Revista del Caribe Nicaragüense

https://revistas.bicu.edu.ni/index.php/wani

Núm. 85 | julio - diciembre, 2026 | e23981

Modelo de gestión para la reconversión agroecológica hacia agroecosistemas sostenibles y resilientes: una aproximación territorial

Management model for agroecological transition towards sustainable and resilient agroecosystems: a territorial approach

https://doi.org/10.5377/wani.v1i85.23981

Roberto Armando Ramos Andino*[1] robertoramosandino02@gmail.com

Noemí del Carmen Obregón[1] noeobregon67@gmail.com

[1]Universidad Nacional Francisco Luis Espinoza Pineda UNFLEP, Estelí, Nicaragua
Autor de correspondencia

Fecha de Recepción: *09-06-2026*
Fecha de Aprobación: *12-11-2026*

ISSN 1813-369X
e-ISSN 2308-7862

Para citar en APA: Ramos Andino, R. A., & Obregón, N. del C. (2026). Modelo de gestión para la reconversión agroecológica hacia agroecosistemas sostenibles y resilientes: una aproximación territorial. *Wani*, 85, e23981. https://doi.org/10.5377/wani.v1i85.23981

RESUMEN

La reconversión agroecológica constituye una estrategia para fortalecer el desarrollo rural, la biodiversidad y la sostenibilidad de la producción agrícola. El objetivo del estudio fue proponer un modelo de gestión para orientar la reconversión agroecológica hacia agroecosistemas sostenibles y resilientes en Estelí, Nicaragua. La propuesta se fundamentó en la teoría general de sistemas, aplicada al enfoque sistémico de los agroecosistemas, los niveles de transición agroecológica y los diez elementos de la agroecología. Se desarrolló un estudio mixto, descriptivo-propositivo, no experimental y longitudinal en 20 agroecosistemas durante 2024–2026. La información se obtuvo mediante revisión documental, observación directa y aplicación del Instrumento para la Evaluación del Desempeño Agroecológico (TAPE), específicamente la Caracterización de la Transición Agroecológica (CAET). Se realizaron entrevistas a productores y actores institucionales, así como un grupo focal para contrastar los hallazgos. Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva, prueba de Wilcoxon para muestras apareadas, correlación de Spearman y análisis de factores internos y externos. Posteriormente, el modelo fue sometido a valoración técnica de cuatro expertos. El CAET promedio aumentó de 60.11 % a 66.44 % ($p < 0.0001$), mientras que las fincas agroecológicas pasaron de una a cuatro. Se identificó una asociación positiva entre las prácticas agroecológicas y el CAET ($\rho = 0.95$; $p < 0.0001$). El modelo integra diagnóstico, planificación, seis componentes funcionales, seis ejes transversales y retroalimentación, proporcionando una ruta metodológica adaptable para orientar decisiones territoriales.

Palabras clave: biodiversidad, desarrollo rural, participación comunitaria, planificación, producción agrícola

ABSTRACT

Agroecological transition represents a strategy to strengthen rural development, biodiversity, and the sustainability of agricultural production. The objective of the study was to propose a management model to guide agroecological transition toward sustainable and resilient agroecosystems in Estelí, Nicaragua. The proposal was grounded in general systems theory, applied to the systemic approach to agroecosystems, the levels of agroecological transition, and the ten elements of agroecology. A mixed-methods, descriptive-propositional, non-experimental, longitudinal study was conducted in 20 agroecosystems during 2024–2026. Data were collected through a literature review, direct observation, and application of the Tool for Agroecology Performance Evaluation (TAPE), specifically the Characterization of Agroecological Transition (CAET). Interviews with farmers and institutional stakeholders and a focus group were conducted to discuss the findings. Data were analyzed using descriptive statistics, the Wilcoxon signed-rank test for paired samples, Spearman's rank correlation, and an analysis of internal and external factors. Subsequently, the model underwent technical assessment by four experts. The mean CAET increased from 60.11 % to 66.44 % ($p < 0.0001$), while the number of agroecological farms increased from one to four. A strong positive association was identified between agroecological practices and CAET ($\rho = 0.95$; $p < 0.0001$). The model integrates diagnosis, planning, six functional components, six cross-cutting axes, and feedback mechanisms, providing an adaptable methodological framework to guide territorial decision-making.

