

La degradación de los suelos y los costos ocultos asociados

Soil degradation and associated hidden costs

Javier Vignolo

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco, Córdoba, Argentina
javignolo@sanfrancisco.utn.edu.ar

Natalia Benedetich

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco, Córdoba, Argentina

Stefania Capello

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco, Córdoba, Argentina

Daniel Ricci

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco, Córdoba, Argentina

Mónica Serra

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco, Córdoba, Argentina

Maricel Rovasio

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco, Córdoba, Argentina

Resumen

Este trabajo intenta lograr un acercamiento a los costos asociados con la degradación de los suelos, realizando una compilación exhaustiva de material bibliográfico; que contempla la modificación del ambiente, que afecta negativamente el desarrollo de la población al incrementar los problemas edáficos y reducir la productividad, elevando los riesgos ecosistémicos.

Las dimensiones social y ambiental son generalmente ignoradas por el mercado, generando desequilibrios; actualmente las actividades productivas giran alrededor de la economía y sus ramas del conocimiento, sin considerar los efectos indirectos que no se registran en la misma, como la disminución de reservas y el costo ambiental que tarde o temprano deberá remediarse, acumulándose una suerte de “deuda ambiental oculta”.

La falta de comunicación entre investigadores y usuarios, sumado a la inacción institucional, generan una restricción para implementar alternativas de manejo conservacionista, lo que favorece el aumento de los “Costos ocultos de producción”.

Palabras claves: Degradación. Suelo. Población. Costos. Sostenible

Abstract

This work tries to achieve an approach to the costs associated with soil degradation, carrying out an exhaustive compilation of bibliographic material; that contemplates the modification of the environment, which negatively affects the development of the population by increasing edaphic problems and reducing productivity, increasing ecosystem risks.

The social and environmental dimensions are generally ignored by the market, generating imbalances; Currently, productive activities revolve around the economy and its branches of knowledge, without considering the indirect effects that are not registered in it, the decrease in reserves and the environmental cost sooner or later must be remedied, accumulating a kind of "environmental debt hidden".

The lack of communication between researchers and users, added to institutional inaction, is a restriction to implement conservation management alternatives, increasing the “hidden costs of production”.

Keywords: Degradation. Soil. Population. Costs Sustainable

Introducción

Este trabajo se realizó mediante una exhaustiva búsqueda de material bibliográfico con el objetivo de lograr un acercamiento entre la problemática mundial vinculada a la degradación de los suelos y los costos ocultos asociados a la sostenibilidad de los sistemas; razón por la cual los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 2030 planteados por Naciones Unidas, deben oficiarse como guía para la investigación, convencidos que nuestro trabajo puede colaborar con el ODS 2.4. “asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortaleciendo la capacidad de adaptación al cambio climático”; el ODS 12.2 “lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales”; y el ODS 15 “promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y frenar la pérdida de la diversidad biológica”.

A comienzos del siglo XXI, el hombre se encuentra frente a uno de los problemas que con mayor seriedad deberá abordar de aquí en adelante: el impacto de las actividades humanas sobre los sistemas naturales. Casi todas las actividades humanas afectan en mayor o menor medida al ambiente y este grado de afectación puede variar tanto en la escala espacial (efecto local a global) como en la escala temporal (efecto circunstancial o episódico a crónico). Como los ecosistemas naturales proveen una serie de servicios ecológicos esenciales para el sostenimiento de la vida humana y el desarrollo de emprendimientos productivos, el deterioro de estos ambientes afecta significativamente su capacidad para seguir manteniendo estos servicios. La escasa toma de conciencia acerca de esto, se debe fundamentalmente a que los servicios ecológicos referidos no poseen un valor comercial tangible, pero hacen intrínsecamente a la calidad de vida en la Tierra; los más destacados son el mantenimiento de la biodiversidad, la moderación de los fenómenos meteorológicos, el ciclado de nutrientes y materiales, la purificación del agua y el aire, la regulación de la composición atmosférica, la detoxificación y descomposición de residuos, el control de la erosión y la recreación o estímulo intelectual del ser humano (Martin et al., 2014).

