



## SECCIÓN CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS

Artículo de revisión

### Manejo sostenible de tierras en zonas semiáridas: una revisión sobre modelos de gestión

Alexander Fernández Velázquez <sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4612-475X>

Annelis García González <sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-8293-3960>

Lilliam Margarita Álvarez Díaz <sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0001-5600-5714>

Javier Pérez Capdevila <sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-7159-3072>

<sup>1</sup> Subdelegación de medio Ambiente, Delegación Territorial CITMA Guantánamo. Guantánamo, Cuba

<sup>2</sup> Academia de Ciencias de Cuba. La Habana, Cuba

\* Autor para la correspondencia: [alexanderfv1973@gmail.com](mailto:alexanderfv1973@gmail.com)

#### Editor

Lisset González Navarro  
Academia de Ciencias de Cuba.  
La Habana, Cuba

#### Traductor

Darwin A. Arduengo García  
Academia de Ciencias de Cuba.  
La Habana, Cuba

#### RESUMEN

El manejo sostenible de tierras en zonas semiáridas es un sistema novedoso en Cuba y el mundo, por lo que se realizó una revisión sistemática de 9459 artículos en el período 2000 a 2023, sobre modelos de gestión, manejo sostenible de tierras, índice sintético de manejo sostenible de tierras e indicadores de estado-presión-respuesta-impacto, el estudio fue dirigido a la zona semiárida de la provincia Guantánamo. Se detectó que son poco abordadas las prácticas de manejo sostenible de tierras en zonas semiáridas a partir del empleo de modelos de gestión, y que existe escasa literatura referida al tema. Los resultados sugieren la necesidad de una adecuada implementación del manejo sostenible de tierras, fundamentan la continuidad de la investigación y la aplicación de un modelo de gestión de manejo sostenible de tierras para la zona semiárida, en el que se mejoren los indicadores ambientales, la producción agrícola sostenible, la calidad de vida de las personas y que contribuyan a la sostenibilidad del ecosistema.

**Palabras clave:** Modelos de gestión; manejo sostenible de tierras; zonas semiáridas

### Sustainable land management in semi-arid zones: review of management models

#### ABSTRACT

Sustainable land management in semi-arid zones is a novel system in Cuba and the world, so a systematic review of 9 459 articles was carried out in the period 2000 to 2023, on management models, sustainable land management, synthetic index of sustainable land management and state-pressure-response-impact indicators; the study was aimed at the semi-arid zone of the Guantánamo province. It was detected that sustainable land management practices in semi-arid areas are little addressed based on Management models, and that there is



little literature on the subject. The results suggest the need for an adequate implementation of sustainable land management, support the continuity of research and the application of a sustainable land management model for the semi-arid zone, in which environmental indicators, sustainable agricultural production, people's quality of life are improved and contribute to the sustainability of the ecosystem.

**Keywords:** Management Models; Sustainable Land Management (SLM); Semi-Arid Zones

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la humanidad se enfrenta a problemas ambientales cada vez más complicados y que ponen en riesgo la supervivencia de la especie humana, tales como la contaminación del aire, del agua, el suelo, incluso el espacio, y algunas de ellas están relacionadas entre sí. <sup>(1)</sup> Estos problemas se han agravado debido al consumismo y a la globalización neoliberal, la cual ha llevado al planeta a crisis económicas, financieras, ambientales y alimentarias. <sup>(2,3)</sup> Por su parte, la agricultura es esencial para el crecimiento económico, ésta representa el 4 % del producto interno bruto (PIB) y en algunos países menos desarrollados puede representar más del 25 % del PIB. <sup>(4)</sup>

Sin embargo, el crecimiento económico impulsado por la agricultura, la reducción de la pobreza y la seguridad alimentaria se encuentran en riesgos. Múltiples conmociones, desde alteraciones relacionadas con la COVID-19 hasta fenómenos meteorológicos extremos, plagas y conflictos, afectan los sistemas alimentarios. El objetivo mundial de poner fin al hambre para el 2030 está actualmente lejos de lograrse. Los conflictos, el cambio climático y los altos precios de los alimentos impulsan la inseguridad alimentaria y nutricional, empujando a millones de personas a la pobreza extrema y revirtiendo los avances en el desarrollo logrados con gran esfuerzo. Alrededor de 2500 millones de personas enfrentan ahora una inseguridad alimentaria aguda. <sup>(4)</sup>

Se espera que los sistemas de producción agrícola produzcan alimentos para una población mundial que alcanzará los 9000 millones de personas en 2050 y forman parte de los objetivos de desarrollo sostenible que se implementan y monitorean en todos los países del mundo. <sup>(5)</sup> América Latina enfrenta graves problemas ambientales; en la primera mitad de la década de 1990 sus habitantes deforestaron 5 veces más bosques por personas viviendo en zonas rurales que los africanos y 40 veces más que los asiáticos. <sup>(6)</sup> Sin embargo, los pueblos indoamericanos son ejemplo de producciones agrícolas sostenibles, armónicas con el medio ambiente, enfrentan a los desastres de origen natural y el cambio climático con los conocimientos ancestrales y garantizan su alimenta-

ción en las diferentes épocas del año, siempre considerando su concepto de "la Pachamama". <sup>(7)</sup>

Se debe reconocer, además, que la explotación extrema de las tierras cultivables deja tras sí zonas desérticas que obligan a tumbar más bosques. La ampliación de la frontera agrícola es el factor clave en la fabricación de desiertos en América Latina, por ejemplo, la Amazonia está en crisis, el 18 % de sus bosques se ha perdido por completo y un 17 % adicional está degradado, debido a la deforestación, los incendios y la degradación; el agua superficial se ha perdido; y los ríos están cada vez más desconectados y contaminados. <sup>(8)</sup> Esta inmensa presión, si no se reduce o detiene, dañará irreversiblemente la Amazonia y el planeta en general en un futuro muy cercano. <sup>(9)</sup> Por lo anterior es válido reconocer que el sector agropecuario y forestal puede contribuir a la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero mediante el manejo sostenible del suelo para el incremento del secuestro y retención de carbono. <sup>(10)</sup>

Es conocido que la agricultura se beneficia directamente de los servicios ecosistémicos, como la polinización, el mantenimiento del suelo, la regulación de plagas, la provisión y regulación del agua y otros procesos fundamentales. El uso de prácticas del manejo sostenible de tierras (MST) puede asegurar la continua provisión de servicios ecosistémicos y evitar los malos manejos que pudieran afectar negativamente esta provisión. <sup>(11)</sup> Es un reto, entonces, promover el uso de buenas prácticas que ayuden a los agroecosistemas de los pequeños productores a reforzar la resistencia y reducir los aspectos que los hacen vulnerables ante el cambio climático y traen consecuencias negativas en las funciones fundamentales de los ecosistemas para la agricultura, como la provisión de agua, la regulación de plagas y el amortiguamiento de eventos extremos. Al mismo tiempo que se realizan prácticas que ayudan en la adaptación al cambio climático y en el mantenimiento de los servicios esenciales para la agricultura, es crucial tomar medidas para mejorar o restaurar los agroecosistemas. <sup>(11)</sup>

El MST en sus diversas definiciones se considera como un modelo de gestión de los agroecosistemas para propiciar su resiliencia y sostenibilidad. <sup>(12,13)</sup> Es de gran importancia que la evaluación de la sostenibilidad esté basada en el empleo de

indicadores que describan una característica del estado de un sistema, generalmente a través de datos observados o estimados, e índices que consisten en una combinación cuantitativa de indicadores, de los que se han definido un gran número y pueden ser ambientales o de sustentabilidad dependientes del sistema en estudio. <sup>(14)</sup>

