

62

Fecha de presentación: enero, 2024

Fecha de aceptación: abril, 2024

Fecha de publicación: mayo, 2024

LA DEGRADACIÓN

DEL SUELO Y SU IMPACTO EN LA CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y AMBIENTE

SOIL DEGRADATION AND ITS IMPACT ON SCIENCE, TECHNOLOGY, SOCIETY AND ENVIRONMENT

Irán Rodríguez Delgado ^{1*}

E-mail: irodriguez@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6453-2108>

Hipólito Israel Pérez Iglesias ¹

E-mail: hperez@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3368-8716>

Rigoberto Miguel García Batista ¹

E-mail: rmgarcia@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2403-0135>

Yoandy Sergio Villalonga Arencibia ²

E-mail: yoandy.villalonga@umcc.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1399-1857>

*Autor para correspondencia:

¹ Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

² Universidad de Matanzas. Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Rodríguez Delgado, I., Pérez Iglesias, H. I., García Batista, R. M. & Villalonga Arencibia, Y. S. (2024). La degradación del suelo y su impacto en la ciencia, tecnología, sociedad y ambiente. *Universidad y Sociedad*, 16 (3), 585-595.

RESUMEN

Un manejo agrícola inadecuado en sistemas de producción provoca degradación del suelo y una disminución de las potencialidades del recurso natural para sostener cosechas en el tiempo que permita responder a necesidades sociales en contante crecimiento. Desde la dimensión de la ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, la degradación del suelo puede tener implicaciones tanto científicas, tecnológicas, sociales y ambientales. El objetivo del trabajo fue analizar el impacto de la degradación del suelo en sistemas de producción agrícola desde la dimensión ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, que posibilite una adecuada alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía, así como, la protección y mejoramiento ambiental en agroecosistemas. En el ámbito científico, tecnológico y social, el estudio de la degradación del suelo permite comprender mejor los procesos involucrados, investigar causas y efectos; así como, desarrollar estrategias de conservación y restauración del recurso natural, mediante la integración de todos los actores (científicos, ingenieros, agricultores, entre otros) que posibilite una producción sostenible de alimentos en armonía con la naturaleza que asegure mejores condiciones de vida para las presentes y futuras generaciones.

Palabras clave: Recurso natural, Sistemas de producción, Alfabetización científica, Desarrollo científico-técnico, Sostenibilidad.

ABSTRACT

Inadequate agricultural management in production systems causes soil degradation and a decrease in the potential of the natural resource to sustain crops in the time that allows us to respond to constantly growing social needs. From the dimension of science, technology, society and environment, soil degradation can have scientific, technological, social and environmental implications. The objective of the work was to analyze the impact of soil degradation on agricultural production systems from the science, technology, society and environment dimension, which enables adequate scientific and technological literacy of citizens, as well as environmental protection and improvement in agroecosystems. In the scientific, technological and social field, the study of soil degradation allows us to better understand the processes involved, investigate causes and effects; as well as, develop strategies for the conservation and restoration

of natural resources, through the integration of all actors (scientists, engineers, farmers, among others) that enable sustainable food production in harmony with nature that ensures better living conditions for people present and future generations.

Keywords: Natural resources, Production systems, Scientific literacy, Scientific-technical development, Sustainability.

INTRODUCCIÓN

Desde el surgimiento de la especie humana se han generado transformaciones en el ambiente con la finalidad de satisfacer necesidades alimenticias y económicas cada vez más crecientes de la humanidad (Herrera et al., 2019); generándose una transición de ecosistemas naturales en sistemas de producción agrícola que provocan la reducción de la capacidad del suelo para la responder a las exigencias de la sociedad en su conjunto, disminución acelerada de su calidad y capacidad del recurso natural para sustentar la vida, estimulándose la actual crisis ambiental, caracterizada fundamentalmente por el cambio climático, calentamiento global y la degradación del suelo (DS), entre otras afectaciones.

La DS se refiere a la pérdida de calidad y fertilidad del suelo debido a diversos factores, como la erosión, la contaminación, el agotamiento de nutrientes y la compactación. La erosión del suelo ocurre cuando las partículas más finas del suelo son arrastradas por el agua o el viento, generándose pérdidas de nutrientes, disminución de la capacidad de retención de agua y menor producción de cultivos, sin embargo, la sociedad no considera la importancia de la problemática, que afecta la producción de alimentos a nivel mundial.

En los sistemas de producción implementados por el hombre con la finalidad de responder a sus requerimientos alimenticios y necesidades económicas de una población en crecimiento contaste (se estiman 9 000 millones de personas para el año 2050), la superficie agrícola se reduce constantemente, por ello, la producción de alimentos es cada vez menor y es debido fundamentalmente a la DS (Ibáñez, 2021).

Para combatir la DS, es importante implementar prácticas de conservación, como la rotación de cultivos, la siembra de cobertura, el uso de técnicas de labranza mínima y la aplicación de fertilizantes orgánicos, encaminadas a mantener la salud del suelo y prevenir la erosión y la

pérdida de nutrientes, para ello, se debe contar con argumentos desde el enfoque de la dimensión de la ciencia, tecnología y sociedad y una alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía que posibilite mantener las potencialidades del recurso natural para las presentes y futuras generaciones.

El Movimiento Ciencia, Tecnología, Sociedad (CTS), surgido en los años sesenta del siglo pasado, se consolidó posteriormente como un campo de estudios académicos relevante y muy notable en torno a las implicaciones éticas y sociales de la ciencia y la tecnología (Vilches, 2023).