Según el Manual de buenas prácticas para la conservación del suelo, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (Área piloto aldea San Martín, Entre Ríos) la economía argentina ha estado tradicionalmente ligada al sector agrícola-ganadero, el cual ha sido sostenido por la riqueza de los recursos naturales del país y de los servicios ecosistémicos que los ambientes naturales y los paisajes rurales proveen. Desde mediados del siglo XX, el incremento en la conversión de ecosistemas naturales en tierras de cultivo y pasturas, junto a la aplicación de prácticas agropecuarias de manejo inadecuadas, se han vuelto una amenaza a la integridad de distintas ecorregiones del país, incluida la de las Pampas. Esta conversión de hábitats naturales ha traído aparejada la disminución en la provisión de servicios ecosistémicos, lo cual, por ende, afecta el bienestar de los seres humanos y reduce las oportunidades de desarrollo a mediano y largo plazo al incrementar, por ejemplo, la erosión de suelos y reducir la productividad, aumentando el riesgo de cambios no lineales en los ecosistemas y disminuyendo la calidad de vida de los sectores más vulnerables de la sociedad. En general, en los procesos de toma de decisiones en el país no se han considerado dichos impactos sobre la provisión de servicios ecosistémicos debido, entre otras causas, a vacíos de conocimiento sobre los mismos y sobre las externalidades causadas por las actividades productivas. Si bien se han logrado progresos dentro de sectores claves como la agricultura y la silvicultura, en la definición de prácticas y políticas para el ordenamiento del uso de la tierra, su adopción por parte de los actores privados se ve muchas veces obstaculizada, ya que las evaluaciones económicas privadas no toman totalmente en cuenta los impactos indirectos –tanto positivos como negativos– de los procesos productivos. Por otro lado, en los últimos años se ha comenzado a entender la necesidad de considerar los valores de los servicios ecosistémicos en el marco de la toma de decisiones y de desarrollar mecanismos que compensen a los dueños de la tierra por el suministro continuo de tales servicios a través de la adopción de uso adecuado del suelo y de la aplicación de prácticas de manejo que tienden a mantener la integridad de los ecosistemas (Nkonya et al., 2011).

Teniendo en cuenta la investigación de (Cowie et al., 2018), en la cual explican que la salud y la productividad de los recursos terrestres mundiales están disminuyendo, mientras que la demanda de esos recursos está aumentando; surge el concepto de la neutralidad en la degradación de la tierra, que es mantener o mejorar el capital natural terrestre y sus servicios ecosistémicos asociados. Cabe mencionar que el marco conceptual científico para la neutralidad en la degradación de la tierra se ha desarrollado para proporcionar un enfoque científico para su planificación, implementación y seguimiento.

Desarrollo

La modificación del ambiente, a través de la degradación de la tierra, es un proceso perjudicial que afecta negativamente el desarrollo de la población. Una de las consecuencias se da en el rendimiento de los cultivos, que va disminuyendo a medida que

avanza la degradación. Con el tiempo, cambia también el uso que se da a esa tierra: de ser cultivable se convierte en área de pastoreo; luego, se cubre de maleza y, finalmente, se torna árida. Muchas tierras aptas para cultivo se pierden, pues éstas son destinadas en la actualidad a usos no agrícolas. Las causas principales son la expansión urbana, la construcción de carreteras, la minería y la industria. Aparte de estas formas de pérdida, existen otras de degradación de la tierra, como la acumulación salina, daños físicos y biológicos, erosión eólica y erosión hídrica (Encina Rojas et al., 2003).

Según el artículo publicado por (Nkonya, 2011), las causas inmediatas de la degradación de la tierra incluyen causas biofísicas y prácticas de gestión insostenibles. Las causas biofísicas que contribuyen incluyen la topografía, que determina el peligro de erosión del suelo, y las condiciones climáticas, como la lluvia, el viento y la temperatura. Las prácticas insostenibles de gestión de la tierra, como la deforestación, la degradación forestal, la extracción de nutrientes del suelo y el cultivo en pendientes pronunciadas también contribuyen directamente a la degradación de la tierra.

