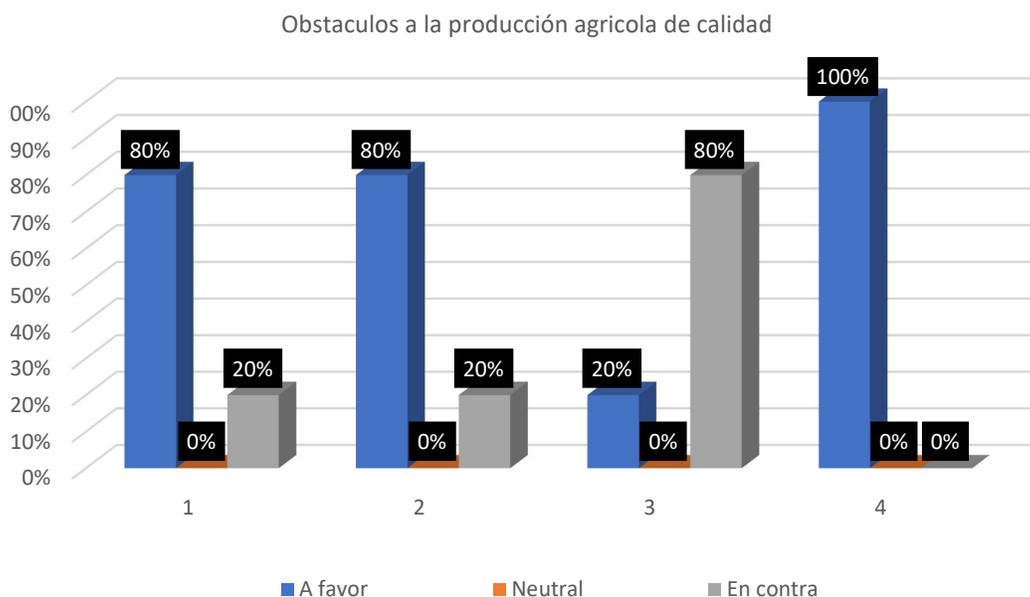


Figura 5. Dimensión/factor de estudio agricultura convencional. Fuente. elaboración propia.
Figure 5. Dimension/factor of conventional agriculture study. Source. own elaboration.

¹ Briese, L. (2020). *Science Communication in Agriculture: The Role of the Trusted Adviser*. Tesis para obtener el grado de Doctorado en Ciencias. University of Nebraska-Lincoln. Disponible en: <https://digitalcommons.unl.edu/planthealthdoc/11/>

Cuadro 3. Constructos de la encuesta contemplados en la figura 5. Fuente. elaboración propia.
Table 3. Survey constructs contemplated in figure 5. Source. own elaboration.

No.	Constructo
1	El productor agrícola esta desinformado sobre temas como el cuidado de la calidad del suelo.
2	Un obstáculo para no hacer estudios de suelos es que la mayor parte de los agricultores practican una agricultura convencional.
3	Los costos de estudios de calidad de suelos son un obstáculo para que el agricultor no lleve a cabo esta práctica.
4	La degradación (de manera general) de los suelos agrícolas va en aumento en Sinaloa.

Aunque existen esfuerzos de gobierno federal, principalmente, para implementar prácticas agrícolas más amigables con el medio ambiente, como la agricultura agroecológica (SADER, 2023), los resultados muestran como un obstáculo más, desde la percepción de los especialistas en el análisis de los suelos agrícolas, que la escuela agrícola común sigue manteniendo mayor relevancia en los grupos de productores, 80% lo señalo así, mientras que el 20% considera lo contrario a ello. Hokkanen (2024) subraya que en la actualidad se estudia poco sobre los suelos y el trato que el agricultor tiene para con importante insumo, esto derivado de prácticas agrícolas industrializadas y modernas, además de extractivistas. Dendooven *et al.* (2012) comenta que en algunas regiones de México la agricultura se ha caracterizado por ser de tipo convencional, con prácticas de labranza profunda, monocultivos y eliminación de residuos postcosecha, situación que deteriora los suelos y su fertilidad. Finalmente, otro ejemplo de acciones agroecológicas para mejorar problemáticas en la agricultura, fue el curso de manejo agroecológico de plagas, promovido por el CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo), MASAGRO (El programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional), SAGARPA (hoy SADER) y el INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) (CIMMYT, 2016). Esto muestra pequeños pero importantes pasos e interés por mejorar la problemática del sector analizado, sin embargo, no ha sido suficiente.

Al respecto, Martínez-Gamiño, Osuna, Padilla y Pimentel (2023) interpreta en un estudio sobre agricultura de conservación, que en México existe una agricultura convencional en la que prevalecen prácticas agrícolas intensivas como el barbecho, uso arados y rastreo, mismas que son las que dañan la calidad de los suelos. Como se puede observar, los párrafos anteriores rubrican claramente que dentro de lo habitual de la actividad agrícola que argumentan algunos autores, no se encuentran patrones de práctica agrícola de estudios de suelo, y como se citó anteriormente, existen investigaciones sobre tipos de suelo en la agricultura y degradación en los mismos, mas no se encontraron estudios que hablen de agricultores llevando a cabo estudios de monitoreo de la calidad de los suelos.