La CTS es un campo académico e investigativo interdisciplinar que profundiza en la naturaleza del conocimiento científico y tecnológico; y su impacto en la sociedad y el ambiente; e intenta explorar las relaciones de causalidad entre el contenido del conocimiento y los factores sociales y culturales que influyen en la producción y el cambio científico y tecnológico, debiéndose enfocar en analizar las consecuencias de la ciencia y la tecnología en la sociedad. La problemática socioambiental y el agravamiento que se ha producido desde la década de los 90 condujo a la necesidad de incluir la letra A (Ambiente) a las siglas CTS (CTSA), quedando claramente establecida la urgencia y relevancia de contribuir, desde el ámbito de la tecnología, sociedad y el ambiente, a establecer las bases para avanzar hacia sociedades sostenibles, en las que se necesita considerar, desde una perspectiva holística, cuestiones socioambientales y de calidad de vida.

Desde varios años antes los desafíos de la investigación en torno a las interacciones CTS en la educación científica han contemplado la importancia de la grave situación de emergencia planetaria en relación con el ambiente y la necesidad de una concienciación sobre la toma de conciencia de la ciudadanía al respecto, que posibilite ampliar e impulsar en la comunidad científica (docentes, estudiantes, movimientos ciudadanos, instituciones internacionales, organismos nacionales y regionales), como paso previo para la implicación de la ciudadanía y las acciones requeridas debido a la gravedad de la situación (Vilches, 2023). Incluir la dimensión de la ciencia, tecnología, sociedad y ambiente se ha impuesto como una recomendación importante y consensuada por la investigación didáctica encaminada a la enseñanza de la ciencia y la tecnología.

Según Gonzáles y Martínez (2019) es necesario que los estudiantes a partir de sus vivencias cotidianas puedan

establecer de forma particular el significado del enfoque CTS en relación con su contexto social, medio ambiental y tecnológico, considerando que el enfoque CTSA integrado con el aspecto curricular determina las fases siguientes:

1. Adecuada actitud centrada en la responsabilidad respecto al medio ambiente con varios aspectos relevantes relacionados con la forma de vivir.
2. Toma de decisiones en relación con las diferentes opciones, a través de considerar los factores éticos, políticos, económicos y científicos.
3. Comportamiento social a partir del desarrollo de acciones personales que respondan a beneficios comunitarios y poblaciones vulnerables.

Desde la perspectiva de la dimensión ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA), la DS puede tener implicaciones tanto científicas, tecnológicas, sociales y ambientales. La dimensión CTSA y la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía, son aspectos importantes a considerar cuando se refiere al impacto de la DS en los sistemas de producción agrícola (Pérez-García, 2020).

El estudio de la DS en el ámbito científico, permite analizar y comprender mejor los procesos involucrados, investigar sus causas y efectos, y desarrollar estrategias de conservación y restauración del recurso natural, lo que implica la colaboración integral entre científicos, ingenieros, agricultores y otros actores sociales que posibilite abordar la problemática de manera integral y permita alcanzar una producción de alimentos sostenible en armonía con el ambiente.

En relación con la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía, es fundamental que la población este informada sobre la importancia del suelo y los impactos de su degradación, lo cual permite tomar decisiones informadas en nuestra vida diaria, como consumidores conscientes y responsables del medio ambiente.

La educación científica y tecnológica proporciona las herramientas necesarias para participar en debates y acciones relacionadas con la conservación del suelo y el desarrollo sostenible.

El objetivo del trabajo fue analizar el efecto de la DS en sistemas de producción agrícola desde la dimensión CTSA, que posibilite una adecuada alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía, enfocada en

la conservación y mejoramiento del recurso natural, así como, su aprovechamiento responsable.

DESARROLLO

El suelo es un recurso finito y vital, no renovable, formado por la mezcla de partículas minerales, materia orgánica (MO), agua y aire, vulnerable a la acción antrópica del hombre, constituye la base de la rentabilidad de la agricultura; su fertilidad depende del equilibrio químico, físico y biológico que posibilita que mantenga su capacidad de producir cosechas sostenibles. La fertilidad del suelo se refiere a la capacidad que tiene el recurso natural para sostener el crecimiento de las plantas, es determinada por la interrelación de las propiedades físicas, químicas y biológicas; y constituye el principal indicador de calidad del recurso natural en los sistemas de producción agrícola (Pérez-Cabrera et al., 2021).

La degradación del suelo en sistemas de producción agrícola

La DS es el cambio en la salud del recurso natural, se define como un proceso complejo, producido por factores naturales o inducidos por el hombre (antropogénesis), que provoca la disminución de su capacidad productiva.

El deterioro progresivo de la calidad del suelo se genera debido a la degradación física (compactación del suelo y pérdida de su estructura), degradación química (déficit de nutrientes, acidez, salinidad) y la degradación biológica (disminución de la actividad microbiana y la materia orgánica) expresadas en la disminución del potencial productivo del suelo para garantizar cosechas abundantes y el surgimiento de problemas ambientales que constituyen un peligro latente para la sociedad.

La erosión y expansión de la frontera agrícola (agricultura y ganadería) producen más del 51% de los Gases con Efecto Invernadero (GEI) que se generan en el mundo. El 15% de la superficie terrestre del planeta se encuentra degradada (56% por erosión hídrica, 28% por erosión eólica, 12% por degradación química y 4% por degradación física) (González y Meira, 2020). Además, se ha producido un incremento del contenido de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera, generado por la oxidación del carbono orgánico que se produce en el suelo.

La intervención antrópica del hombre en los sistemas productivos (pastoreo excesivo con un 35%, deforestación con 30%, agricultura con un 27%, sobre explotación de la vegetación con un 7% y actividades industriales con un 1%) ha provocado el aumento de la temperatura en la

atmósfera y el comienzo de un cambio climático global, caracterizado por la ocurrencia de eventos extremos (sequías, inundaciones, huracanes, terremotos, deslizamientos de tierra, volcanes en erupción) cada vez más frecuentes e intensos, con un impacto social negativo que han generado daños materiales y humanos irreparables.