Keywords: agricultural production, biodiversity, community participation, planning, rural development

INTRODUCCIÓN

La agricultura rural enfrenta presiones derivadas de la degradación ambiental, la variabilidad climática, la pérdida de biodiversidad, la dependencia de insumos externos y la fragilidad económica de las familias productoras. En Nicaragua, particularmente en zonas vinculadas al Corredor Seco Centroamericano, estas condiciones se manifiestan en limitaciones hídricas, pérdida de fertilidad del suelo y vulnerabilidad de los medios de vida rurales. Este escenario exige sistemas productivos que integren sostenibilidad ecológica, viabilidad económica, resiliencia socioecológica y articulación territorial (Vishwakarma & Ranjan, 2024).

En América Latina y el Caribe, la variabilidad climática y los eventos extremos afectan la seguridad alimentaria, la productividad agrícola, las cadenas de suministro y los medios de vida rurales (FAO et al., 2025a). Asimismo, el incremento de los precios de los alimentos limita el acceso a dietas adecuadas y aumenta la vulnerabilidad de los hogares de menores ingresos (FAO et al., 2025b). Ante estas condiciones, fortalecer la resiliencia de los sistemas agroalimentarios resulta estratégico para sostener la producción y el acceso a alimentos frente a perturbaciones climáticas y económicas.

La agroecología trasciende la sustitución de insumos y la adopción de prácticas aisladas, constituyendo un enfoque científico, práctico y socioterritorial para transformar los sistemas agroalimentarios. Sus principios integran dimensiones ecológicas, sociales, económicas e institucionales mediante la diversidad, sinergias, eficiencia, reciclaje, resiliencia, intercambio de conocimientos, valores humanos, cultura alimentaria, gobernanza responsable y economía circular y solidaria (FAO, 2018; FAO, 2020; Wezel et al., 2020).

Desde esta perspectiva, la reconversión agroecológica constituye un proceso gradual y multidimensional mediante el cual los agroecosistemas avanzan desde manejos convencionales hacia sistemas diversificados, autónomos y resilientes. Esta transición comprende la sustitución de insumos, el rediseño productivo y la reorganización de las relaciones entre producción, ambiente, familia, comunidad, mercados e instituciones locales (Altieri & Nicholls, 2020; Altieri et al., 2015; Barrios et al., 2020; Wezel et al., 2020).

En este sentido, la dimensión territorial resulta esencial porque la finca forma parte de un sistema socioecológico donde interactúan recursos naturales, familias productoras, instituciones, mercados y organizaciones comunitarias. Por tanto, la sostenibilidad depende tanto de las prácticas productivas como de las condiciones sociales, económicas e institucionales que favorecen la transición. Sin embargo, este enfoque demanda procesos multiactor y multiescala capaces de responder a la complejidad de los territorios rurales (HLPE, 2019; Barrios et al., 2020).

La investigación se sustenta en la teoría general de sistemas de Bertalanffy (1968), que permite comprender los agroecosistemas como unidades integradas por componentes ecológicos, productivos, económicos, sociales e institucionales en interacción permanente. Este fundamento se articula con los niveles de transición agroecológica de Gliessman (2015) y los diez elementos de la agroecología de la FAO (2018), proporcionando una base teórica para interpretar la reconversión como un proceso multidimensional. Su integración orienta la construcción del modelo de gestión mediante el diagnóstico, la planificación, la articulación territorial y la retroalimentación, considerando las relaciones entre los componentes del agroecosistema (Mottet et al., 2020; Wezel et al., 2020).

Los antecedentes evidencian que la evaluación del desempeño agroecológico permite identificar potencialidades, limitaciones y trayectorias de transición. Zulaica et al. (2021) destacan su utilidad para orientar políticas y estrategias de sostenibilidad, mediante la aplicación del Instrumento para la Evaluación del Desempeño Agroecológico (TAPE). Complementariamente, los modelos de gestión proporcionan estructuras para organizar el diagnóstico, orientar decisiones y establecer procesos de mejora continua (Huertas López et al., 2020).

En Nicaragua, la Ley N.º 765 de Fomento a la Producción Agroecológica u Orgánica y la NTON 11 037-12 proporcionan un marco normativo para promover sistemas de producción sostenibles (Asamblea Nacional de Nicaragua, 2011). La investigación se vincula estratégicamente con el Plan Nacional de Lucha contra la Pobreza y para el Desarrollo Humano 2022–2026, particularmente con los lineamientos VII, VIII y XI, orientados al fortalecimiento de la producción agropecuaria, la economía familiar y la adaptación al cambio climático. Esta vinculación se expresa en la propuesta de un modelo de gestión que integra diversificación productiva, conservación de recursos naturales, fortalecimiento de capacidades y articulación territorial (Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional [GRUN], 2021). A escala internacional, la propuesta se relaciona con la Agenda 2030, particularmente con los ODS 2 (hambre cero), 12 (producción y consumo responsables), 13 (acción por el clima) y 15 (vida de ecosistemas terrestres), mediante la diversificación, la gestión de recursos y la articulación territorial (Naciones Unidas, 2015).