Continuando con los obstáculos (costos de estudios de laboratorio sobre calidad de suelos) los encuestados reflexionan claramente que esta variable no es una barrera para que los productores no contemplen esto dentro de su actividad agrícola habitual, 80% así lo afirmo, mientras que el 20% planteó que los costos de los estudios de laboratorio sobre calidad de suelos si pueden significar una barrera representativa para que no se practiquen.

Inclusive, el cuidado de los suelos representa una línea para impulsar la gestión adecuada de los suelos agrícolas, e involucra a productores, gobierno, consumidores, etc. La pobreza de los agricultores mexicanos (sobre todo pequeños) obstaculiza que estos opten por prácticas agrícolas de conservación y gestión adecuada de los suelos (un ejemplo de ello son los estudios de suelo). Estos autores enfatizan que se requiere que quienes producen se involucren en prácticas agrícolas más sustentables en el trato a los mismos (Ortiz García *et al.*, 2022). Febles-Díaz *et al.* (2023) concluye en un estudio sobre calidad de suelos en una cuenca importante de México, que, no se cuenta con estudios de suelos que permitan implementar planes de manejo efectivos a los mismos, lo cual repercute a largo plazo en mal manejo de recursos como el agua y otros elementos. Lo importante de lo anterior, y su nexo con el presente estudio, no es la repercusión a largo plazo, si no que, en cuestión de estudios de calidad de suelo, para su correcta gestión, el patrón común sigue siendo la falta de estudios de laboratorio que ayuden a tomar decisiones pertinentes.

Finalmente, como dato importante, y en consecuencia de lo señalado en párrafos anteriores sobre factores que limitan o perjudican al sector agrícola, y en correlación con el sentir de este importante sector de especialistas que lo apoyan, el 100% de los encuestados cree fielmente que los suelos agrícolas del estado de Sinaloa se están degradando periódicamente. Mendieta-Mendoza, Renteria, Randall, Ruíz y Ríos (2023) señalan que la degradación y salinidad de los suelos va en aumento, las tierras agrícolas requieren de monitoreo constante y de prácticas agrícolas más sustentables. Aguirre-Salado, Pérez, Aguirre, Monterroso y Gallardo (2023) advierten en un estudio sobre suelos, que, la degradación y salinidad de suelos va en aumento, de la misma manera, Ruiz-Vicente (2020) expone que en nuestro país la contaminación ambiental ha presentado altos niveles, afectando esto también a los suelos.

Buscando analogías dentro de la percepción de los especialistas o encargados de laboratorios de suelo se planteó una dimensión que diera respuesta al porqué de la práctica agrícola de monitoreo de calidad de los mismos, es decir, 1) ¿quiénes? y 2) ¿por qué se ocupan en llevar a cabo tal actividad de vigilancia?; los resultados indican lo siguiente: Como se puede observar, los razonamientos 1 y 2 contemplados en esta dimensión se asocian a dar respuesta a las interrogantes antes plasmadas, los encuestados subrayan en un 60% que quienes vigilan la calidad del suelo de sus predios agrícolas son los pequeños agricultores, el otro 40% marcó lo contrario.

De acuerdo a información de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de México, si se pretende alcanzar un rendimiento alto en las cosechas, es recomendable llevar a cabo muestreos de suelo una vez preparado el terreno y previa aplicación de fertilizantes (SADER, 2024b). Para Vallejo-Quintero (2013) la actividad agrícola intensiva y poco sustentable, es la causante de cambios negativos en los suelos, esto incluyendo a los pequeños agricultores, por lo que todo actor relacionado con la explotación de suelos debe implementar prácticas de monitoreo de la calidad de los mismos (evaluaciones de prácticas de manejo).

En la Estrategia Nacional de Suelo para la Agricultura Sostenible en México, se contempla que los pequeños productores deben buscar la implementación de estrategias más sostenibles en su práctica agrícola, la cual debe incluir el monitoreo constante de la calidad de las tierras en que cosechan (SADER, 2022a). De acuerdo a la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) y a la UPM (Universidad Politécnica de Madrid), en la actualidad la agricultura tiene como patrones productivos prácticas agrícolas nocivas, mismas que dañan la calidad de los suelos, no solo por grandes agricultores, sino también por pequeños productores, quienes deben poner en prácticas actividades agrícolas más sostenibles, incluyendo la vigilancia de la calidad de los suelos (FAO, 2021).

Lo antes expuesto por distintos autores, señala claramente que independientemente del nivel del agricultor (pequeño, mediano o grande), no se cuenta con una vigilancia de la calidad de suelos, estos requieren implementar prácticas agrícolas sustentables o buenas prácticas agrícolas (BPA), además de prácticas agronómicas supervisadas, así como asesoría y capacitación sobre temas relevantes, esto de parte de dependencias de gobierno como SADER, las juntas locales de Sanidad Vegetal y organismos agrícolas privados.