Prácticas de manejo agrícola no sostenibles

- Empleo de productos agroquímicos (fertilizantes químicos, plaguicidas y herbicidas) en exceso y aplicados de forma incorrecta.
- Incremento de la mecanización agrícola.
- Manejo agronómico de los cultivos que favorece la compactación del suelo.
- Quema de residuos agrícolas.
- Siembra en monocultivo.
- Uso intensivo y continuado del suelo con fines alimenticios y comerciales.
- Sellado del suelo por urbanizaciones e infraestructura.
- Escasa diversificación de la producción agropecuaria.

Las consecuencias de la DS se centran en la pérdida del nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, magnesio y calcio por efecto de la infiltración del agua o escorrentía, acidificación del suelo (Yan et al., 2020), desbasificación y bloqueo de nutrimentos que se encuentran en posición no disponible; compactación del suelo que provoca la disminución de la porosidad y densidad, ocasionando disminución del drenaje y pérdida de estabilidad, encostramiento superficial e incremento de la escorrentía, erosión selectiva (de las fracciones lábiles, como limos u denominada parcial,) o masiva (que se produce por la pérdida de la capa superficial del suelo, y en caso extremo, pérdida de la totalidad del suelo); que afectan la producción en la mayoría de los países a nivel mundial y regional.

La DS en Ecuador constituye el problema ambiental que mayormente afecta los sistemas de producción agrícola; aunque, no se ha abordado integralmente mediante estudios científicos las causas de la pérdida de la capacidad productiva de los suelos en área dedicadas a la producción agrícola considerando las dimensiones económicas, sociales y ambientales.

En la provincia de El Oro ubicada en la región sur de Ecuador se presenta una alta diversidad de pisos altitudinales y ecosistemas desde los bosques inundables de tierras bajas hasta los bosques de los Andes (desde 0 msnm hasta los 3 000 msnm), en los cuales se ha reducido la superficie cultivable, produciéndose un incremento importante de la frontera agrícola, avance de los ecosistemas desérticos del sur, degradación de tierras, prolongados y más frecuentes periodos de sequía, así como, la contaminación de cuencas hidrográficas y los recursos hídricos de forma general.

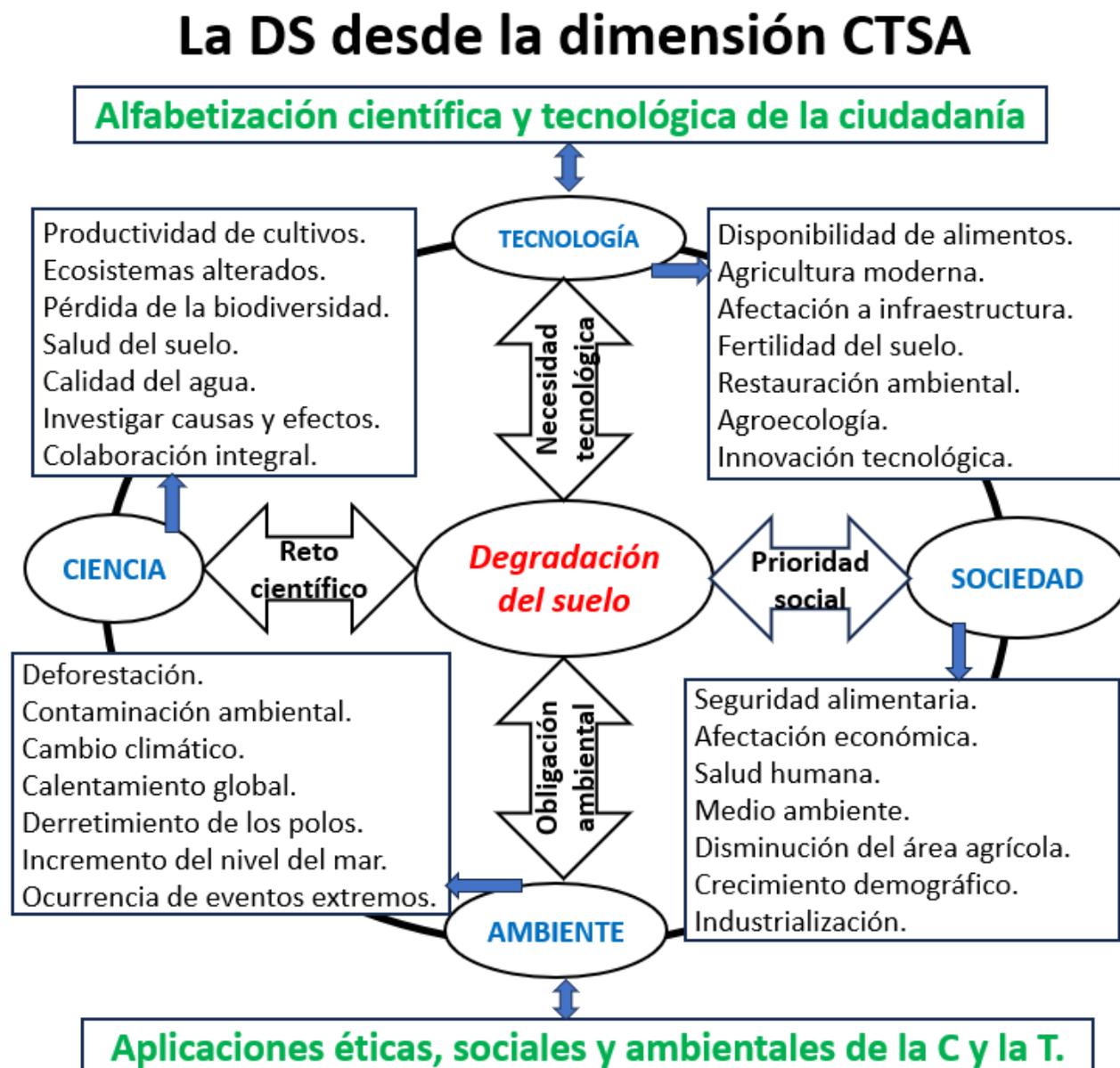
En la provincia de El Oro los rubros agrícolas más importantes son banano, cacao, café y cultivo de pasturas para alimentación bovina, y cada uno contribuye a la DS (excesivo uso de agroquímicos costosos y dañinos al ambiente, altos costos de producción, eliminación de la cubierta vegetal por sobrepastoreo, reducción de la materia orgánica, compactación del suelo).