En Cuba el Programa de acción nacional de lucha contra la desertificación y la sequía indica que en el 14 % de las tierras productivas, afectadas por la desertificación y la sequía, las condiciones de degradación de tierras son extremas. Éste es el caso de las áreas de las llanuras costeras bajas, hasta 40 m sobre el nivel del mar, y en las llanuras asociadas con las cordilleras, hasta 500 m sobre el nivel del mar características que se observan en la región costera sur de la provincia de Guantánamo, en el Oriente de Cuba. <sup>(15)</sup> Las condiciones de máxima aridez se presentan en un área de 175 189 ha, situadas en la zona costera sur de la provincia Guantánamo, <sup>(16)</sup> y cuyos derroteros fueron definidos por Borges *et al.* <sup>(17)</sup>

Se necesitan estudios e investigaciones que propongan soluciones concretas para enfrentar las problemáticas ambientales a nivel global, regional y local y, a su vez, la compleja relación sociedad-naturaleza debe ser armónica y multifuncional para garantizar una producción de alimentos de manera sostenible. <sup>(18)</sup> Atendiendo a todas estas problemáticas se realiza la presente investigación con el objetivo de desarrollar una revisión sistemática dirigida a los estudios publicados, desde el año 2000 al 2023, que documentaron el empleo de modelos de gestión para el manejo sostenible de tierras en zonas semiáridas, que consideren la utilización de índices e indicadores para medir su efectividad.

## DESARROLLO

### Métodos

Se realizó una revisión sistemática de tipo descriptivo para identificar los trabajos existentes en materia de modelos de gestión de MST en zonas semiáridas a partir de un metaanálisis. <sup>(19,20)</sup> Se empleó la metodología de Sánchez-Meca y se consideraron los siguientes pasos: compilación, recuperación de información, evaluación, análisis-síntesis, integración, sinergia, resumen y conclusiones. <sup>(21)</sup>

Los datos para efectuar el metaanálisis se adquirieron a partir de los motores de búsquedas académicas Google Scholar (804 artículos), Semantic Scholar (4225 artículos) y Crossref, (4380 artículos), además de exploraciones específicas, por artículos o por revistas utilizando Scimago Journal & Country Rank para identificar artículos publicados en revistas publicadas en Scopus de Elsevier (411 revistas y se seleccionaron 32) y Web of Science (190 categorías de revistas que

posee la base de datos y se seleccionaron 16 del total). <sup>(22)</sup> Se consultó, además, el repositorio de MST de la Agencia de Medio Ambiente de Cuba, no publicado, para identificar trabajos afines a las variables a estudiar.

Se partió del análisis crítico de artículos científicos seleccionados y compilados con el uso del *software* Harzing's Publish or Perish 7. Para la búsqueda de los artículos publicados sobre la temática se utilizaron combinaciones de términos de búsqueda (variables a estudiar) como: modelos de gestión, manejo sostenible de tierras, índice sintético de MST, indicadores de Estado-Presión-Respuesta-Impacto (EPIR) e indicadores integrados de la sostenibilidad del capital físico, financiero, social, humano y natural. <sup>(23,24,25,16)</sup>

Para el análisis bibliográfico se emplearon fuentes referenciadas que incluyeron libros, artículos científicos, tesis, informes de proyectos y documentos de Internet. Se utilizó como principal criterio de inclusión los artículos científicos publicados en el período comprendido entre 2000-2023, al considerar la escasa literatura sobre el tema en los últimos 5, 10 y más de 20 años. Para analizar la base de datos se tuvieron en cuenta indicadores.

### Métricas y estadísticas

Total de artículos y distribución por motores de búsquedas en 24 años:

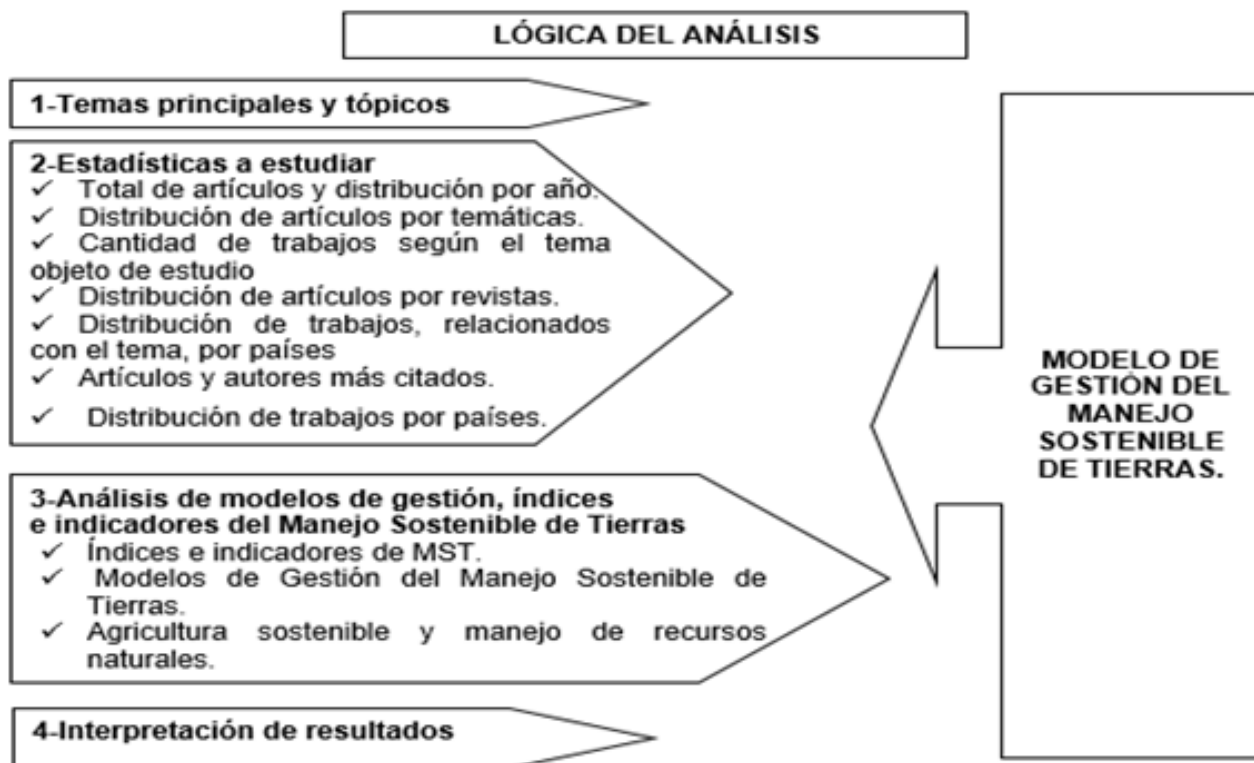
- cantidad de citas,
- cantidad de citas por años,
- cantidad de citas por artículos,
- cantidad de citas por autor,
- cantidad de autores por artículos,
- cantidad de revistas por temáticas o categorías,
- cantidad de revistas por países.

Los artículos compilados, luego de la revisión según las diferentes combinaciones de términos de búsqueda, fueron examinados y sometidos a un proceso de selección, en el que fueron excluidos según los siguientes criterios: repetidos, en otro formato (idioma distinto al español, inglés y portugués), no afinidad con el tema y fuera de período (2000-2023). En la figura 1 se presenta el diagrama con los principales pasos de la investigación.

Para el análisis y procesamiento de los datos se utilizaron herramientas que facilitaron su obtención, procesamiento y visualización: Zotero como gestor bibliográfico utilizado para la realización y normalización de una base de datos; Microsoft Excel 2019 se utilizó para la representación de los datos obtenidos a través de tablas y gráficos.