Algunas de las causas subyacentes de la degradación de los suelos, incluyen la densidad de población, la pobreza, la tenencia, el acceso a grandes extensiones agrícolas, la infraestructura y los mercados, así como las políticas de gobierno que promueven o no regulan las prácticas degradantes.

Principales procesos de degradación que afectan a los suelos - En Argentina este proceso de degradación afecta principalmente a zonas con agricultura permanente o con rotaciones con fases agrícolas prolongadas. Son ejemplo de regiones afectadas por degradación física, amplias áreas de la pampa ondulada (parte de Buenos Aires, sur de Santa Fe y sudeste de Córdoba), con neto predominio de agricultura continua, y la región chaqueña y pampeana semiárida con suelos limosos y arenosos, respectivamente.

En la provincia de Córdoba, el proceso de erosión eólica es típico del Oeste y del Sudoeste de la provincia, principalmente en los Departamentos General Roca, Río Cuarto, Juárez Celman y Tercero Arriba. El fenómeno de la migración de la producción de maní hacia los Departamentos Río Cuarto, Juárez Celman y General Roca (en este último, según datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación pasó de 3.500 hectáreas (ha) sembradas en 1998 a 116.000 ha en 2012) incrementó la susceptibilidad de los suelos y la frecuencia de ocurrencia del fenómeno de “voladuras”, en especial en la etapa invernal luego del arrancado y particularmente en años secos. Los principales departamentos afectados por erosión hídrica son Tercero Arriba, Río Cuarto, Calamuchita y Marcos Juárez. El cambio e intensificación del uso del suelo en ambientes frágiles, y la simplificación de las rotaciones y monocultivo de soja contribuyeron a incrementar el proceso erosivo. Las cárcavas representan una de las formas más severas de erosión por su impacto en el deterioro de la infraestructura vial y por su alta producción de sedimentos (Cisneros et al., 2012).

En cuanto al anegamiento por elevación de napas, la superficie total afectada en la provincia alcanza 1,7 millones de ha., de las cuales 880.000 ha corresponden a tierras de aptitud agrícola, y el resto a zonas de bajos naturales con aptitud de uso ganadero o humedales para reserva de la biodiversidad y control de inundaciones. En la provincia de Santa Fe, las cuencas hidrográficas con mayores signos de erosión hídrica son las del río Carcarañá, arroyos San Lorenzo, Ludueña, Frías, Seco, Pavón y del Medio; y las cañadas de Gómez, del Chupino y de los Leones, todas ubicadas en la Pampa Ondulada, al Sur de la provincia. Más allá de estas cuencas, donde el problema de la erosión hídrica es generalizado, deben destacarse sitios de la provincia donde el proceso ocurre en sectores menores en cuanto a la superficie, pero con una intensidad (tasa de pérdida de suelos) importante. Este es el caso de algunas cuencas de segundo y tercer orden de la cuenca media y baja del río Salado. Principalmente los daños por inundaciones en el sector agropecuario comenzaron a manifestarse a partir de octubre de 2002 y abril de 2003 como resultado de una combinación de factores. Entre ellos, merecen mencionarse la incidencia de lluvias extremadamente altas, una escorrentía superficial en el área Norte de la provincia que comenzó a generar daños por inundaciones y/o por afloramiento de la capa freática en una gran cantidad de distritos, principalmente de los departamentos del Noroeste de la provincia desde el inicio del año. En años posteriores se extendieron al Centro y Sur de la provincia, llegando a afectar en el año 2009 una superficie de 4.960.000 ha, correspondiendo a un 37,3% de la superficie total del territorio provincial. La salinización, asociada a la presencia de napas elevadas, está presente en amplias regiones del Norte y del centro de la provincia, pero también aparece como limitante menos importante en el área Sur de Santa Fe (Casas, 2015).

En un trabajo realizado por la (Food and Agriculture Organization of the United, 1988), sobre el uso sostenible de la tierra, la erosión del suelo y sus consecuencias en la subregión pampa ondulada (provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba) – ha permitido conocer la magnitud de la erosión hídrica y estimar la disminución de la productividad de los suelos de pradera más valiosos del país. Esta región que abarca aproximadamente 4.600.000 ha, presenta un total de tierras erosionadas de 1.600.800 ha, es decir que el 34,8% de la superficie presenta algún grado de erosión.