La degradación del suelo y el enfoque CTSA.

La DS que se produce en la explotación de los sistemas de producción agrícola por parte del hombre en su aspiración de lograr altas producciones encaminadas a satisfacer sus necesidades alimenticias y económicas crecientes debe ser analizada desde la dimensión de la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente, en función de alcanzar una alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía y todos los actores sociales del proceso productivo (científicos, dirigentes, profesores, estudiantes, productores, comercializadores, vendedores, consumidores), lo cual constituye un reto para la ciencia (debe enfrentar y dar respuesta a un grupo de elementos con argumento científico), una necesidad tecnológica (las nuevas tecnologías deben enfocarse en solucionar varias cuestiones claves), una prioridad social (la especie humana se encuentra en peligro de extinción, por ello, la sociedad en su conjunto debe priorizar y solucionar

varios aspectos fundamentales relacionados con la producción agrícola en armonía con la naturaleza) y una obligación desde el punto de vista ambiental (la DS constituye la principal problemática que afecta a la sociedad y se interrelacionan con varios factores que deben ser considerados en su conjunto) y donde desempeña un rol decisivo la educación y la innovación tecnológica, englobado en la ética y la dimensión CTSA (Figura 1).

Fig 1: La degradación del suelo y su interrelación con la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente.



Fuente: elaboración propia.

Alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía.

En la actualidad debido a los cambios sociales y los avances tecnológicos evidenciados a finales del siglo XX y principios del XXI se ha incrementado la necesidad de una alfabetización científica de los ciudadanos que fomente su participación en las decisiones en la vida personal o social, y la manera en que interactúan entre sí y su entorno (Ramos y Castillo, 2020).

La enseñanza de las ciencias se apropia de un papel predominante en la adquisición de competencias ciudadanas; por ello, se espera que todos los estudiantes se conviertan en ciudadanos con capacidad de tomar decisiones en el ámbito social y personal en los variados temas relacionados con la ciencia, que posibiliten enfrentar la problemática que se pueda presentar en el presente y en el futuro; siendo crucial que toda la ciudadanía alcance una adecuada comprensión de la ciencia y su aporte en mejorar las condiciones de vida de las personas y su entorno, relacionado fundamentalmente con el suelo, agua, aire, flora y fauna; entre otros) (Özden, 2020).

La educación y enseñanza de las ciencias no pueden ignorar las interrelaciones CTS|CTSA como objeto de estudio, enfocada en la atención permanente a los grandes problemas actuales, como el cambio climático, el calentamiento global, la degradación del suelo, entre otros, a nivel mundial, territorial, nacional o local (AIA-CTS, 2020), aunque Sjöström y Eilks (2018), proponen una educación en ciencias encaminada al logro de la sostenibilidad, en la cual se aborden de forma concreta los aprendizajes considerando el conocimiento de los contenidos, contextos y procesos de la ciencia, que posibilite adquirir habilidades generales a partir de problemáticas relevantes en el desarrollo sostenible de nuestras sociedades y el mundo en general.

La alfabetización científica y tecnológica de las personas garantiza la incorporación de la ciencia y la tecnología en los procesos educativos y favorece el desarrollo de ciudadanos preparados, conscientes y capacitados para reconocer, analizar y resolver los desafíos globales que enfrenta la humanidad en la actualidad. La educación científica y tecnológica le proporciona a la ciudadanía las herramientas necesarias que le permite participar activamente en debates y acciones relacionadas con la conservación del suelo y el desarrollo sostenible; por ello, es fundamental el conocimiento e información sobre la importancia de la protección de los recursos naturales y de forma específica el suelo; y los impactos que puedan presentarse en su degradación (González y Meira, 2020).

El desarrollo de la competencia científica concerniente a la alfabetización científica-tecnológica y las orientaciones sobre ciencia-tecnología-sociedad que se realicen son totalmente necesarias para la ciudadanía, ya que es aquella que consigue capacitar a las personas a ser ciudadanos críticos, con adecuada capacidad para tomar decisiones relacionadas con temas tecnocientíficos, y participar e intervenir en una sociedad desde una perspectiva de cambio de mejora colectiva.

La educación de la ciudadanía constituye una meta y un medio, con carácter transversal, al forma parte integral y facilitador clave del desarrollo sostenible (Márquez et al., 2021).

Impacto de la degradación del suelo en la ciencia

El impacto de la DS en la ciencia es significativo, ya que afecta a diversos campos de estudio.

- En la agricultura, la DS puede disminuir la productividad de los cultivos y aumentar la dependencia de fertilizantes químicos, lo que a su vez puede tener consecuencias ambientales y económicas negativas.
- En la ecología, la DS puede alterar los ecosistemas y la biodiversidad, afectando a las plantas, los animales y los microorganismos que dependen del suelo para sobrevivir.
- En la investigación científica, el estudio de la DS es fundamental para comprender cómo los diferentes factores afectan la salud del suelo y cómo podemos desarrollar estrategias de conservación y restauración.
- La DS tiene implicaciones en la calidad del agua, ya que puede contribuir a la contaminación de los cuerpos de agua subterránea y superficial.
- Investigar las causas y efectos de la DS.
- Colaboración integral entre científicos, investigadores, productores y todos los actores del proceso productivo.