El interés de esta investigación radica en transformar los resultados de la evaluación agroecológica en una herramienta de gestión que oriente sistemáticamente la reconversión de los agroecosistemas. Su aporte consiste en proporcionar una ruta metodológica para la planificación, toma de decisiones, acompañamiento técnico, seguimiento y articulación territorial, generando información útil para productores, investigadores e instituciones vinculadas con la sostenibilidad agrícola y alimentaria.

Aunque la evaluación agroecológica permite identificar avances, limitaciones y tipologías de sostenibilidad, persiste la necesidad de instrumentos que traduzcan estos diagnósticos en planes de reconversión, acciones de acompañamiento, seguimiento y escalamiento territorial. Esta articulación resulta fundamental para superar el carácter descriptivo de la evaluación y promover procesos organizados y sostenidos de transformación agroecológica.

Ante esta situación, se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿qué componentes y relaciones debe integrar un modelo de gestión para orientar la reconversión agroecológica de agroecosistemas sostenibles y resilientes, a partir de su desempeño multidimensional y de los factores internos y externos del territorio? La propuesta se sustenta en el enfoque sistémico de los agroecosistemas, la transición por niveles de Gliessman, los diez elementos de la agroecología de la FAO y la evaluación TAPE-CAET (FAO, 2019; Mottet et al., 2020; Wezel et al., 2020).

En correspondencia con esta necesidad, el presente artículo tiene como objetivo proponer un modelo de gestión para la reconversión agroecológica hacia agroecosistemas sostenibles y resilientes desde una aproximación territorial, considerando la evaluación del desempeño agroecológico de 20 agroecosistemas del departamento de Estelí, Nicaragua, durante el período 2024–2026.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló bajo un enfoque mixto, con alcance descriptivo-propositivo y diseño no experimental, longitudinal, retrospectivo y prospectivo. Se estableció una ponderación metodológica del 70 % para el componente cuantitativo y del 30 % para el cualitativo, considerando la función de ambos en el cumplimiento del objetivo de investigación.

El componente cuantitativo permitió analizar y comparar el desempeño agroecológico de 20 agroecosistemas evaluados en 2024 y 2026 mediante el índice de Caracterización Agroecológica de la Transición (CAET), mientras que el componente cualitativo permitió interpretar los factores internos y externos vinculados con la reconversión agroecológica y sustentar la construcción del modelo de gestión. El alcance descriptivo permitió caracterizar los cambios observados en el desempeño y las tipologías de transición agroecológica, mientras que el componente propositivo orientó la formulación del modelo de gestión desde una aproximación territorial.

La unidad de análisis estuvo constituida por 20 agroecosistemas distribuidos en los municipios de Estelí (8), San Juan de Limay (4) y Pueblo Nuevo (8). Los criterios de selección incluyeron agroecosistemas previamente diagnosticados en 2024 mediante la metodología TAPE, con el propósito de realizar seguimiento comparativo a los procesos de transición agroecológica y reevaluar el desempeño agroecológico durante 2026. Cada agroecosistema constituyó una unidad socioecológica integrada por componentes productivos, ambientales, familiares, económicos, culturales e institucionales. Esta comprensión parte del enfoque agroecológico, el cual plantea que

la sostenibilidad debe analizarse desde la interacción entre la dimensión ecológica y la dimensión social de los sistemas productivos (Gliessman, 2015; HLPE, 2019).
El desempeño agroecológico se evaluó mediante el índice de Caracterización Agroecológica de la Transición (CAET). Este índice permitió valorar el nivel de avance de los agroecosistemas hacia principios agroecológicos, así como identificar cambios en las tipologías de sostenibilidad. La CAET se relaciona con herramientas de evaluación agroecológica que permiten generar evidencias sobre las transiciones hacia sistemas agrícolas y alimentarios sostenibles (FAO, 2019; Mottet *et al*., 2020).