Degradación física. Las partículas que constituyen el suelo: arena, limo, arcilla y la materia orgánica, conforman una estructura que permite la entrada de agua, de aire y el crecimiento de las raíces. Cuando esta estructura es afectada por el hombre a través de una explotación irracional de la tierra, se alteran el movimiento del agua en el suelo, el intercambio gaseoso y el crecimiento radicular. El deterioro de la estructura natural del suelo como resultado de un uso agrícola intensivo, sin prestar atención a la rotación de cultivos, nivel de materia orgánica, manejo de los rastrojos de cosecha y prácticas de cultivos, es un proceso de

suma importancia en el país. Este deterioro físico se manifiesta por el "planchado" de los suelos o encostramiento, la reducción de la infiltración y el aumento del riesgo de erosión hídrica.

Consecuencias de la erosión- Los efectos de la erosión se producen en el lugar de origen (campo del productor) y también fuera del lugar de origen (diques, ríos, lagos, etc.). En líneas generales puede decirse que en el lugar de origen el fenómeno se traduce en el adelgazamiento de la capa arable y fuera del lugar de origen en sedimentación de partículas. El primer efecto disminuye la productividad del suelo y el segundo provoca daños y perjuicios no tanto a la productividad sino a la infraestructura que afecta principalmente a las poblaciones urbanas, al colmar diques, canales, aumentar los gastos de potabilización del agua, etc. Se sabe que estos daños son muy importantes, pero en la mayoría de los casos no se tiene una evaluación exacta.

En los suelos de la región pampeana se estima que la erosión hídrica ligera (3 cm de suelo perdido) provoca reducciones en los rendimientos de trigo y maíz del orden de 10%, la moderada (7 cm) del 30%, la severa (15 cm) del 60% y la grave (> de 20 cm) imposibilita los cultivos. Por otra parte, en soja se determinaron pérdidas de 35 kg/ha por centímetro de suelo perdido en la región semiárida central de Córdoba.

Costos ocultos asociados a la degradación - Las pérdidas que el país soporta por el deterioro del suelo en los últimos 10 años, nada más que en la región agrícola principal, ascienden a alrededor de 700 millones de dólares por campaña. Lo más grave de esto es que si el proceso erosivo no es controlado las pérdidas aumentarán con el pasar de los años. La incorporación de tecnología para mantener rendimientos económicamente aceptables aumentará los insumos y finalmente, si las verdaderas causas no son atacadas, los agricultores verán muy comprometida su actividad productiva, y en muchos casos deberán abandonarla (Vázquez et al., 2012).

(Pengue, 2010) amplía el concepto incluyendo las externalidades negativas que esta "nueva agricultura" genera. Según el autor mencionado, al costo de reposición de nutrientes que nadie asume, se suma el costo privado, dando como resultado un costo social, que claramente es la imposibilidad de seguir produciendo alimentos para Argentina y para el mundo al mismo ritmo que en el presente, si no se toman medidas inmediatas, no sólo de balance nutricional de los cultivos, sino también de un cambio de sistemas productivos que conduzcan a la conservación de los recursos naturales y reduzcan sus externalidades. Debe reconocerse que minimizar los perjuicios de la agriculturización, y particularmente, de la sojización, no se limita a saldar un déficit de nutrientes, pues en aras de ello, de no mediar las pautas tecnológicas correctas, pueden aparecer problemas ecológicos secundarios, como la contaminación química, la eutrofización de las aguas y otras problemáticas como la degradación física de los suelos. Paralelamente y en consecuencia, se producen externalidades relacionadas con la salud humana, fruto de las contaminaciones y el importante uso de agroquímicos (Pengue, 2006) (Vázquez, 2012).