### Análisis de métricas y estadísticas

Al culminar el proceso de revisión se evaluaron 9459 artículos del período 2000 a 2023. En la figura 2 se muestra el



**Fig. 1.** Indicadores para análisis de la base de datos. Fuente: Elaboración propia. 2024. Referentes: Sánchez Meca (2010) y Ferrer PE Gómez Luna LM (2023). <sup>(21,23)</sup>

total de artículos evaluados según el motor de búsqueda empleado y las variables estudiadas.

Se identificaron 2200 artículos sobre modelos de gestión (23,3 %), de ellos 3400 sobre MST (36 %), sobre índice sintético de MST 1835 equivalente (19,4 %) y 2004 sobre indicadores de estado-presión-impacto-respuesta (21,2 %). En la figura 3 se representan otros indicadores métricos identificados en las búsquedas realizadas.

De un total de 88 411 citas el 60,34 % fue sobre modelos de gestión, siendo el mayor número de citas encontrado, seguido de 19,4 % sobre índice sintético de MST; 17,23 % sobre MST y el menor número de citas correspondió a indicadores de EPIR. En cuanto a las citas por años se obtuvo un resultado similar a la métrica anterior (citas), con un total de 2988,22 citas por años, el mayor número les correspondió a los modelos de gestión (56,86 %), índice sintético de MST 23,18 %, manejo sostenible de tierras 16,95 % y la menor cantidad de citas por años fue para los indicadores EPIR con un total del 3,0 %. Se identificaron un total de 328,13 citas por artículos, de ellas 53 % obedecieron a modelos de gestión, 23,4 % índice sintético de MST; 17,5 % manejo sostenible de tierras y 6 % para indicadores EPIR.

Fueron encontradas 55531,24 citas por autores, correspondiendo el mayor porcentaje a la variable modelos de gestión (60,31), seguido de índice sintético de MST con un 22,21 %, sobre MST un 15,57 % y también la menor cantidad de citas por autores fue sobre indicadores EPIR con un 1,88 %. Sin embargo, la variable indicadores EPIR muestra la mayor cantidad de autores por artículos con un 30,22 %, seguido de MST con un 27,04 %, índices sintéticos de MST y modelos de gestión reflejaron valores similares, con un 21,43 % y 21,29 % respectivamente.

### Modelos de gestión

Es necesario reconocer que no todos los artículos encontrados sobre modelos de gestión guardan relación con el MST, pero fue necesario evaluarlos para analizar los diversos conceptos que poseen los autores sobre esta variable, en general los autores asumen que éstos son un modelo de toma de decisiones dentro de la organización, es decir una secuencia, ordenada y racional en la cual son planteadas y resueltas sus decisiones. <sup>(26)</sup> Huertas *et al.* citando a Navarro-Arvizu manifiestan que un modelo de gestión permite establecer un enfoque, además de un marco de referencia

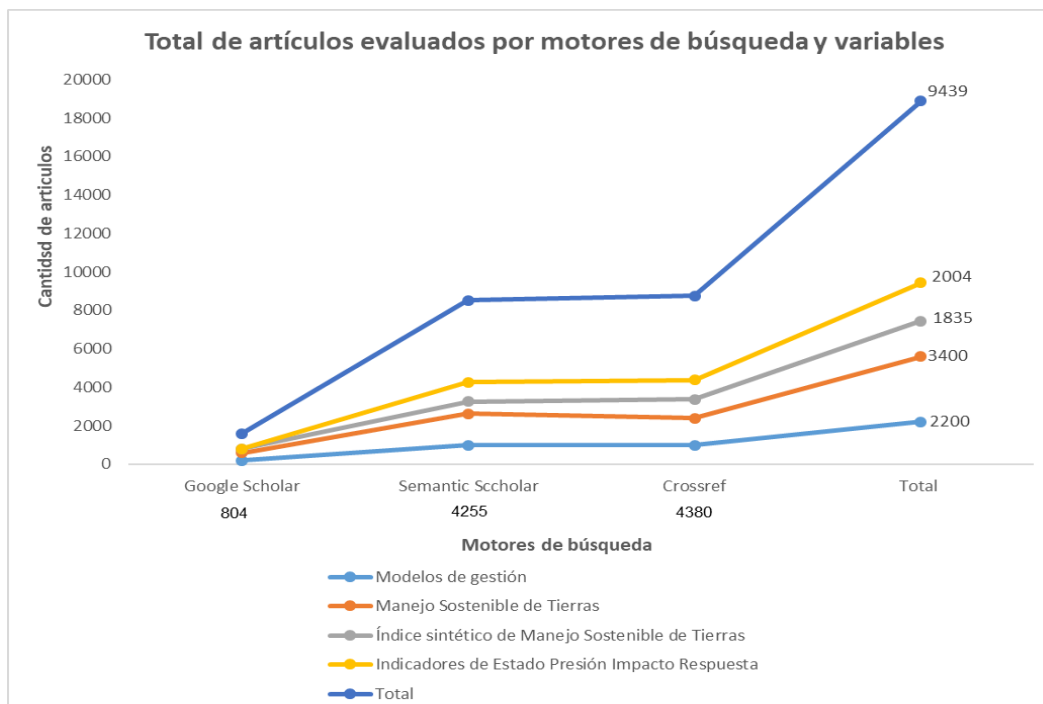


Fig. 2. Total de artículos evaluados por motores de búsquedas y variables estudiadas

objetivo, riguroso y estructurado para el diagnóstico de la organización, así como para determinar las líneas de mejora continua hacia las que deben orientarse los esfuerzos de ésta, igualmente deben estar diseñados para que sus elementos puedan identificarse con características del mundo real, siendo mediador entre la teoría y los datos empíricos, o entre la teoría y el mundo real. <sup>(27)</sup>

En esta investigación se enuncia como concepto de modelo de gestión a la estrategia que, después de evaluar cuidadosamente las características y necesidades específicas, se adapta a la organización con una estructura jerárquica y toma de decisiones centralizadas con un alto nivel de control y coordinación, a partir de fomentar la colaboración de todos los miembros de la organización promoviendo la creatividad y la innovación. Se centra en metas claras y medibles para un período de tiempo determinado basado en la búsqueda constante de la excelencia y se enfoca en la optimización de los procesos para adaptarse y responder de manera efectiva a los cambios en el entorno.

### Manejo sostenible de tierras

Se evidencia en la literatura evaluada (36 % de artículos identificados) que el MST se define como el procedimiento basado en el conocimiento, que ayuda a integrar el manejo de la tierra, el agua, la biodiversidad y el medio ambiente (incluye externalidades en los insumos y los productos), para satisfa-

cer las crecientes demandas por alimentos y fibras, en tanto que los servicios de los ecosistemas y las formas de subsistencia son preservados. <sup>(28)</sup>

Se considera que el MST es necesario para satisfacer los requerimientos de una población en crecimiento. El manejo inadecuado de la tierra puede llevar a la degradación de ésta y a una significativa reducción de las funciones productivas y de servicios (nichos de biodiversidad, hidrología, captura de carbono) de las cuencas hidrográficas y el paisaje. <sup>(28)</sup>

El Manual de procedimientos de MST de Cuba, lo define como un modelo de trabajo adaptable a las condiciones de un entorno específico, que permite el uso de los recursos disponibles en función de un desarrollo socioeconómico que garantice la satisfacción de las necesidades crecientes de la sociedad, el mantenimiento de las capacidades de los ecosistemas y su resiliencia. <sup>(13)</sup> Considera 3 categorías:

a) Manejo: conjunto de acciones para el uso de los bienes y servicios proveniente de los recursos naturales, sociales y materiales, considerando las características del medio en el cual interactúan; <sup>(13)</sup>

b) Sostenibilidad: uso de los recursos naturales sin comprometer su capacidad de regeneración natural. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) considera que la sostenibilidad no implica necesariamente una estabilidad continua de los niveles de productividad, sino más bien la resiliencia de la tierra; en otras palabras, la ca-