La variable central del artículo fue el modelo de gestión para la reconversión agroecológica hacia agroecosistemas sostenibles y resilientes, analizada mediante tres subvariables: (a) fundamentos y ejes transversales que incluyen principios agroecológicos, enfoque sistémico y territorial, gestión del conocimiento, intercambio de saberes, inclusión e innovación; (b) estructura y funcionamiento, integrados por diagnóstico, proceso de gestión, salidas y retroalimentación; y (c) pertinencia y aplicabilidad territorial, valoradas según las necesidades identificadas y criterios técnicos. Los resultados del CAET, las prácticas agroecológicas y los factores internos y externos constituyeron evidencias diagnósticas para diseñar el modelo. Los instrumentos TAPE conservaron sus escalas originales y los complementarios fueron sometidos a juicio de expertos.

El estudio se estructuró en cuatro etapas metodológicas articuladas entre sí. En la primera etapa, se analizaron los valores globales del Índice de Caracterización Agroecológica de la Transición (CAET) correspondientes a los años 2024 y 2026. En la segunda etapa, se identificó la movilidad de los agroecosistemas hacia tipologías de mayor sostenibilidad. En la tercera etapa, los resultados fueron interpretados desde los principios de la transición agroecológica, la resiliencia socioecológica y la gestión territorial. Finalmente, en la cuarta etapa, se diseñó el modelo de gestión para la reconversión agroecológica hacia agroecosistemas sostenibles y resilientes desde una aproximación territorial.

La construcción del modelo se realizó mediante análisis sistémico, considerando cuatro componentes funcionales: entradas, proceso de gestión de la reconversión agroecológica, salidas y retroalimentación. Esta lógica permitió interpretar la reconversión agroecológica como un proceso dinámico, gradual y multidimensional, donde los cambios técnicos deben articularse con dimensiones ecológicas, económicas, socioculturales, organizativas e institucionales.

La recopilación de información se desarrolló secuencialmente, iniciando con la revisión documental para fundamentar el modelo de gestión. Posteriormente, se aplicó el Instrumento para la Evaluación del Desempeño Agroecológico (TAPE), complementado con observación directa, para diagnosticar las condiciones y niveles de transición de los agroecosistemas. Seguidamente, se realizaron entrevistas a productores y actores institucionales para identificar factores internos y externos de la reconversión. Finalmente, mediante un grupo focal se contrastaron los hallazgos y se obtuvieron aportes para la construcción del modelo.

La información se integró mediante triangulación de los resultados del CAET de 2024 y 2026, la observación directa, las entrevistas, la revisión documental y el grupo focal. Los datos cuantitativos se procesaron mediante estadística descriptiva, prueba de Wilcoxon para muestras apareadas y correlación de Spearman. La información cualitativa se codificó en categorías relacionadas con

factores internos y externos, identificando fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas vinculadas con la reconversión agroecológica. La integración de ambos componentes permitió contrastar los hallazgos y fundamentar la estructura del modelo de gestión, considerando las particularidades productivas, socioculturales y territoriales de los agroecosistemas estudiados.

A partir de la integración de los resultados del desempeño agroecológico, los factores internos y externos y las dinámicas territoriales identificadas, se definieron los componentes y relaciones funcionales del modelo de gestión. Posteriormente, la propuesta conceptual y metodológica fue sometida a revisión técnica de cuatro expertos vinculados con agroecología, gestión territorial y sostenibilidad de agroecosistemas. Este proceso permitió valorar la coherencia interna del modelo, la pertinencia de sus componentes funcionales y su aplicabilidad metodológica para orientar procesos de reconversión agroecológica en territorios rurales.

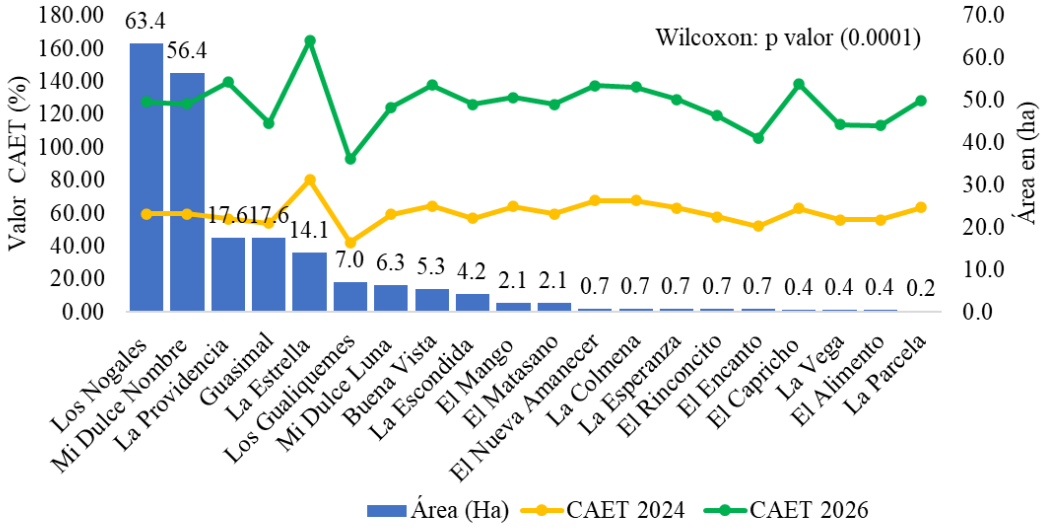
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evolución del desempeño agroecológico