Ceballos-Pérez y Nopal (2021) comentan en su estudio sobre autopercepción de pequeños productores agrícolas, que, varios estudios plantean que la agricultura a escala pequeña puede ser importante para el cambio de paradigmas de producción, es decir, en las formas o prácticas actuales de producir, donde lo convencional prevalece. La implementación de estrategias tecnológicas (como muestreos de suelo y su análisis de laboratorio) dependen del campesino y su formación. En este mismo estudio se hace énfasis en que los productores jóvenes tienen un desinterés muy marcado por no ser agricultores.

En conexión a lo anterior, 40% de los encuestados expresaron que la cultura de cuidado de suelos es más común en quien renta la parcela agrícola, 20% señala que es el dueño quien realiza más esta actividad, el otro 40% se mantuvo al margen de responder al respecto. Referente al método de revisión que se usa para medir calidad en suelos, 80% manifestó que es el adecuado, mientras que 20% opinó lo contrario. Sobre esto, diversos autores afirman que existen métodos variados para medir la calidad de los suelos agrícolas, algunos autores mencionan que los métodos son adecuados cuando se implementan correctamente (Cotler *et al.*, 2020; Cotler y Cuevas, 2016; Núñez-Peñaloza *et al.*, 2023; Reyes, 2019; SADER, 2022a, 2024b; Torres y Rojas, 2018; Vallejo-Quintero, 2013).

Sobre si el agricultor monitorea suelos relacionando esto con rendimientos de producción, 60% así lo afirmó, el otro 40% opinó lo contrario. Al respecto es poca o nula la literatura encontrada, el tema es poco analizado, sin embargo, es notorio, como afirma (Castillo-Valdez *et al.*, 2021; Gobierno de Jalisco, 2022; SADER, 2024b; SAGARPA, 2015) que con los estudios de suelo generalmente se pretende lograr mejores rendimientos y mitigar problemas en el suelo, esto a través de la toma de decisiones adecuadas para tratar la tierra. Así mismo, y en concordancia con lo anterior, en cuanto a si al agricultor le preocupa y, ocupa mejorar la salud del suelo en que cosecha, 60% cree que no les importa, 20% enfatiza que si le interesan tales mejoras a quienes producen, y otro 20% no se manifestó sobre el tema en cuestión. Así mismo, el 80% considera que los productores agrícolas si les ocupa cuidar la tierra al momento de poner en práctica diversas actividades agrícolas de preparación y mantenimiento para cosechar, 20% manifestó que no existe tal preocupación y ocupación al respecto.

A manera de comparar, para el FIRCO (2017) los productores hoy en día tienen muy clara la importancia de cuidar los suelos agrícolas, principalmente con métodos de conservación sustentables, para el propio gobierno de México, siete años más tarde (2024) este declaró lo siguiente "se estima que el 64% de los suelos en México presentan algún grado de erosión y que un 25% de las producciones agrícolas tiene como principal problema la pérdida de fertilidad del suelo" (SADER, 2024a). De modo similar, un número importante de autores plantean que el aumento de la degradación en los suelos no para (Aguirre-Salado *et al.*, 2023; Fox y Haight, 2010; FIRCO, 2017; Mendieta-Mendoza *et al.*, 2023; Ruiz-Vicente, 2020; SEMARNAT, 2022) (Cuadro 4; Figura 6.)