La productividad de los cultivos es esencial en la agricultura, debido a que se relaciona directamente con la seguridad alimentaria y la economía de las comunidades; y donde la ciencia juega un rol fundamental en el desarrollo de soluciones sostenibles que permitan el mejoramiento de la productividad de los cultivos.

Existen diversos factores que pueden influir en la productividad de los cultivos, entre los que se encuentran, la calidad del suelo, la disponibilidad de agua y nutrientes, la presencia de plagas y enfermedades y el clima; que pueden ser abordados por la ciencia a través de la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías y prácticas agrícolas; entre los que se encuentran:

- Desarrollo de variedades de cultivos resistentes a plagas y condiciones climáticas adversas.
- Implementación de técnicas para la conservación y mejoramiento del suelo, como la rotación e intercalamiento de cultivos.
- Producción y aplicación de fertilizantes orgánicos.
- Desarrollo de sistemas de riego de agua y drenaje eficientes.

- Establecimiento de tecnologías sostenibles para el control de plagas.

La alteración de los ecosistemas es un tema muy importante en la conservación de la biodiversidad y la sostenibilidad ambiental. La ciencia juega un papel fundamental en el estudio y la comprensión de los ecosistemas alterados; así como, en el desarrollo de estrategias de conservación y restauración.

Los ecosistemas pueden ser alterados por diversas actividades humanas, como la deforestación, la urbanización, la agricultura intensiva y la minería. Estas actividades pueden afectar negativamente la biodiversidad, la calidad del aire y del agua, y el clima. La ciencia puede ayudar a abordar estos problemas a través de la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías y prácticas sostenibles, a través de:

- Desarrollar técnicas de reforestación y restauración de ecosistemas degradados.
- Investigar la biodiversidad de los ecosistemas y desarrollar estrategias para su conservación, como la creación de áreas protegidas y la restauración de corredores ecológicos.
- Colaborar con el desarrollo de tecnologías más limpias y sostenibles para la agricultura, la minería y otras actividades humanas que pueden afectar los ecosistemas.

La ciencia es esencial para abordar los desafíos de los ecosistemas alterados y la conservación de la biodiversidad.

La pérdida de biodiversidad es un problema grave que afecta a todo el planeta, y la ciencia tiene un papel fundamental en su estudio y conservación.

La biodiversidad es esencial para el funcionamiento de los ecosistemas y para la supervivencia de las especies. Sin embargo, la actividad humana, como la deforestación, la urbanización y la contaminación, está causando la pérdida de hábitats y la extinción de especies.

La ciencia puede ayudar a abordar este problema a través de la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías y prácticas sostenibles.

- Identificar las especies en peligro de extinción y desarrollar estrategias para su conservación, como la creación de áreas protegidas y la restauración de hábitats.
- Investigar los efectos de la contaminación y el cambio climático en la biodiversidad.
- Desarrollar tecnologías más limpias y sostenibles para reducir su impacto.

La pérdida de biodiversidad es un problema grave que requiere la colaboración de científicos, gobiernos y ciudadanos para abordarlo de manera integral. La ciencia es esencial para su estudio y conservación, y debemos trabajar juntos para proteger la biodiversidad y garantizar un futuro sostenible para todos.

La salud del suelo es un tema muy importante en la agricultura y la conservación ambiental, y la ciencia juega un papel fundamental en su estudio y conservación.

La salud del suelo se refiere a la calidad y la fertilidad del suelo, que pueden verse afectadas por diversos factores, como la erosión, la contaminación, la compactación y la pérdida de nutrientes.

La ciencia puede ayudar a abordar estos problemas a través de la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías y prácticas sostenibles, a partir de:

- Investigar los efectos de los diferentes tipos de fertilizantes y prácticas agrícolas en la salud del suelo.
- Desarrollar prácticas más sostenibles y eficientes.
- Identificar los microorganismos beneficiosos del suelo y su papel en la fertilidad del suelo.
- Desarrollar tecnologías para mejorar su actividad.
- Investigar los efectos de la contaminación y el cambio climático en la salud del suelo y desarrollar tecnologías más limpias y sostenibles para reducir su impacto.

La salud del suelo es esencial para la productividad agrícola y la conservación ambiental, y la ciencia es fundamental para su estudio y conservación.

La calidad del agua es un tema muy importante para la salud humana y la conservación ambiental, y la ciencia juega un papel fundamental en su estudio y conservación.

La calidad del agua puede verse afectada por diversos factores, como la contaminación, el cambio climático y la gestión inadecuada de los recursos hídricos. La ciencia puede ayudar a abordar estos problemas a través de la investigación científica y el desarrollo de nuevas tecnologías y prácticas sostenibles.

La ciencia puede investigar los efectos de diferentes tipos de contaminantes en el agua y desarrollar nuevas tecnologías para su eliminación o reducción. También puede investigar la gestión eficiente de los recursos hídricos y desarrollar estrategias para su conservación, como la reutilización de aguas residuales y la restauración de ecosistemas acuáticos. Además, la ciencia puede investigar los efectos del cambio climático en la calidad del agua y desarrollar tecnologías más limpias y sostenibles para

reducir su impacto. La calidad del agua afecta a la salud humana y la conservación ambiental.