Actualmente las actividades productivas giran alrededor de la economía y sus ramas del conocimiento. Una de las críticas más acuciantes al sistema actual de cuentas nacionales deriva de que estas últimas definen la actividad productiva sin considerar los efectos indirectos de dicha producción. Deberían registrarse la disminución de las reservas y el costo ambiental de la contaminación, que tarde o temprano deberá remediarse. Así se acumula una suerte de "deuda ambiental oculta", que se suma a la deuda inter-generacional a largo plazo condicionada por el envejecimiento.

Esto plantea la necesidad de valorar económicamente la calidad ambiental dentro del modelo económico preponderante. Hay que generar conciencia y para ello se necesita, además de los estudios clásicos, cuantificar el valor económico del recurso natural como instrumento para la toma de decisiones. Una aproximación a dicho valor es un primer paso, aunque no sea la única respuesta a los procesos de degradación y sobreexplotación de los recursos. Las decisiones políticas deberían tender al manejo sustentable de los recursos naturales, representando éstos ganancias económicas potenciales, que de ser mal manejadas se extinguirían con rapidez.

Para lograr la integración de los recursos naturales a las cuentas nacionales, primero habría que incluirlos dentro de las cuentas empresariales, de manera tal que las materias primas del medio natural no tenidas en cuenta, se internalizarán en sus sistemas de gestión económica. De este modo, el usuario de los recursos naturales tenderá a no tratarlos como un bien gratuito, su objetivo será el mantenimiento del flujo de beneficios provenientes de los bienes y servicios provistos por ellos. Este enfoque trae aparejados cambios en la evaluación de la eficiencia económica y social, y propone un análisis distinto de la rentabilidad, en el cual el recurso natural es considerado un activo económico y social (Cordone et al., 2012).

Como se menciona en un documento de (INTA, 2003), "la asignación más eficiente de recursos, desde el punto de vista del productor individual, es aquella en la que se maximizan beneficios, considerando exclusivamente los costos privados. Este enfoque está estrechamente asociado con niveles superiores de producción. Dado que no hay señales de mercado asociadas con las dimensiones social y medioambiental, éstas son generalmente ignoradas en el proceso decisorio, generándose distintos desequilibrios. El restablecimiento de los mismos requiere la incorporación de estos costos adicionales, de manera de garantizar la sustentabilidad, tanto de la base de recursos naturales, como la del tejido social que integra los sistemas de producción". Sin pretender abordar por ahora la dimensión social en forma global, si solo se enfoca el cambio de flujo del stock natural, surge entonces preguntarse: ¿la rentabilidad de los actuales sistemas de producción está correctamente calculada?, ¿el resultado económico-financiero del monocultivo de soja que se realiza en el 70% de la región pampeana argentina tiene verdaderamente

saldo favorable?, y si lo fuera ¿cuál es su magnitud real?, ¿existen los datos necesarios para evaluar ese resultado con una metodología que incluya, por lo menos, el servicio del recurso natural suelo?.

El suelo constituye el recurso económico escaso esencial de los sistemas productivos extensivos. La materia orgánica (MO) del suelo es un indicador de su calidad. La pérdida de MO en la región pampeana no es percibida como un hecho preocupante por el productor dado que la soja, principal cultivo, anualmente registra incrementos en el rendimiento. Tampoco constituye un parámetro que determine el valor comercial ni el de arrendamiento de un predio. Sin embargo, los investigadores presentan resultados de trabajos en los que se evidencia que la disminución de MO bajo el actual sistema productivo tiene una magnitud significativa. Esta falta de comunicación entre investigadores y usuarios es una restricción para implementar alternativas de manejo conservacionista. Los “Costos ocultos de producción” son pérdida de: MO, nutrientes, porosidad, agua, etc. Los costos que se computan: semillas, labores, productos químicos, comercialización, alquiler, etc. Debido a esta disparidad se ponen de manifiesto, las siguientes afirmaciones:

- Las exportaciones agroindustriales se hacen en gran parte a expensas del recurso natural suelo. Ello implica un costo oculto “no contabilizado” por las empresas agropecuarias y tampoco incluido en las cuentas nacionales.
- El deterioro del suelo tiene costo privado y costo social. Se propone un análisis de la rentabilidad considerando al suelo como un activo económico y social.
- El manejo nutricional observado determinó un balance más negativo de nutrientes en las secuencias con predominio de soja comparado con aquellas en rotación con gramíneas.