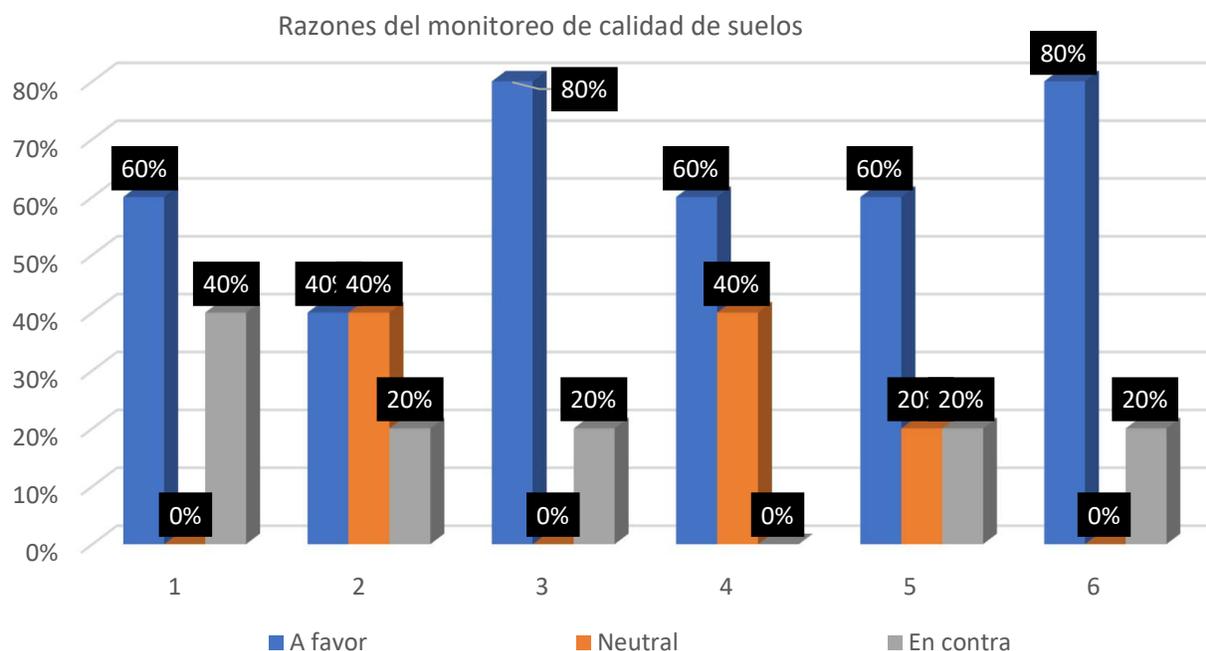


Figura 6. Dimensión/factor de estudio razones del monitoreo de calidad de suelos. Fuente. elaboración propia.
Figure 6. Dimension/study factor reasons for soil quality monitoring. Source.own elaboration.

En definitiva, los productores agrícolas necesitan ocuparse correctamente del cuidado de los suelos, que son los que dan sustento a cientos de familias, si bien, como se analizó previamente, algunos si practican su cuidado, la mayoría no lo hace.

A manera de cierre, la última dimensión planteada en la encuesta está integrada con una serie de constructos (cinco) relacionados con la actividad agrícola y la sustentabilidad (Cuadro 5), en otras palabras, se puede apreciar en el gráfico anterior (Figura 7) que 80% de los encuestados considera que el monitoreo de calidad de suelos en la zona centro norte del estado de Sinaloa va en aumento 20% percibe lo contrario, de manera similar expresaron con un 80% que los productores identifican un sistema de producción sustentable mientras que 20% opinó lo contrario.

Para alcanzar niveles más sustentables para el sector 100% creen que se necesita monitorear constantemente la calidad de los suelos y el trato sustentable, como lo asegura (Rizo-Mustelie, Vuelta y Lorenzo, 2017) en un

Cuadro 4. Constructos de la encuesta contemplados en la figura 6. Fuente. elaboración propia.
Table 4. Survey constructs contemplated in figure 6. Source. own elaboration.

No.	Constructo
1	La cultura de verificación del suelo es más común en pequeños agricultores.
2	La cultura de verificación del suelo es más común en los arrendatarios del predio agrícola y no los dueños ejidales de los predios.
3	El (los) método (s) de medición para monitorear problemas de calidad de suelo agrícola es el (son los) adecuado (s).
4	El agricultor monitorea las condiciones del suelo por cuestiones de rendimientos a la hora de producir.
5	Al productor agrícola local no le preocupa y ocupa mejorar la calidad de suelos agrícolas
6	Al agricultor le ocupa en su práctica agrícola (mover la tierra, riegos, aplicar insumos orgánicos, agroquímicos, etc.), cuidar la calidad de la tierra que siembra.