La investigación de las causas y efectos de los problemas ambientales es esencial en el proceso de su comprensión, abordaje y solución; y mediante la ciencia se puede identificar las causas de la contaminación de los recursos naturales, el cambio climático, el calentamiento global, la pérdida de biodiversidad; derretimiento de los polos, incremento del nivel del mar; y la degradación de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, entre otros e investigar los efectos de estos problemas en los ecosistemas, la salud humana y la economía.

La colaboración integral es esencial para abordar los problemas ambientales de manera efectiva, y la ciencia podría ayudar a identificar las causas y efectos de los problemas ambientales, y desarrollar tecnologías y prácticas sostenibles para abordarlos.

Es importante que científicos, gobiernos, empresas, instituciones y ciudadanos trabajen juntos para implementar soluciones efectivas y sostenibles a los problemas que se presentan en la producción agrícola.

La colaboración integral se debe enfocar en:

- Creación de políticas y regulaciones ambientales efectivas.
- Educación y concienciación de la población sobre los problemas ambientales.
- Cooperación entre diferentes sectores y países para abordar los problemas ambientales globales.

Impacto de la degradación del suelo en la tecnología

La DS tiene un impacto en la tecnología en términos de agricultura, infraestructura y restauración ambiental. La tecnología puede ayudar a mitigar y prevenir los efectos negativos de la degradación del suelo, aunque también depende de un enfoque integral que incluya prácticas de conservación y restauración.

- La DS puede afectar directamente a la producción agrícola, lo que a su vez puede tener un impacto en la disponibilidad de alimentos.
- La tecnología juega un papel importante en la agricultura moderna, ya que ayuda a mejorar la eficiencia de los sistemas de riego, el monitoreo de cultivos y la gestión de plagas, lo cual no se logra si el suelo se encuentra degradado.
- La DS puede afectar la infraestructura. Por ejemplo, la erosión del suelo puede causar deslizamientos de tierra, lo que puede dañar carreteras, puentes y edificios. La tecnología se utiliza para prevenir y mitigar estos

problemas, mediante el uso de sensores y sistemas de alerta temprana.

- En el campo de la restauración ambiental, la tecnología también desempeña un papel importante. Por ejemplo, se utilizan drones y sistemas de teledetección para monitorear áreas degradadas y planificar la reforestación o la revegetación de la zona.

Según estimaciones de la FAO (2019) un tercio de los alimentos que son producidos para el consumo humano se pierde en la cadena de suministros en su totalidad, considerando desde la producción agrícola inicial (pérdidas en cosecha y postcosecha) hasta cuando se realiza el consumo final en los hogares (desperdicios de alimentos), lo que equivale a alrededor de 1 300 millones de toneladas en un año. Muñiz-López et al. (2021) indican que el problema de la generación de desperdicios en los diferentes grupos de alimentos sigue constituyendo un reto social garantizar su disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad, por estas razones, el tema debe abordarse desde diferentes enfoques y mediante el uso de varias herramientas como son las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), las cuales constituyen alternativas viables que pueden contribuir a reducir la pérdida de alimentos, al incluir recursos y programas que posibilitan procesar, administrar y compartir información mediante de diferentes soportes y herramientas tecnológicas (entre las que se encuentran ordenadores, teléfonos móviles, televisores, reproductores portátiles de audio) y lo hacen de forma interactiva e interconectadas (sensores, internet de las cosas, aplicaciones móviles, plataformas web y tecnología de computación en la nube, entre otras), dando oportunidad a nuevas realidades comunicativas.

En la actualidad, en el sector agroalimentario, identifican a la agricultura 4.0 y 5.0, las cuales consisten en incluir e integrar los últimos desarrollos basados en tecnologías digitales, por ello, para adoptarlas se necesita disponer de capacidades tecnológicas previas e infraestructura (Vargas, 2022).

Impacto de la degradación del suelo en la sociedad

La degradación del suelo puede tener efectos en la sociedad en varios aspectos.

- La DS puede afectar la seguridad alimentaria. Si el suelo no es saludable y fértil, la producción de alimentos puede disminuir, lo que puede llevar a la escasez de alimentos y aumento de precios, y afectar especialmente a las comunidades rurales que dependen de la agricultura como fuente de ingresos y sustento.
- La DS puede tener impactos económicos. Si el suelo no es productivo, se produce una disminución en los ingresos de los agricultores y una mayor dependencia

de los alimentos importados, que puede afectar negativamente la economía local y nacional.

- La DS puede tener consecuencias en la salud humana. Por ejemplo, si el suelo está contaminado con sustancias tóxicas, como productos químicos agrícolas o desechos industriales, puede afectar la calidad de los alimentos y el agua que consumimos, y aumentar el riesgo de enfermedades y problemas de salud en las comunidades.

La DS puede tener impactos en el medio ambiente en general. Puede contribuir al cambio climático, ya que la pérdida de vegetación y la liberación de carbono del suelo pueden incrementar sobremanera las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y afectar la calidad del agua, ya que la erosión del suelo puede llevar a la contaminación de los ríos y los acuíferos subterráneos.

La DS puede tener un impacto significativo en la sociedad en términos de seguridad alimentaria, economía, salud humana y medio ambiente. Es importante tomar medidas para prevenir y mitigar la degradación del suelo, como promover prácticas agrícolas sostenibles, conservar la vegetación y educar a la comunidad sobre la importancia de cuidar nuestro suelo.

La problemática medioambiental irrumpe en escenarios educativos, científicos, tecnológicos y políticos desde el siglo XX (finales de la década de los años 60's), como cuestión prioritaria, originado por su complejidad y dificultad, y a los impactos negativos que provoca desde los puntos de vista ecológico y socioeconómico (Márquez et al., 2021).

Impacto de la degradación del suelo en el ambiente

La DS puede tener efectos en el medio ambiente.