Las metodologías económicas convencionales para evaluar los costos asociados a la pérdida de suelos por actividad agrícola presentan una amplia complejidad en su implementación, debido principalmente a tres elementos claves. El primero es la temporalidad: la tasa de erosión del suelo agrícola es un fenómeno temporal, que afecta negativamente las condiciones futuras de producción. El segundo elemento es espacial: los impactos de la erosión se manifiestan tanto in situ como off situ, y pueden ser difícilmente observables.

El tercero es institucional: aun suponiendo que es posible identificar y evaluar económicamente los costos de la erosión y de las medidas de conservación, la ausencia de esquemas institucionales que establezcan incentivos adecuados para balancearlos puede generar que la tasa de erosión óptima privada sea superior a la tasa óptima social (Trossero, 2020).

(Choumert et al., 2015) investigaron sobre los determinantes del valor de la tierra, obteniendo que la tenencia parece ser una variable particularmente importante, ya que las parcelas alquiladas por personas físicas o por empresas están valoradas negativamente en relación con las parcelas en propiedad, en igualdad de condiciones. Los valores de la tierra reflejan una combinación compleja de beneficios agrícolas, localización, acceso a los mercados y en términos generales, "calidad" ambiental. Además, la localización, la calidad del suelo y la conectividad a las carreteras y los mercados son importantes para explicar los valores de las tierras agrícolas. Esto concuerda, por ejemplo, con los resultados obtenidos en Chile por Troncoso et al. (2010).

En los últimos años, los precios de las tierras agrícolas han aumentado rápidamente, duplicándose y triplicándose en muchas partes del mundo. Esta reevaluación del valor de la tierra ha sido impulsada por el aumento de los precios de los cultivos y la percepción de escasez, pero incluso a medida que aumenta el valor de los campos, la degradación continúa y las inversiones para prevenirla se están retrasando. La conciencia de los riesgos ambientales se ha movido a la vanguardia de la conciencia global durante los últimos 25 años, sin embargo, esta conciencia no se ha traducido en una acción integral para abordar el problema de la degradación de los suelos, que representa una seria amenaza para la seguridad alimentaria a largo plazo. Esta inacción es principalmente el resultado de un conocimiento limitado de los costos relacionados con la degradación de la tierra y de un apoyo institucional insuficiente. Se necesitan acciones políticas e investigación para resolver esta paradoja de tierras de alto valor y bajos niveles de inversión (Nkonya, 2011).

Según lo manifestado por el Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias es más rentable implementar métodos de prevención ahora que intentar tratar tierras severamente degradadas en el futuro. Los científicos biofísicos han diseñado métodos para abordar diferentes formas de degradación de la tierra, pero persuadir a los usuarios para que adopten estos métodos sigue siendo un desafío. Para lograr algunos resultados significativos, las políticas y los programas deben centrarse en abordar y cambiar los patrones de comportamiento que conducen a la degradación. La evidencia empírica muestra que los usuarios de la tierra tienen más probabilidades de prevenir o mitigar la degradación, cuando se benefician directamente de las inversiones necesarias y cuando esos beneficios superan a los de las prácticas actuales continuas que afectan los suelos. Los esfuerzos internacionales para lograr el desarrollo sostenible influyen en gran medida en las leyes y políticas nacionales.

Las instituciones locales sólidas vinculadas verticalmente con instituciones nacionales e internacionales empoderarán a las comunidades locales para gestionar los recursos naturales de manera más sostenible. Los estudios han demostrado que es más probable que las personas cumplan con las regulaciones promulgadas por los consejos locales que con las regulaciones impuestas por las autoridades superiores, por lo que las políticas a nivel nacional deben apoyar a las instituciones locales en la gestión de sus propios recursos naturales (Nkonya, 2011).

CONCLUSIÓN

La producción agropecuaria fue y seguirá siendo una pieza crucial en el crecimiento futuro de Argentina, pero para ello se debe abordar enérgicamente los problemas de productividad a largo plazo, relacionados con la mala gestión de los suelos, tomando conciencia del impacto ambiental.