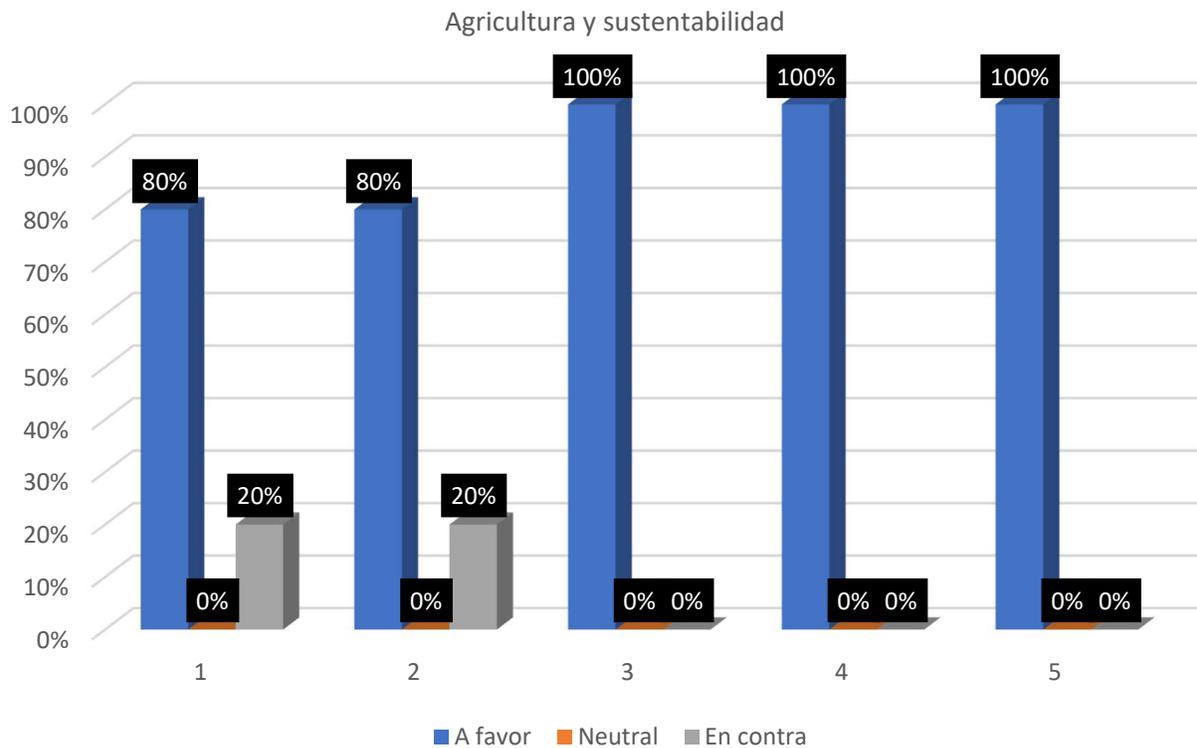


Figura 7. Dimensión/factor de estudio razones del monitoreo de calidad de suelos. Fuente. elaboración propia.
Figure 7. Dimension/study factor reasons for soil quality monitoring. Source. own elaboration.

estudio sobre agricultura, desarrollo sostenible y medioambiente, de igual forma 100% subrayó que además de generar una cultura agrícola adecuada, llevar a cabo esta importante practica agrícola puede ayudar sustentablemente y en términos de resiliencia, así lo comentan (Cotler y Cuevas, 2016; Mendieta-Mendoza *et al.*, 2023; SADER, 2024b) a mitigar problemas de calidad de la tierra, así como todos coincidieron (100%) en que la cultura adecuada de monitoreo de calidad de suelos aporta sustancialmente al desarrollo sustentable del sector.

Cuadro 5. Constructos de la encuesta contemplados en la figura 7. Fuente. elaboración propia.
Table 5. Survey constructs contemplated in figure 7. Source: Own elaboration.

No.	Constructo
1	El monitoreo de calidad de suelos agrícolas va en aumento.
2	Los productores identifican claramente el sistema de producción sustentable.
3	No es necesario verificar calidad de suelo agrícola, la tierra del valle es muy fértil.
4	Dentro de los beneficios de los estudios de calidad de suelo es que además de generar una cultura agrícola adecuada, se pueden mitigar problemas de calidad de la tierra.
5	La cultura de cuidado de la calidad de suelos ayuda al desarrollo sustentable del sector agrícola del municipio.

CONCLUSIONES

Aunque ha habido acciones pertinentes para ayudar a mitigar y corregir problemas con el uso desmedido y calidad de los suelos agrícolas, estas no han sido suficientes. En la zona centro norte del estado de Sinaloa la cultura de monitoreo de calidad de suelos requiere mayor atención, tanto por productores agrícolas como por quienes mantienen la gobernanza productiva y sustentable del sector. La capacitación, asistencia técnica y asesoría agronómica son variables que requieren ser implementadas a través de políticas públicas y programas de apoyo a los agricultores, sin importar el nivel o magnitud de su producción.

Los especialistas de laboratorios en análisis de suelos tienen un conocimiento muy cercano en cuanto a la cultura de vigilancia de la calidad de la tierra de uso agrícola, además del concerniente a su trabajo, esto debido a la cercana relación con los productores agrícolas, por lo que son una línea importante para la promoción de una cultura de vigilancia mayor y más sustentable, para ello se requiere la formación de nuevas alianzas estratégicas y fortalecer las existentes, entre algunos actores del sector (funcionalidad real).

La cultura de monitoreo de calidad de suelos es un tema poco documentado, si bien existe literatura sobre metodologías para muestreo de suelos y otros temas relacionados, el trazado en esta investigación requiere de un mayor análisis, por su importancia y posibles aportaciones a la sustentabilidad y seguridad alimentaria.

En definitiva, se requiere de investigaciones que refuercen el tema, abordando múltiples contextos y lugares, como también se necesitan estrategias que promuevan una mayor y mejor participación de los productores para con las buenas prácticas agrícolas, tanto por resiliencia, como por desarrollo y cuidado sustentable del sector.

DECLARACIÓN DE ÉTICA

No aplicable.

CONSENTIMIENTO PARA PUBLICACIÓN

No aplicable.

DISPONIBILIDAD DE DATOS

No aplicable.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia.

FINANCIACIÓN

No aplicable.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Investigación, conceptualización, validación, administración del proyecto, adquisición de fondos, escritura -revisión, edición, metodología, preparación del borrador original, curación de datos y análisis de datos: A.A.C.B.

AGRADECIMIENTOS

No aplicable.