- Cuando el suelo se degrada, la vegetación puede verse afectada, lo que a su vez puede tener un impacto en la biodiversidad. La pérdida de vegetación puede llevar a la disminución de hábitats para las plantas, los animales y los microorganismos del suelo.
- Afecta la calidad del agua, ya que la erosión que se produce en el suelo puede llevar a la contaminación de los cuerpos de agua subterránea y superficial.
- Contribuye al cambio climático. El suelo saludable actúa como un sumidero de carbono, capturando y almacenando el carbono atmosférico. Sin embargo, cuando el suelo se degrada, ocurre la oxidación y liberación del carbono a la atmósfera, lo que contribuye al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero y al calentamiento global (Naranjo et al., 2023).

Las modificaciones producidas en el medio ambiente producen afectaciones de forma considerable la calidad de vida de la población, siendo la agricultura mundial una

de las principales protagonistas del cambio en el medio ambiente, la misma que ha experimentado significativas transformaciones en los principales escenarios productivos, generándose cambios instituciones, tecnológicos y comerciales con un efecto en el medio ambiente, por ello, es fundamental preservar y restaurar la naturaleza, considerando que el cuidado ambiental debe realizarse con visión futurista en relación con la idea de sostenibilidad que asegure mejorar el nivel de vida de las presentes y futuras generaciones (Encina e Ibarra, 2000).

El desarrollo económico, social y ambiental global a partir del fomento de una agroindustria eficiente garantiza el equilibrio entre la actividad desarrollada en cada uno de sus procesos y la protección del medio ambiente; lo cual ocurre desde la manipulación de la materia prima hasta la distribución y disposición final de los subproductos o residuos generados (Vargas y Pérez, 2018).

Los cambios ambientales que se producen en el planeta se deben a la utilización de modelos de desarrollo no sostenibles, los cuales se adicionan al egoísmo y desinterés de los seres humano, los cuales extraen la materia prima de los recursos naturales existentes para cubrir sus necesidades de alimentación, vestido y comodidades, con una reposición prácticamente nula (Encina e Ibarra, 2000).

Aplicaciones éticas, sociales y ambientales de la Ciencia y la Tecnología

Según Espino et al. (2017) el enfoque CTS se caracteriza por:

- Sus fuentes teóricas provienen de la sociología, la filosofía y la historia de la ciencia y la tecnología.
- Se vincula con la política, la economía, la ética y los procesos culturales; y considera a la ciencia y la tecnología como procesos sociales, que posibilitan una interpretación crítica e interdisciplinar de la realidad.
- Poseer un carácter heterogéneo desde las concepciones teóricas, metodológicas e ideológicas.
- Analiza las causas sociales del cambio científico-tecnológico y sus consecuencias sociales y ambientales.
- Efectúa una interpretación contextual profunda de la ciencia y la tecnología.
- Requiere de la participación pública de la sociedad.
- Se basa en políticas relacionada con la ciencia y tecnología.
- Posee un interés académico y práctico, además procura alcanzar una renovación educacional.
- Constituye una crítica objetiva a la tecnocracia.

- Dentro del enfoque CTS, las controversias sociocientíficas que puedan producirse han adquirido relevancia como herramienta pedagógica de la enseñanza de las ciencias que contribuye a:
- Fomentar la alfabetización científica.
- Promover un aprendizaje más profundo de la naturaleza de la ciencia.
- Mejorar la formación de los futuros ciudadanos en aspectos morales y éticos que posibilite la conexión entre la ciencia y la ciudadanía.

Los problemas reales y relevantes del ciudadano relacionados con cuestiones sociales y sus vínculos conceptuales con la ciencia, son controvertidos y no se solucionan de forma rápida y directa; pudiendo tener componentes científicos, económicos, políticos y éticos.

Se debe trabajar más en propuestas que consideren problemas reales con un enfoque CTS y la creación en las aulas de ciencias de contextos y situaciones donde los estudiantes puedan expresar sus puntos de vista y defender sus opiniones sobre alguna temática relacionada con el ambiente y los recursos naturales, desarrollando su argumentación y discusiones reflexivas relacionados con temas científicos que promueven la alfabetización científica y que el discurso que se desarrolla en las clases no continúe siendo dominado principalmente por el docente que las imparte.

Según Ramos y Castillo (2020) las acciones de los ciudadanos se deben desarrollar a partir del hallazgo de cinco aspectos coincidentes y relevantes:

- Responsabilidad individual de las personas.
- Capacidad para la búsqueda, análisis, síntesis y comunicación de la información.
- Actitud/espíritu crítico de la ciudadanía.
- Capacidad para razonar, interpretar y argumentar de forma profunda los fenómenos y conocimientos científicos.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Desarrollo de proyectos de investigación y de vinculación con la sociedad relacionados con problemas ambientales y sus posibles soluciones bajo un argumento científico-técnico.

La labor cotidiana de los docentes debe enfocarse en contribuir en la formación de una actitud crítica y creativa en los estudiantes, a través de la búsqueda de la construcción colectiva de adecuados ambientes de aprendizaje que facilite cumplir con los objetivos planteados, priorizando la articulación de conocimientos con argumentos

técnicos y científicos por encima del manejo de la información que dispone (González y Martínez, 2019).

CONCLUSIONES

La degradación del suelo tiene un impacto significativo desde la perspectiva de la dimensión CTSA, así como, la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía.