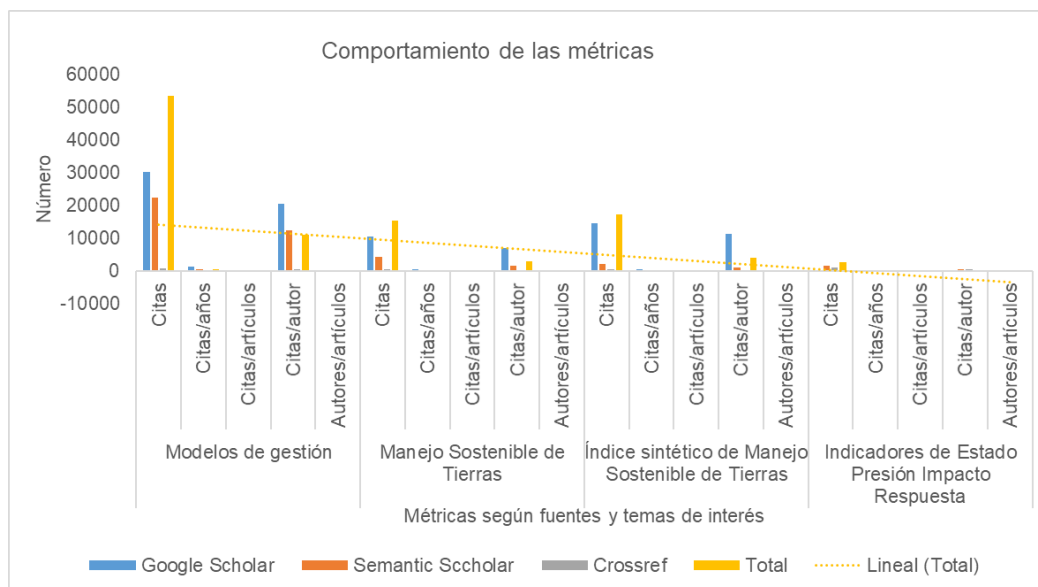


Fig. 3. Indicadores métricos identificados en las búsquedas realizadas. Fuente: Elaboración propia

pacidad de la tierra para recuperar los niveles anteriores de producción, o para retomar la tendencia de una productividad en aumento, después de un período adverso a causa de sequías, inundaciones, abandono o mal manejo humano; <sup>(13)</sup>

c) Tierra: área definida de la superficie terrestre que abarca el suelo, la topografía, los depósitos superficiales, los recursos de agua y clima, las comunidades humanas, animales y vegetales que se han desarrollado como resultado de la interacción de esas condiciones biofísicas. Ello permite referirse más directamente al manejo, o como otros lo nombran, gestión integral de los recursos naturales. <sup>(13)</sup>

### Índice sintético de manejo sostenible de tierras

La construcción de índices implica la interrelación y combinación de cada vez más disciplinas. Los números índice se utilizan cuando se requiere medir algo, y en particular cuando es necesario estratificar aquello que se mide. Los números índice son métodos que se han ideado para medir las diferencias en la magnitud de un grupo de variables relacionadas. Las comparaciones pueden ser entre períodos de tiempo, entre lugares o entre categorías semejantes. <sup>(29)</sup>

A los números índice se les conoce también como escalas o indicadores. A modo de definición tentativa, se puede decir que una escala es un instrumento de medida compuesto por una serie de variables que representan algún atributo de interés, y que proporcionan información en relación con el atributo que se mide. <sup>(29)</sup> Los modelos de evaluación de resultados que suelen aplicarse generalmente han sido diseñados para la evaluación de la gestión en áreas de utili-

dad; de allí surgen los indicadores genéricamente llamados de efectividad y eficacia, los cuales en su origen se derivan de los procedimientos de medición de resultados y se puede apreciar que los indicadores de efectividad y eficacia son susceptibles de ser utilizados para todo tipo de áreas de organización, independientemente del carácter de su actividad, es decir, sean labores comerciales, intelectuales, de producción, de control, etc. <sup>(30)</sup>

En los últimos años se asiste a un desarrollo profuso en el ámbito de los indicadores para la toma de decisiones, particularmente por parte de los países desarrollados y de algunas agencias internacionales, pero también en algunos países de la región, presentan iniciativas que comprenden escalas diversas y enfoques metodológicos distintos. Algunos países desarrollan indicadores de sostenibilidad ambiental, mientras que más recientemente, otros trabajan desde el enfoque de desarrollo sostenible, esto es incorporar (pero no necesariamente vinculando) las dimensiones económica, social, ambiental e institucional del desarrollo. <sup>(31)</sup>

Un indicador sintético consiste, por tanto, en una serie indexada que engloba y agrega la información contenida en un conjunto de indicadores parciales representativos de los diferentes sectores de la economía analizada. El principal problema que se presenta es el de la definición de los coeficientes de ponderación y la heterogeneidad en las unidades de los indicadores parciales. <sup>(32)</sup>

La literatura consultada destaca algunos índices como el de calidad de suelos (ICS) que promedia valores de todos los indicadores. Para su interpretación se utiliza una escala de

transformación en 5 clases de calidad de suelo (1 a 5) muy alta calidad, alta calidad, moderada calidad, baja calidad y muy baja calidad. <sup>(33)</sup> Destaca también el índice de vegetación de diferencia normalizada, es de gran aplicación para determinar la vegetación, ya que es eficiente para el análisis y monitoreo de las condiciones vegetativas y su dinámica en la cobertura terrestre. <sup>(34)</sup>

Urquiza *et al.* para evaluar la sostenibilidad del proceso proponen un análisis combinado de los capitales que forman parte del MST a partir de definir indicadores que describen el comportamiento del capital físico, financiero, natural, humano y social, de acuerdo a la metodología y al marco conceptual propuesto. <sup>(13)</sup> A dichos indicadores de evaluación de la sostenibilidad del MST se les pueden agregar entre otros los siguientes:

- Índice sintético de MST como indicador de sostenibilidad en zonas semiáridas (IMST),
- sistema de indicadores para evaluar la sostenibilidad del MST en zonas semiáridas,
- índice de sostenibilidad ambiental (ISA),
- índice de bienestar (IB),
- índice de bienestar del ecosistema (IBE).

Sin embargo, no se encontraron evidencias de la existencia de un índice sintético de manejo sostenible de tierras en toda la búsqueda realizada.

### Indicadores estado-presión-respuesta-impacto

Del total de la literatura revisada se identificó un 21,2 % de artículos relacionados con los indicadores de estado-presión-respuesta-impacto, de acuerdo con Marzo, (s/f) el modelo presión-estado-respuesta (PER) propuesto por la Environment Canadá y la OCDE, se basa en una lógica de causalidad y presupone relaciones de acción y respuesta entre actividades económicas y del medio ambiente. <sup>(35)</sup> Los indicadores de presión describen las presiones ejercidas sobre el ambiente por las actividades humanas, y pueden ser de presión directa (externalidades creadas por las actividades humanas) e indirecta (tendencias en las actividades que crean las externalidades ambientales). Los indicadores de estado se refieren a la cantidad y condición o características de los recursos naturales y del medio ambiente. Los indicadores de respuesta presentan los esfuerzos realizados por la sociedad o por las autoridades para reducir o mitigar la degradación del ambiente. <sup>(35)</sup>

En esta investigación se considera la interrelación entre las actividades humanas que ejercen ciertas presiones, así como su impacto en el estado de un ecosistema. <sup>(38)</sup> Se asume el presupuesto de García al plantear que estos indicadores permiten, a posteriori, dar respuestas a través del diseño de acciones que posibiliten atender una proble-

mática ambiental dada; a su vez debe considerarse la integración de actores clave en función de la protección de un ecosistema y la sostenibilidad de sus bienes y servicios. Estos indicadores permiten el establecimiento o reorientación de las políticas públicas o los criterios para la toma de decisiones de los principales sectores estatales y lograr la sustentabilidad de las acciones planteadas en los planes de desarrollo local. <sup>(36)</sup>