LITERATURA CITADA

- AGQLabs (2024). Análisis de suelos agrícolas. Análisis de suelos agrícolas. Consultado el 23 de marzo, 2024, desde <https://agqlabs.mx/analisis-de-suelos-agricolas/>
- Aguirre-Salado, O. T., Pérez-Nieto, J., Aguirre-Salado, C. A., Monterroso-Rivas, A. I., & Gallardo-Lancho, J. F. (2023). Erosión hídrica, redistribución del carbono orgánico del suelo y conservación del suelo y agua: una revisión. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 29(3), 47-60. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2022.10.075>

- Alvarado-Martínez, L. F., Aguilar-Valdés, A., Cabral-Martell, A., Martínez-Alvarado, T. E., & Luevano-Gonzalez, A. (2018). Informe del Componente Conservación de Uso Sustentable de Suelo y Agua (COUSSA) Sinaloa 2015. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 43, 55-66. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.281297>.
- Biomakers (2024). La importancia del análisis del suelo en la planificación agrícola. Consultado el 23 de marzo, 2024, desde <https://biomemakers.com/es/blog/la-importancia-del-analisis-del-suelo-en-la-planificacion-agricola>
- Castillo-Valdez, X., Etchevers-Barra, J. D., Hidalgo-Moreno, C. M. I., & Aguirre-Gómez, A. (2021). Evaluación de la calidad de suelo: generación e interpretación de indicadores. *Terra Latinoamericana*, 39, 1-12. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.698>
- Ceballos-Pérez, S. G., & Nopal-Tejamanil, G. N. (2021). Estudio de autopercepción de pequeños productores agrícolas. El caso de Huichapan Hidalgo, México. *Polis. Revista Latinoamericana*, 59, 1-20.
- Centro de Ciencias de Sinaloa. (2023). *Agricultura en Sinaloa*. Consultado el 23 de marzo, 2024, desde <https://artsandculture.google.com/story/8gVbFBS9oUb8Jg?hl=es-419>
- Chowdhury, A., & Kabir, K. H. (2024). How do agricultural advisory services meet the needs of farmers? Applying Q-methodology to assessing multi-stakeholders' perspectives on the pluralistic advisory system in Ontario, Canada. *Journal of Rural Studies*, 105, 103186. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2023.103186>
- Cvetković-Vega, A., Maguiña, J. L., Soto, A., Lama-Valdivia, J., & Correa-López, L. E. (2021). Cross-sectional studies. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 21(1), 164-170. <https://doi.org/10.25176/RFMH.v21i1.3069>
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). (2016). *Manejo agroecológico de plagas, una alternativa viable para una agricultura más sustentable*. Consultado el 20 de julio, 2024, desde https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/18146/56637_2016_VII%2831%29.pdf?sequence=77&isAllowed=y
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). (2022). Capacitar a los jóvenes, oportunidad para transitar a sistemas agroalimentarios sustentables. Capacitar a Los Jóvenes, Oportunidad Para Transitar a Sistemas Agroalimentarios Sustentables. Consultado el 23 de marzo, 2024, desde <https://www.cimmyt.org/es/noticias/capacitar-a-los-jovenes-oportunidad-para-transitar-a-sistemas-agroalimentarios-sustentables/>
- CODESIN (Consejo para el Desarrollo Económico de Sinaloa). (2023). *Sinaloa en números*. Consultado el 23 de marzo, 2024, desde <https://sinaloaennumeros.codesin.mx/wp-content/uploads/2021/06/Reporte-29-del-2021-de-Agricultura-en-sinaloa-2020.pdf>
- Cotler, H., Corona, J. A., & Galeana-Pizaña, J. M. (2020). Erosión de suelos y carencia alimentaria en México: una primera aproximación. *Investigaciones Geográficas*, 101, 1-14. <https://doi.org/10.14350/rig.59976>
- Cotler, H., & Cuevas, J. L. (2016). *Estrategias de conservación de suelos en agroecosistemas de México*. Centro Geo. Consultado el 23 de marzo, 2024, desde https://www.centrogeo.org.mx/stories/archivos/users/hcotler/Cotler_y_Cuevas_Estrategias-de-conservacion-de-suelos-en-agroecosistemas-de-mexico.pdf
- Cuadras-Berrelleza, A. A., Peinado-Guevara, V. M., Peinado-Guevara, H. J., López-López, J. D. J., & Herrera-Barrientos, J. (2021). Agricultura intensiva y calidad de suelos: retos para el desarrollo sustentable en Sinaloa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(8), 1401-1414. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i8.2704>