En la pampa productiva los principales procesos de degradación, como la erosión eólica e hídrica, la pérdida de estructura física, la reducción de fertilidad química, anegamientos por elevación de napas y salinización ya son visibles y evaluables a nivel productivo, pero no así a nivel de costos ecosistémicos ambientales y sociales, siendo un tema pendiente para los investigadores de la comunidad científica de nuestro país.

Para la integración de los recursos naturales a las cuentas nacionales, se debe trabajar en el manejo sostenible de los mismos, incluyéndolos dentro de las cuentas empresariales para que se reflejen en los sistemas de gestión económica.

La generación de conocimientos, la identificación de “costos ocultos” vinculados con la degradación de los suelos y la implementación de métodos de prevención, es más adecuado que remediar tierras severamente degradadas; pero esto sólo se puede lograr con un fuerte soporte institucional de la mano de políticas nacionales avaladas científicamente que apoyen a las comunidades locales que gestionan los recursos naturales de cada región.

Para finalizar diremos que ésta revisión es una importante base para trabajos futuros del grupo interdisciplinario ampliado, compuesto por investigadores de ciencias como química, agronomía, economía, biología, administración rural, ingeniería en sistemas, electromecánica, entre otras, lo que permitirá abordar esta problemática con una visión holística y avanzar en el uso de nuevas herramientas, requeridas para la producción agropecuaria por ambientes, así como profundizar en la determinación de costos, mediante análisis productivos, económicos, físico químicos y biológicos que se relacionan con la depreciación del suelo como recurso fundamental de la bioeconomía.

Referencias

- Casas, R. R. (2015). *Principales procesos de degradación que afectan a los suelos. 1*, 1–17.
- Choumert, J., and Phélinas, P. (2015). Determinants of agricultural land values in Argentina. *Ecological Economics*, 110, 134–140. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.12.024>
- Cisneros, J., Cholaky, C., Cantero, A., and Gonzalez, J. (2012). *Erosión hídrica - Principios y técnicas de manejo* (U. Editora (ed.)).
- Cordone, G., and Trossero, M. (2012). Costo oculto privado y social del sistema productivo La degradación del suelo pampeano. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*.
- Cowie, A. L., Orr, B. J., Castillo Sanchez, V. M., Chasek, P., Crossman, N. D., Erlewein, A., Louwagie, G., Maron, M., Metternicht, G. I., Minelli, S., Tengberg, A. E., Walter, S., and Welton, S. (2018). Land in balance: The scientific conceptual framework for Land Degradation Neutrality. *Environmental Science and Policy*, 79(November 2017), 25–35. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.10.011>
- Encina Rojas, A., and Ibarra, J. (2003). La degradación del suelo y sus efectos sobre la población. *Población y Desarrollo*, 14(25), 5–10.
- Food and Agriculture Organization of the United. (1988). *La erosión del suelo en la República Argentina*.
- INTA. (2003). *El Inta ante la preocupación por la sustentabilidad de largo plazo de la producción agropecuaria argentina*. 1–4.
- Martin, G., and Agüero, S. (2014). *Los pastizales y el deterioro ambiental*.
- Nkonya, E., Gerber, N., von Braun, J., and De Pinto, A. (2011). Economics of Land Degradation. The Costs of

Action versus Inaction. IFPRI Issue Brief 68. *International Food Policy Research Institute*, 68.

Pengue, W. A. (2006). *Sobreexplotación de recursos naturales y mercado agroexportador, hacia la determinación de la deuda ecológica de la pampa argentina*.

Pengue, W. A. (2010). Suelo virtual y comercio internacional. *Realidad Económica/Instituto Argentino Para El Desarrollo Económico*, 250, 52*74.

Trossero, M. (2020). *Valoración económica y social del contenido de carbono orgánico del suelo: Proyecciones para el Sur de Santa Fe, Argentina*.

Vázquez, M. E., and García, M. G. (2012). Valoración económico-ecológica de la pérdida de nutrientes básicos de los suelos santafesinos. *Revibec: Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 19(0), 29–41.