Urquiza *et al.* en el Manual de procedimientos para MST, define indicadores de evaluación para áreas agrícolas si se encuentra bajo MST. <sup>(13)</sup> Con el auxilio de la metodología EPIR, presión (fuerza causante)-estado (condición resultante)-respuesta (acción mitigante)-impacto (efecto transformador), se puede realizar un estudio adecuado como explicamos a continuación. <sup>(13)</sup>

La presión incluye aquellos indicadores que potencian los procesos degradativos. Generalmente son indicadores asociados al desarrollo económico, social y a las condiciones del entorno físico geográfico. La presión demográfica, precios del mercado y disponibilidad de materias primas, son ejemplos de este tipo de indicadores. Otros ejemplos de ello, se asocian a la topografía del sitio, a los procesos agroindustriales y tecnologías predominantes, disponibilidades y calidad de las aguas, así como las tradiciones del entorno. La presión, cualquiera que sea su intensidad, genera un estado de deterioro de los recursos naturales. El grado de deterioro este asociado con la intensidad de dicha presión, pero también a las condiciones en las cuales actúa. Ello refleja la condición multicausal de la degradación de las tierras. <sup>(13)</sup>

Los indicadores de estado más comunes incluyen las condiciones provocadas por la presión y que persisten incluso después de que se haya eliminado la presión o fuerza causante. La erosión y la salinización del suelo, la reducción de los rendimientos agrícolas, deforestación, baja disponibilidad de agua y las lluvias ácidas son indicadores del estado de los recursos naturales y las condiciones sociales y económicas. Los indicadores de MST deben cuantificar y cualificar la reducción de la condición de degradación respecto a su condición inicial. La expresión más frecuente es el incremento de los rendimientos de los cultivos, de los espejos de agua, del ganado mayor y menor, entre otros ejemplos, aunque en determinados escenarios, el mantenimiento estable de estos rendimientos, así como la disminución de la erosión del suelo, de la cantidad de tierra depositada en los cursos de aguas interiores y costeras; de la salinización y el incremento de la superficie cubierta por vegetación, entre otros, pueden ser otros indicadores a tener en cuenta para el MST. <sup>(13)</sup>

Es crucial partir de datos previos como condición inicial para poder establecer rangos comparativos (por años, por ciclos productivos) de los efectos de las medidas aplicadas o de las acciones mitigantes, que son las herramientas con las que el hombre actúa para obtener respuestas del ecosistema. Un área afectada e intervenida por MST debe mostrar signos generales de salud de sus recursos naturales, incluida la flora y la fauna, así como mejoras en el entorno social (los seres humanos y su calidad de vida deben estar en el centro de atención al aplicar el modelo).<sup>(13)</sup>

Los indicadores de respuesta, que se interpretan como las acciones que realiza el hombre para prevenir, mitigar, adaptar o revertir los procesos que generan la degradación, pueden ser un componente importante de seguimiento y evaluación de la labor de implementación del MST. En un área con la aplicación de la metodología MST debería dominar en forma positiva el aspecto general del entorno, visibilizando y demostrando la intensidad de las medidas de remediación y el progreso en el trabajo emprendido para lograr el cambio de la condición de la tierra. La magnitud de la implementación de estas medidas, el área de territorio que cubren y la variedad de problemas involucrados podrían indicar una respuesta precisa y cuantificable.<sup>(13)</sup>

Otro grupo de indicadores, como los llamados indicadores de impacto, son los encargados de verificar la transformación del ecosistema, en lo económico, ambiental y social, en términos de resultados concretos obtenidos a partir de la eliminación de las fuerzas causantes. Los indicadores de impacto tienen la función de expresar la transformación del ecosistema a partir de la aplicación del Plan de manejo, que a su vez responde a la eliminación o mitigación de los efectos de las fuerzas causantes de la degradación. Se proponen algunos indicadores de impacto que sirven de guía para la evaluación de los efectos transformadores de las acciones aplicadas en el área.<sup>(13)</sup>

Una vez que se identifiquen los beneficios, se deben implementar medidas en las zonas escogidas. Dado que estas acciones han tenido un impacto positivo en el ecosistema se cataloga como buenas prácticas (BP). Se agregaron entonces esas BP al sistema de promoción y divulgación de resultados; además, son utilizados como medios de evaluación y verificación para la categorización del área. Existen criterios que pueden ser empleados para la evaluación inicial de un área aspirante a declararse bajo la implementación del MST:<sup>(13)</sup>

Tierras avanzadas: Es una categoría intermedia para aquellas tierras en las cuales se ha iniciado la eliminación de los factores que originaron la degradación. La combinación del cumplimiento del Plan de manejo de la tierra y otros instrumentos establecidos en el país son indispensables para

su obtención. Contar con la categoría de tierras iniciadas, alcanzar el 50 %-75 % de las medidas contenidas en el Plan de manejo, iniciada la eliminación del 100 % de los factores antrópicos que dieron origen a la degradación; aplicar, como mínimo, el 75 % de las medidas del programa de mejoramiento y conservación de suelos.

Tierras bajo manejo sostenible: Aquellas que han logrado detener los procesos degradativos y transitan hacia la recuperación con resultados productivos demostrados. Para ello será necesario demostrar que cumple más del 75 % de las acciones contenidas en el Plan de manejo, ha eliminado los factores antrópicos que originaron la degradación de la tierra, ha obtenido impactos positivos en al menos 2 de cada grupo de los indicadores que aparecen en este documento, aplica el 100 % de las medidas dictadas por el Programa de mejoramiento y conservación de suelos.

### **Análisis bibliométrico de bases de datos consultadas**

Los resultados de la búsqueda realizada en las bases de datos Scimago Journal & Country Rank (32 revistas) se muestran en la figura 4 y la Web de la Ciencia (16 revistas), con los términos de búsquedas: modelos de gestión, índices e indicadores del MST 2000 a 2023. Las Categorías de revistas de la Web de la Ciencia

- Agricultural Economics & Policy (Política y Economía Agrícola),
- Agricultural Economics & Policy (Política y Economía Agrícola),
- Agricultural Engineering (Ingeniería Agrícola),
- Energy & Fuels (Energía y Combustibles),
- Planning & Development (Planificación y Desarrollo),
- Management (Gestión),
- Engineering, Environmental (Ingeniería, Ambiental),
- Environmental Sciences (Ciencias Ambientales),
- Environmental Studies (Estudios Ambientales),
- Biodiversity Conservation (Conservación de la Biodiversidad),
- Forestry (Ingeniería de Montes),
- Meteorology & Atmospheric Sciences (Meteorología y Ciencias de la Atmósfera),
- Geosciences, Multidisciplinary (Ciencias de la Tierra, Multidisciplinar),
- Green & Sustainable Science & Technology (Tecnología y ciencia de ecología y sostenibilidad),
- Soil Science (Ciencia del Suelo),
- Development Studies (Estudios de desarrollo),
- Ecology (Ecología).

No se encontraron artículos que abordaran el tema sobre modelos de gestión de MST en el total de revistas identificadas en ambas bases de datos. Sin embargo, en búsquedas individuales se encontraron 152 artículos afines a las variables de estudio declaradas (tabla 1).