- De Corato, U., Viola, E., Keswani, C., & Minkina, T. (2024). Impact of the sustainable agricultural practices for governing soil health from the perspective of a rising agri-based circular bioeconomy. *Applied Soil Ecology*, 194, 105199. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2023.105199>
- Dendooven, L., Gutiérrez-Oliva, V. F., Patiño-Zúñiga, L., Ramírez-Villanueva, D. A., Verhulst, N., Luna-Guido, M., ... & Govaerts, B. (2012). Greenhouse gas emissions under conservation agriculture compared to traditional cultivation of maize in the central highlands of Mexico. *Science of the Total Environment*, 431, 237-244. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.05.029>
- Diekman, C., Ryan, C. D., & Oliver, T. L. (2023). Misinformation and disinformation in food science and nutrition: impact on practice. *The Journal of Nutrition*, 153(1), 3-9. <https://doi.org/10.1016/j.tjnut.2022.10.001>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2021). Metodología para el monitoreo y evaluación de buenas prácticas en agricultura para la adaptación al cambio climático y la gestión integral del riesgo de desastres. Rome, Italy: FAO. <https://doi.org/10.4060/cb4486es>
- Febles-Díaz, J. M. F., Calvo, T. G., Soto, C. R., Suarez, J. E. B., Plata, M. A. B., Gonzalez, J. M. F., & Velasco, E. G. (2023). Geochemical survey of soil nitrogen and phosphorus in Valle De Bravo-Amanalco Basin, Mexico. *Journal of South American Earth Sciences*, 127, 104393. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2023.104393>
- Fox, J., & Haight, L. (2010). La política agrícola mexicana: metas múltiples e intereses en conflicto. En J. Fox & L. Haight (Eds.). *Subsidios para la desigualdad: Las políticas públicas del maíz en México a partir del libre comercio* (pp. 9-45). Washington, D.C., USA: University of California, Santa Cruz.
- FIRCO (Fideicomiso de Riesgo Compartido). (2017). Importancia del cuidado de las Tierras de Cultivo. Importancia Del Cuidado de Las Tierras de Cultivo. Consultado el 20 de julio, 2024, desde <https://www.gob.mx/firco/articulos/importancia-del-cuidado-de-las-tierras-de-cultivo>
- Gobierno de Jalisco (2022). Facilita la SADER Jalisco análisis de fertilidad de suelos a productores de maíz. Facilita La SADER Jalisco Análisis de Fertilidad de Suelos a Productores de Maíz. Consultado el 23 de marzo, 2024, desde <https://www.jalisco.gob.mx/es/prensa/noticias/144603>
- Hans, L., & Wen-Feng, C. (2022). Challenges providing multiple ecosystem benefits for sustainable managed systems. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 9(2), 170-176. <https://doi.org/10.15302/J-FASE-2022444>
- Hokkanen, S. (2024). Soil extractivism: Political ontology of soil erasure in the European Union's agricultural politics. *Journal of Rural Studies*, 108, 103298. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2024.103298>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2019). *Encuesta Nacional Agropecuaria 2019 (ENA 2019)*. México: INEGI.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2020). División Municipal. División Municipal. Consultado el 20 de julio, 2024, desde https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/sin/territorio/div_municipal.aspx?tema=me&e=25
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2023). *Resultados definitivos del censo agropecuario 2022*. Consultado el 23 de marzo, 2024, desde https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/CA_Def/CA_Def2022.pdf
- Martínez-Gamiño, M. Á., Osuna-Ceja, E. S., Padilla Ramírez, J. S., & Pimentel-López, J. (2023). Agricultura de conservación: alternativa para la mitigación del cambio climático en el altiplano semiárido de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14(6), e2957. <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i6.2957>
- Martínez-López, A., Cruz-León, A., Sangerman-Jarquín, D. M., Díaz-Cárdenas, S., Cervantes-Herrera, J., & Ramírez-Valverde, B. (2019). El estudio de los saberes agrícolas como alternativa para el desarrollo de las comunidades cafetaleras. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(7), 1615-1626. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i7.2113>