Se debe promover la educación y la conciencia pública sobre la degradación del suelo en sistemas de producción agrícola; y fomentar la colaboración entre científicos, tecnólogos y la sociedad en general para abordar este desafío de manera efectiva, con la finalidad de mantener las potencialidades del ambiente y del recurso suelo para las presentes y futuras generaciones. Es importante desarrollar acciones para prevenir y mitigar la degradación del suelo en beneficio del ambiente, mediante la implementación de prácticas de conservación, reforestación, gestión adecuada de los desechos y promoción de la agricultura sostenible a partir de la formación de ciudadanos alfabetizados científicamente, con capacidad de pensar de manera crítica y comprender de forma integrada fenómenos complejos y problemas que ocurren en el quehacer cotidiano.

Es relevante incorporar en los procesos formativos que se desarrollan en los ciudadanos la capacidad real y el compromiso preciso que permita la aplicación y el desarrollo de acciones adecuadas, responsables y eficaces relacionadas con asuntos de interés social, económico, ambiental y ético-moral y que son dependientes de la ciencia y la tecnología. La alfabetización científica y tecnológica de las personas promueve la incorporación de la ciencia y la tecnología en la ejecución de procesos educativos y favorece el desarrollo de ciudadanos conscientes, capacitados y preparados para enfrentar y resolver los desafíos globales que afronta la humanidad en los momentos actuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIA-CTS, B. da. (2020). *Boletim da AIA-CTS Boletín de la AIA-CTS*. https://aia-cts.web.ua.pt/wp-content/uploads/2020/03/AIA-CTS_Boletim11.pdf
- Encina, A; Ibarra, J. (2000). Modificaciones del medio ambiente y su impacto en la población. *Revista Población y Desarrollo*, 11(19), 13–26. <https://revistascientificas.una.py/index.php/RE/article/view/1527/1490>

- Espino, S; Fernández, A; Cruz, I. (2017). El pensamiento latinoamericano sobre ciencia, tecnología y sociedad de Francisco Sagasti en las décadas del 80 y 90 del siglo XX. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, 1–16. <https://www.eumed.net/rev/caribe/2017/08/pensamiento-sagasti.html>
- FAO. (2019). *Pérdida y desperdicio de alimentos*.
- González, G., & Martínez, L. (2019). Las Ciencias Naturales desde la perspectiva Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente. *Revista Pedagógica de La Universidad de Cienfuegos*, 15(1990–8644), 190–195. <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/issue/view/46>
- González, E. J.; Meira, P. A. (2020). Educación para el cambio climático ¿Educar sobre el clima o para el cambio? *Perfiles Educativos*, 42(168), 157–174. <https://doi.org/10.22201/IIISUE.24486167E.2020.168.59464>
- Herrera, F., Lew, D., & Peña, E. (2019). Ecología académica en América Latina vista desde la crisis ambiental. II. Aportes y alternativas desde el Sur Global. *Interciencia*, 44(1), 48–55. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33957860008>
- Ibáñez, J. J. (2021). *La materia orgánica del suelo: componente imprescindible del planeta*. <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2021/04/12/151806>
- Márquez, D. L.; Hernández, A; Márquez, L. H; Casas, M. (2021). *La educación ambiental: evolución conceptual y metodológica hacia los objetivos del desarrollo sostenible*. *Revista Universidad y Sociedad* 10(1972), 6. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v13n2/2218-3620-rus-13-02-301.pdf>
- Muñiz-López, H. S., Uresti-Marín, R. M., & Castañón-Rodríguez, J. F. (2021). Uso de las tecnologías de la información y la comunicación como estrategia para reducir el desperdicio de frutas y verduras. *CienciaUAT*, 16(1), 178–195. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v16i1.1528>
- Naranjo Mora, M. J., Veloz Ronquillo, V. X., & De La Cruz Lozado, J. (2023). La CTS en la enseñanza de la ciencia en instituciones de educación media de Latinoamérica, 2018-2022. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), 11378–11397. https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.4205
- Özden, M. (2020). Science Education for Citizenship: A Case Study. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 10(1), 150–188. <https://doi.org/10.18039/ajesi.682020>
- Pérez-Cabrera, C. A; Juárez-Lopez, P; Anzaldo-Hernández, J., & Alía-Tejacal, I; Salcedo-Pérez, E; Balois-Morales, R. (2021). Beneficios potenciales del biocarbón en la productividad de cultivos agrícolas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(4), 713–725. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i4.2542>
- Pérez-García, J. N. (2020). Causas de la pérdida global de biodiversidad. *Revista de La Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 183–198. <https://doi.org/10.47499/revistaaccb.v1i32.219>
- Ramos, M. C; Castillo, B. O. (2020). Reflexiones de la Enseñanza de la Química en experiencias educativas compartidas entre docentes. *Revista de Innovación En Enseñanza de Las Ciencias*, 4(1), 41–60. <https://doi.org/10.5027/reinnec.v4.i1.74>
- Sjöström, J; Eilks, I. (2018). Reconsidering Different Visions of Scientific Literacy and Science Education Based on the Concept of Bildung. In *Cognition, Metacognition, and Culture in STEM Education, Innovations in Science Education and Technology* 24, (Issue January 2018, pp. 65–88). https://doi.org/10.1007/978-3-319-66659-4_4
- Vargas, Y. A; Pérez, L. I. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, V(1), 59–72. <https://doi.org/10.18359/rfcb.3108>
- Vargas Canales, J. M. (2022). El sector agroalimentario mexicano y las nuevas tecnologías. *E-Agronegocios*, 8(2), 89–113. <https://doi.org/10.18845/ea.v8i2.6156>
- Vilches, A. (2023). CTS y Sostenibilidad. *Indagatio Didactica*, 15(1), 173–195. <https://doi.org/10.34624/id.v15i1.32207>
- Yan, P., Wu, L., Wang, D., Fu, J., Shen, C., Li, X., Zhang, L., Zhang, L., Fan, L., & Wenyan, H. (2020). Soil acidification in Chinese tea plantations. *Science of the Total Environment*, 715. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136963>