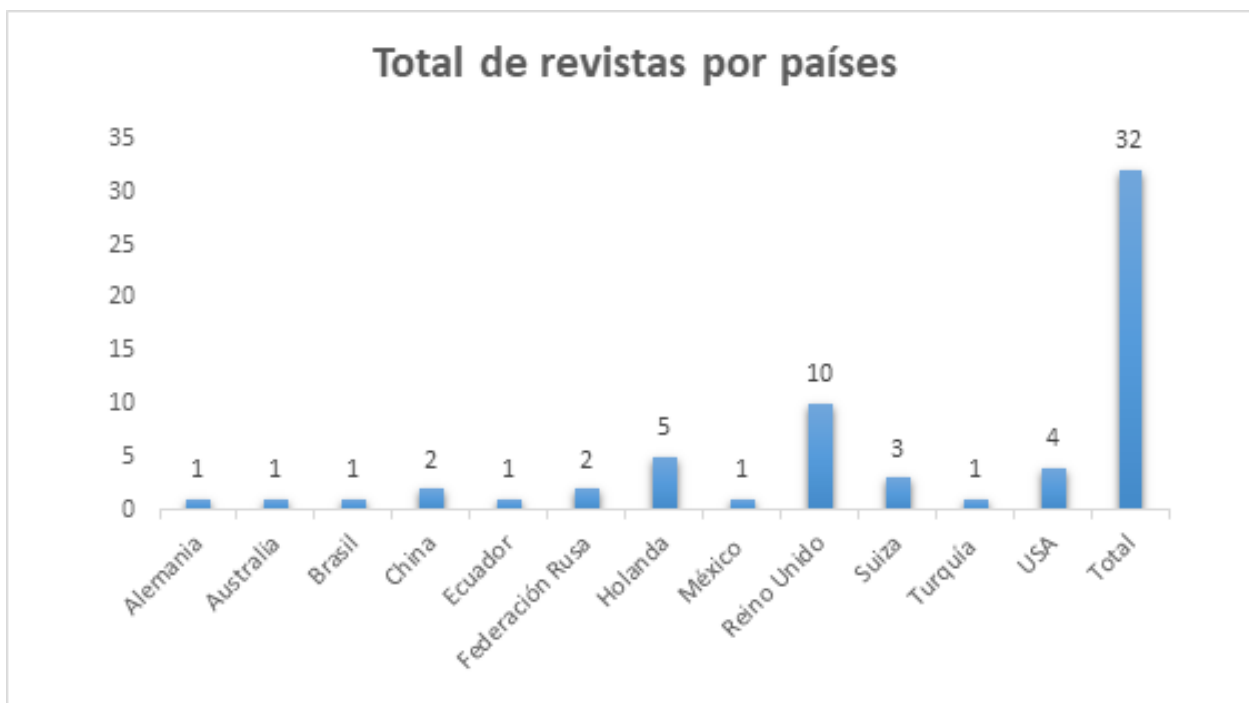


Fig. 4. Total de revistas identificadas por países. Fuente: elaboración propia

Se evidencia que a partir del año 2006 ha existido un auge en el manejo sostenible de tierra con artículos publicados por autores de México, Colombia, Cuba, Venezuela, Brasil, Guatemala, Chile y otros países del continente, con la participación de instituciones de Naciones Unidas como FAO y PNUD, todo lo cual denota la necesidad de implementar adecuadamente los principios del MST en zonas semiáridas por ser estos ecosistemas frágiles, con serios procesos de aridez, sequía, degradación de los suelos, salinidad, y son poco estudiados en sentido general en el mundo. Se hace necesario revertir tal tendencia a partir de la implementación de modelos de gestión y evaluar la sostenibilidad de los ecosistemas con la introducción de tecnologías aplicadas, creación de polígonos para el mejoramiento y la conservación de suelo, agua y bosque, entre otras acciones.

### Conclusiones

No todos los artículos evaluados sobre modelos de gestión se relacionan directamente con el MST, sino con los recursos naturales por separado. A pesar de esto, fue necesario considerarlos para analizar los diversos conceptos que poseen los autores sobre esta variable. De las 88,411 citas evaluadas, el 60,34 % se relacionaron con modelos de gestión y el 3 % con indicadores de EPIR. Las citas anuales y por artículos reflejan una distribución similar, destacando los modelos de gestión.

Desde el año 2006, ha habido un aumento en la publicación de artículos sobre MST en zonas semiáridas, con autores provenientes de México, Colombia, Cuba, Venezuela, Brasil, Guatemala, Chile y otros países de América Latina, apoyados por instituciones como la FAO y el PNUD. Las fuentes estudiadas resaltan la importancia de evaluar la sostenibilidad del MST en ecosistemas semiáridos mediante la implementación de tecnologías, la creación de polígonos para la mejora y conservación de suelo, agua y bosque, entre otras prácticas.

Los resultados de la revisión indican que son pocos los estudios de prácticas de MST en zonas semiáridas a partir del empleo de modelos de gestión, con una escasa cantidad de literatura referida al tema. El estudio teórico realizado, de conceptos, definiciones y referencias específicas hacen posible el diseño de intervenciones e implementaciones del MST para el caso muy especial de las zonas semiáridas. Los resultados sugieren la necesidad de una adecuada implementación de prácticas de MST, la continuidad de la investigación y la aplicación de modelos de gestión específicos para zonas semiáridas, con el objetivo de mejorar los indicadores ambientales, la producción agrícola sostenible, la calidad de vida de las personas y la sostenibilidad del ecosistema.

**Tabla 1.** Resultados de investigaciones relacionadas con las variables de estudio declaradas, período 2000-2023

Autor principal	Título	Año
Ramón Enrique Lamadrid	Índice de manejo del agroecosistema: herramienta de evaluación para el Manejo Sostenible de Tierras. (37)	2020
UPRA-FAO	Proyecto Soporte a la Toma de Decisiones para la Incorporación y Ampliación del Manejo Sostenible de la Tierra. (38)	2020
María Florencia Olivera	Red de Información para el Desarrollo Productivo (RIDES). (39)	2019
Barlin Orlando Olivares Miguel Armando López- Beltrán	Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada aplicado al territorio indígena agrícola de Kashaama, Venezuela. (40)	2019
<b>Erneydis Romero Peña, Ramón Reyes Ramírez, Zoilo Escalante Lores</b>	Programa de Manejo Sostenible de Tierra en ecosistema cafetalero del municipio de Yateras, Guantánamo, Cuba. (41)	2019
Arturo Salmerón López, Gretel Geada López, María del Carmen Fagil de Espinoza	Propuesta de un índice de diversidad funcional. Aplicación a un bosque semideciduo micrófilo de Cuba Oriental. (42)	2017
Liliana Silva-Santamaría Omar Ramírez Hernández	Evaluación de agroecosistemas mediante indicadores de sostenibilidad en San José de Las Lajas, provincia de Mayabeque, Cuba. (43)	2017
María Isabel Castellanos Domínguez Arian Rivas Méndez Emilio Enrique Lucas López Carlos Manuel Quevedo Castro	Predicción de valores límites de indicadores ambientales mediante redes neuronales artificiales en un sistema basado en ontología. (44)	2017
Yohanis de la Torre Galiano	Estrategia integrada de capacitación para potenciar el manejo de epifitos en el Manejo Sostenible de Tierras. (45)	2017
Logré Acosta Broche	Especies para la reforestación sostenible de tierras degradadas en los municipios del norte de Camagüey. (46)	2017
Bernardo José Calero Martín	Polígonos para el mejoramiento y la conservación de suelo, agua y bosque en Cuba. Indicadores y procedimiento para evaluar sus impactos. (47)	2017
Anabel Olidia Machado Guevara Olimpia Nilda Raja del Acosta Lissett Ponce Rancel	Manejo Sostenible de Tierras: evaluación de los procesos degradativos de la Unidad Básica de Producción Cooperativa La Josefa. Cuba. (48)	2015