- Mendieta-Mendoza, A., Renteria-Villalobos, M., Randall, H., Ruíz-Gómez, S., & Ríos-López, M. (2023). Chemical degradation of agricultural soil under arid conditions by the accumulation of potentially toxic elements and salts. *Geoderma Regional*, 35, e00736. <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2023.e00736>
- Montes-Rentería, R., Mendoza, M. de J., & Castillo, I. (2022). Jóvenes aprendiendo agricultura en comunidades rurales de Veracruz, México. *Revista Temario Científico*, 1(2), 39-49. <https://doi.org/10.47212/rtcAlinin.1.2.4>
- Morales, F. (2020). El campo sí es rentable para los jóvenes. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Consultado el 23 de marzo, 2024, desde <https://idp.cimmyt.org/el-campo-si-es-rentable-para-los-jovenes/>
- Núñez-Colín, C. A., & Escobedo-López, D. (2011). Uso correcto del análisis clúster en la caracterización de germoplasma vegetal. *Agronomía Mesoamericana*, 22(2), 415-427.
- Núñez-Peñaloza, J. L., Pérez-Nieto, J., & Prado-Hernández, J. V. (2023). Análisis de indicadores e índices de calidad de suelos en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14(6), e3148. <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i6.3148>
- Ortiz-García, S., Saynes-Santillán, V., Bunge-Vivier, V., Anglés-Hernández, M., Pérez, M. E., & Prado, B. (2022). Soil governance and sustainable agriculture in Mexico. *Soil Security*, 7, 100059. <https://doi.org/10.1016/j.soisec.2022.100059>
- Pla, I. (2013). Análisis crítico de la calidad de suelos y de sus indicadores. *Suelos Ecuatoriales*, 43(1), 1-8.
- Portal Ambiental (2022). México fortalece su Estrategia Nacional de Suelo para la Agricultura Sostenible. México Fortalece Su Estrategia Nacional de Suelo Para La Agricultura Sostenible. Consultado el 20 de julio, 2024, desde <https://www.portalambiental.com.mx/sostenibilidad/20221206/mexico-fortalece-su-estrategia-nacional-de-suelo-para-la-agricultura>
- Raya-Zavala, J. A., Pascual-Alvarado, E., & Medina-Martínez, P. (2016). Educación ambiental para el mejoramiento de la calidad y regeneración de suelos agrícolas en la comunidad de San Martín municipio de José Sixto Verduzco, Michoacán. *En EAS y Pedagogía Ambiental* (pp. 1-13). Ciudad de México, México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Reyes-Rodríguez, R., Guridi-Izquierdo, F., & Valdés-Carmenate, R. (2016). El manejo agrícola modifica propiedades y la disponibilidad de metales pesados en suelos Ferralíticos rojos. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 25(4), 23-31.
- Reyes, W. (2019). Comparación de tres métodos de evaluación de la calidad física en un suelo vertisol de la llanura de coro, Falcón-Venezuela. *Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología*, 5(8), 144-173.
- Rizo-Mustelie, M., Vuelta-Lorenzo, D. R., & Lorenzo-García, A. M. (2017). Agricultura, desarrollo sostenible, medio ambiente, saber campesino y universidad. *Ciencia en su PC*, 2, 106-120.
- Romero-Béjar, J. L., & Cañadas-de la Fuente, G. A. (2024). *Análisis clúster - Práctica 3*. Granada, España: Universidad de Granada, Departamento de Estadística e Investigación Operativa.
- Ruiz-Vicente, M. A. (2020). Estado actual de la contaminación ambiental presente en la Mixteca Oaxaqueña. *Journal of Negative & No Positive Results*, 5(5), 535-553. <https://doi.org/10.19230/jonnpr.3257>
- SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural), & FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2014). *Estudio sobre el envejecimiento de la población rural en México*. Ciudad de México, México: SADER.
- SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). (2022a). *Estrategia Nacional de Suelo para la Agricultura Sostenible* (Primera ed.). Ciudad de México, México: SADER.
- SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). (2022b). Jóvenes en el sector primario, factor de cambio para el campo mexicano. Consultado el 20 de julio, 2024, desde <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/jovenes-en-el-sector-primario-factor-de-cambio-para-el-campo-mexicano>
- SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). (2023). Producción para el Bienestar (PpB) y Jóvenes Construyendo el Futuro (JCF), juntos por un campo mejor. Producción Para El Bienestar (PpB) y Jóvenes Construyendo El Futuro (JCF), Juntos Por Un Campo Mejor. Consultado el 20 de julio, 2024, desde <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/produccion-para-el-bienestar-ppb-y-jovenes-construyendo-el-futuro-jcf-juntos-por-un-campo-mejor>
- SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). (2024a). Cuidemos los suelos agropecuarios. Consultado el 20 de julio, 2024, <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/cuidemos-los-suelos-agropecuarios>
- SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). (2024b). Estudios de suelos: del campo al laboratorio. Consultado el 20 de julio, 2024, desde <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/estudios-de-suelos-del-campo-al-laboratorio>
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (2015). *Análisis de suelo y agua*. Consultado el 20 de julio, 2024, desde https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/114360/2-_Nota_Julio_2015.pdf
- Sandoval-Genovese, D., Moctezuma-Pérez, S., Herrera-Tapia, F., & Espinoza-Ortega, A. (2022). Juventudes rurales: una perspectiva del trabajo agrícola desde sus actores. *Convergencia Revista de Ciencias Sociales*, 29, 1-23. <https://doi.org/10.29101/crcs.v29i0.16508>
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2020). *Los suelos de México*. Ciudad de México, México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Consultado el 20 de julio, 2024, desde <https://www.gob.mx/semarnat>
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2022). Degradación de suelos en México. Consultado el 20 de julio, 2024, desde https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_resumen14/03_suelos/3_2.html
- Torres, F., & Rojas, A. (2018). Suelo agrícola en México: retrospcción y prospectiva para la seguridad alimentaria. Realidad, datos y espacio. *Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 9(3), 137-155.
- USDA (United States Department of Agriculture). (1999). *Soil quality test kit guide*. Washington, D.C., USA: USDA-NRCS.
- Vallejo-Quintero, V. E. (2013). Importance and utility of microbial elements in evaluating soil quality: case studies in silvopastoral systems. *Colombia Forestal*, 16(1), 83-99.