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldariz IF. Greenteach. Cuáles son los problemas ambientales; causas, consecuencias y soluciones de los problemas medioambientales actuales. [Internet] 2023 [citado 17 ago 2024]. Disponible en: <https://www.greenteach.es/problemas-ambientales-causas-consecuencias-y-soluciones-problemas-medioambientales-actuales/>
- Vega C. Aprende Economía.. Neoliberalismo y globalización económica: causas y consecuencias. [Internet] 2023 [citado 17 ago 2024] Disponible en: <https://aprendeconomia.info/neoliberalismo-y-globalizacion-economica/>
- Ackerman J, Barreda A. ¿Por qué el neoliberalismo arrasa con el medio ambiente? [Internet]. Revista Tlatelolco. [Internet] 2021 [citado 17 ago 2024]. Disponible en: [https://puedjs.unam.mx/revista\\_tlatelolco/por-que-el-neoliberalismo-arrasa-con-el-medio-ambiente/](https://puedjs.unam.mx/revista_tlatelolco/por-que-el-neoliberalismo-arrasa-con-el-medio-ambiente/)
- World Bank. Agricultura y alimentos. [Internet] 2024 [citado 17 ago 2024]. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/topic/agriculture/overview>
- UNFPA. Estado de la Población Mundial 2012 [Internet]. 2012 [citado 24 may 2024]. Disponible en: <https://www.unfpa.org/publications/state-world-population-2012>

6. Carr DL, Lopez AC, Bilborrow RE. The population, agriculture, and environment nexus in Latin America: country-level evidence from the latter half of the twentieth century. *Popul Environ*. 2009;30(6):222-46.
7. Benzing A. *Agricultura orgánica: fundamentos para la región andina*. Neckar-Verlag, 2001. Neckar-Verlag; 2001. 682 p.
8. Ospina-Valencia J. Ampliar la frontera agrícola genera desertificación. [Internet] 2020 [citado 17 ago 2024]. Disponible en: <https://www.dw.com/es/la-ampliacion-de-la-frontera-agricola-le-abre-la-puerta-a-la-desertificacion/C3n/a-53826029>
9. WWF. Amazonía en crisis: la pérdida de bosques amenaza a la región y al planeta [Internet]. 2022 [citado 17 ago 2024]. Disponible en: <https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/amazonia-en-crisis-la-perdida-de-bosques-amenaza-a-la-region-y-al-planeta>
10. FAO. Los suelos ayudan a combatir y adaptarse al cambio climático. Los suelos juegan un papel clave en el ciclo del carbono [Internet]. 2015 [citado 17 ago 2024]. Disponible en: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/27afe7c7-e73e-4c91-ba7d-cd113115cf7a/content>
11. Martínez RMR, Viguera B, Donatti CI, Harvey CA, Alpizar F. La importancia de los servicios ecosistémicos para la agricultura. *Materiales de fortalecimiento de capacidades técnicas del proyecto CASCADA (Conservación Internacional-CATIE)*. 2017; 40.
12. Banco Mundial. Manejo sostenible de la tierra. 2008. pdf [Internet]. [citado 24 may 2024]. Disponible en: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/901001468170041631/pdf/366540PU-B0REV11Box0334134B01PUBLIC1.pdf>
13. Urquiza Rodríguez MN, Alemán García C, Flores Valdés L, Ricardo Calzadilla MP, Aguilar Pantoja Y. Manual de procedimientos para manejo sostenible de tierras [Internet]. CIGEA; [Internet] 2011 [citado 24 may 2024]. 186 p. Disponible en: <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2914139>
14. Rodríguez EV, Acero R, Perea J, Gómez AG, García A, Toro MP. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas. *Arch Zootec* 59 Revis 71-94 2010. 2010;59(232):71-94.
15. CITMA. Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía en Cuba. Informe no publicado. 2005.
16. Limeres TJ, Borges EO, Cintra AM, Fernández BI, Blanco IA. *Manejo Sostenible de Tierras. Experiencias y desafíos. Informe final proyecto 1. Área de intervención Guantánamo*. JP Impresores. Guantánamo: AMA Sello Editorial; 2015. 183 p.
17. Borges EO., Baisre JCP, Limeres JT, Sanloys D, Cintra AM. Caracterización de la Zona Semiárida de Guantánamo y Propuesta de Ordenamiento Agroecológico de la Región, informe final proyecto 013-05-001 del PNCT Los cambios globales y el medio ambiente cubano. Cuba; 2000.
18. Sarmiento AYC, Gélvez JHS, Téllez JM. Naturaleza y Sociedad: relaciones y tendencias desde un enfoque eurocéntrico. *Rev Luna Azul*. 2017;(44):348-71.
19. Goris G, Adolf SJ. Utilidad y tipos de revisión de literatura. *Ene*. 2015;9(2):0-0.
20. Escrig Sos JV, Lluca AJA, Granel VL, Bellver OM. Metaanálisis: una forma básica de entender e interpretar su evidencia. *Rev Senol Patol Mamar*. 1 de enero de 2021;34(1):44-51.
21. Sánchez MJ. Cómo realizar una revisión sistemática y un meta-análisis. *Aula Abierta Univ Oviedo*. 2010;38(2):53-64.
22. Biblioteca Complutense. SCImago Journal & Country Rank-Calidad de las revistas y revistas depredadoras-Biblioguías UCM at Universidad Complutense [Internet]. 2024 [citado 18 ago 2024]. Disponible en: <https://biblioguias.ucm.es/calidad-revistas/scimago>
23. Ferrer PE, Gómez LL. Herramientas para el monitoreo y control de sequías: un metaanálisis en contexto. *Agua Territ Water Landsc*. 2023;(22):5.
24. Botella J, Zamora Á. El MetaAnálisis: Una metodología para la investigación en educación. *Educ XX1*. 2017;20(2):17-38.
25. OCDE. Manual de la OCDE sobre Integridad Pública [Internet]. 2020 [citado 18 ago 2024]. Disponible en: [https://www.oecd.org/es/publications/2020/05/oecd-public-integrity-handbook\\_598692a5.html](https://www.oecd.org/es/publications/2020/05/oecd-public-integrity-handbook_598692a5.html)
26. Tobar F. Modelos de Gestión en Salud [Internet]. Argentina; 2002 [citado 22 ago 2024]. 101 p. Disponible en: [https://www.academia.edu/36650684/Modelos\\_de\\_Gesti%C3%B3n\\_en\\_Salud](https://www.academia.edu/36650684/Modelos_de_Gesti%C3%B3n_en_Salud)
27. Huertas López TE, Suárez García E, Salgado Cruz M, Jadán Rodríguez LR, Jiménez Valero B, et al. Diseño de un modelo de gestión. Base científica y práctica para su elaboración. *Rev Univ Soc*. Febrero de 2020;12(1):165-77.
28. Banco Mundial. Manejo sostenible de la tierra: desafíos, posibilidades y costos de oportunidad. Banco Mundial en coedición con Mayol Ediciones S.A. USA: Mayol Ediciones S.A.; 2008.130p.
29. UNAM. Metodología para la construcción de índices. [Internet]. [citado 22 ago 2024]. Disponible en: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/6/2805/10.pdf>
30. Cañas MCA. *www.planning.com.co*. 2022. Indicadores de Efectividad y Eficacia. Disponible en: [http://www.planning.com.co/bd/valor\\_agregado/Octubre1998.pdf](http://www.planning.com.co/bd/valor_agregado/Octubre1998.pdf)
31. Quiroga Martínez R. Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas. Santiago de Chile: Naciones Unidas, CEPAL, Div de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos; 2001. 118 p. (Serie manuales/Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe).
32. Mondéjar-Jiménez J, Vargas-Vargas M. Indicadores sintéticos: una revisión de los métodos de agregación. *Econ Soc Territ*. 2008;8(27):565-85.
33. Prieto MJ, Prieto G, Acevedoval SOA, Méndez M.M.A. Indicadores e índices de calidad de los suelos (ICS) cebaderos del sur del estado de Hidalgo, México. *Agron Mesoam*. 2013;24(1):83-91.
34. Olivares BO, López BMA. Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada aplicado al territorio indígena agrícola de Kashaama, Venezuela. *Cuad Investig UNED*. 2019;11(2):112-21.
35. Marzo AD. Modelo Presión-Estado-Respuesta (PER). *Environment Canada, OECD*.2012. [Internet] Disponible en: [https://www.icipfg.com/Repositorio/MLGA/MLGA-03/semana4/Generalidades\\_PER.pdf](https://www.icipfg.com/Repositorio/MLGA/MLGA-03/semana4/Generalidades_PER.pdf)
36. OECD. Manual de la OCDE sobre Integridad Pública [Internet]. OECD; [Internet] 2020 [citado 13 nov 2023]. Disponible en: [https://www.oecd-ilibrary.org/governance/manual-de-la-ocde-sobre-integridad-publica\\_8a2fac21-es](https://www.oecd-ilibrary.org/governance/manual-de-la-ocde-sobre-integridad-publica_8a2fac21-es)
37. Lamadrid RE. Índice de manejo del agroecosistema: herramienta de evaluación para el Manejo Sostenible de Tierras [Tesis en opción al título de Máster en MST.]. [Camagüey]: Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz; 2020.
38. UPRA-FAO. Proyecto Soporte a la Toma de Decisiones para la Incorporación y Ampliación del Manejo Sostenible de la Tierra. Uni-

- dad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2020.
39. Olivera FM. Red de Información para el Desarrollo Productivo (RIDES). Tecnologías aplicadas al Manejo Sustentable de Tierras Semiáridas. PNUD. [Internet] 2019 [citado 20 ago 2024]. Red de Información para el Desarrollo Productivo (RIDES). Tecnologías aplicadas al Manejo Sustentable de Tierras Semiáridas. Disponible en: <http://rides.producciontucuman.gov.ar>
40. Olivares BO, López-Beltrán MA. Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada aplicado al territorio indígena agrícola de Kashaama, Venezuela. Cuad Investig UNED. Junio de 2019;11(2):112-21.
41. Romero PE, Reyes RR, Escalante LZ. Programa de Manejo Sostenible de Tierra en ecosistema cafetalero del municipio de Yateras, Guantánamo, Cuba. Rev ECOVIDA. 30 de abril de 2020;9 (2):254-65.
42. Salmerón López A, Geada López G, Fagil de Espinoza MC. Propuesta de un índice de diversidad funcional: Aplicación a un bosque semideciduo micrófilo de Cuba Oriental. Bosque Valdivia. 2017;38(3):457-66.
43. Silva Santamaría L, Ramírez Hernández O. (PDF) Evaluación de agroecosistemas mediante indicadores de sostenibilidad en San José de las Lajas, provincia de Mayabeque, Cuba. Luna Azul. 2017;44(44):120-52.
44. Domínguez CMI, Méndez RA, López ELE, Castro MQC. Predicción de valores límites de indicadores ambientales mediante redes neuronales artificiales en un sistema basado en ontología. Conference PaperSee discussions, stats, and author profiles for this publication [Internet] 2017;10. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/318671388>
45. Galiano de la TY Estrategia integrada de capacitación para potenciar el manejo de epifitias en el Manejo Sostenible de Tierras [Tesis en opción al título de Máster en MST]. [Camagüey]: Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz; 2017.
46. Broche AL. Especies para la reforestación sostenible de tierras degradadas en los municipios del norte de Camagüey [Tesis en opción al título de Máster en MST]. [Camagüey]: Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz; 2017.
47. Martín BJC. Polígonos para el mejoramiento y la conservación de suelo, agua y bosque en Cuba. Indicadores y procedimiento para evaluar sus impactos [Tesis en opción al título de Máster en MST]. [Camagüey]: Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz. 2017.
48. Guevara OMA, Acosta NRO, Rancel PL. Manejo Sostenible de Tierras: evaluación de los procesos degradativos de la Unidad Básica de Producción Cooperativa La Josefa. Rev Científica Agroecosistemas [Internet]. 2015 [citado 20 de agosto de 2024]; 3 (2). Disponible en: <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/1>
49. Tobasura AI, Obando FM, Alberto MF. De la conservación del suelo al cuidado de la tierra: una propuesta ético-afectiva del uso del Suelo. Ambiente & sociedade. 2015;XVIII (3):121-36.
50. Morales PMC, Sobral RE, Macana V, Volante JN, Bianchi RA. Evaluación de tierras mediante métodos paramétricos. Argentina: Ediciones INTA; 2015. 42 p. (Colección Investigación, Desarrollo e Innovación).
51. Prieto-Méndez J, Prieto-García F, Acevedo-Sandoval OA, Méndez-Marzo MA. Indicadores e índices de calidad de los suelos (ICS) cebaderos del sur del estado de Hidalgo, México. Agron Measom. Junio de 2013;24(1):83-91.
52. Castellanos E, Escriba J. Manual de Indicadores del Ambiente y los Recursos Naturales [Internet]. Guatemala; 2003 [citado 20 ago 2024]. Disponible en: <https://1library.co/document/q0xk1g-vq-manual-de-indicadores-del-ambiente-y-los-recursos-naturales.html>
53. Del Rosario SC. Diseño de un índice de sustentabilidad en agrosistemas de producción de bioenergía. Caso de estudio en el Valle de Mexicali [Tesis]. [México]: El Colegio de la Frontera Norte; 2010.
54. Martínez. QR. Manual de Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible: Avances y perspectivas para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: CEPAL; 2007. 228 p.
55. Arias F. Desarrollo sostenible y sus indicadores. Soc Econ. 2006;(11):200-29.

---

Recibido: 2/06/2024

Aprobado: 7/1/2025

---

### Recomendación

Los resultados del metaanálisis realizado fundamentan la necesidad de continuidad de la investigación y la aplicación de un modelo de gestión para la zona semiárida, donde se mejoren los indicadores ambientales, la producción agrícola sostenible, la calidad de vida de las personas y que contribuyan a la sostenibilidad del ecosistema.

### Agradecimientos

A todos los que han ayudado a desarrollar esta investigación, así como a los colaboradores de diferentes instituciones que ayudaron a lograr los resultados.

### Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses entre ellos, ni con la investigación presentada.

### Contribuciones de los autores

- Conceptualización: Alexander Fernández Velazquez
- Curación de datos: Annelis García González, Javier Pérez Capdevila
- Investigación: Alexander Fernández Velazquez
- Metodologías: Alexander Fernández Velazquez
- Administración de proyecto: Alexander Fernández Velazquez
- Supervisión: Lilliam Margarita Álvarez Díaz
- Visualización: Annelis García González
- Redacción-borrador original: Alexander Fernández Velazquez, Annelis García González
- Redacción-revisión y edición: Annelis García González, Lilliam Margarita Álvarez Díaz, Javier Pérez Capdevila

### Financiamientos

No se utilizó financiamiento específico para realizar la investigación presentada.

### Cómo citar este artículo

Fernández Velázquez A, García González A, Álvarez Díaz LM, Pérez Capdevila J. Manejo sostenible de tierras en zonas semiáridas: una revisión sobre modelos de gestión. An Acad Cienc Cuba [Internet] 2025 [citado en día, mes y año];15(1):e1604. Disponible en: <http://www.revistaccuba.cu/index.php/revacc/article/view/1604>

El artículo se difunde en acceso abierto según los términos de una licencia Creative Commons de Atribución/Reconocimiento-

NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0), que le atribuye la libertad de copiar, compartir, distribuir, exhibir o implementar sin permiso, salvo con las siguientes condiciones: reconocer a sus

autores (atribución), indicar los cambios que haya realizado y no usar el material con fines comerciales (no comercial).

© Los autores, 2024.