Los resultados evidenciaron una mejora del desempeño agroecológico en los 20 agroecosistemas evaluados entre 2024 y 2026 (Figura 1). El índice de Caracterización Agroecológica de la Transición (CAET) presentó un promedio de 60.11 % en 2024 y alcanzó 66.44 % en 2026, equivalente a un incremento de 6.33 puntos porcentuales. La comparación mediante la prueba de Wilcoxon para muestras apareadas mostró diferencias estadísticamente significativas entre ambos períodos ($Z = 3.92$; $p < 0.0001$), lo que evidencia un avance en el desempeño agroecológico de los agroecosistemas durante el período evaluado.

Figura 1

Reconversión del desempeño agroecológico de los agroecosistemas evaluados según el índice CAET, 2024–2026.



Nota. CAET: Caracterización de la Transición Agroecológica. Prueba de Wilcoxon para muestras apareadas: $Z = 3.92$; $p < 0.0001$.

El aumento del CAET se interpreta como un avance en la incorporación progresiva de prácticas y principios agroecológicos en los agroecosistemas evaluados. Entre los posibles factores asociados a esta mejora se encuentran la diversificación productiva, la conservación del suelo y del agua, el reciclaje de biomasa, el aprovechamiento de recursos locales, la integración de componentes agrícolas y pecuarios, así como la reducción gradual de la dependencia de insumos externos. Estos elementos coinciden con los principios agroecológicos relacionados con la diversidad, el reciclaje, la eficiencia, las sinergias, la reducción de insumos y la resiliencia, fundamentales para orientar las transiciones hacia sistemas agrícolas más sostenibles (Wezel et al., 2020).

En términos metodológicos, el incremento del CAET también evidencia la importancia de contar con instrumentos que permitan monitorear la transición agroecológica de manera integral. Para ello, la evaluación agroecológica no debe limitarse a describir el estado de un sistema productivo, sino que debe generar información útil para orientar decisiones, priorizar intervenciones, identificar brechas de sostenibilidad y promover procesos de mejora continua. En este sentido, Mottet et al. (2020) señalan que la evaluación del desempeño agroecológico permite analizar las transiciones hacia sistemas sostenibles desde una perspectiva multidimensional, considerando dimensiones productivas, ambientales, sociales, económicas y de gobernanza.

Prácticas agroecológicas asociadas con el proceso de reconversión

En los 20 agroecosistemas estudiados, las cercas vivas y prácticas de conservación de suelo y agua alcanzaron el 100 % de adopción, mientras que el riego por goteo registró 40 % y los abonos verdes y huertos familiares 50 %. Estas diferencias evidencian distintos niveles de incorporación de prácticas sostenibles, cuya importancia ambiental ha sido documentada en sistemas agroforestales de Nicaragua (Ortega Tórrez et al., 2023).

La tabla 1 muestra una correlación positiva muy fuerte entre el número de prácticas agroecológicas y el CAET de 2026 ($\rho = 0.95$; $p < 0.0001$), lo que sugiere que la diversificación de prácticas se relaciona con mayores niveles de transición. Este hallazgo fundamenta estrategias integradas de conservación, diversificación y reciclaje dentro del modelo de gestión (El Mujtar et al., 2023; Maughan & Anderson, 2023).

Sin embargo, esta asociación no demuestra causalidad ni identifica el efecto individual de cada práctica. Por tanto, el modelo debe considerar las capacidades económicas, técnicas y ambientales de cada finca, promoviendo decisiones diferenciadas y seguimiento continuo para fortalecer la reconversión agroecológica (Zulaica et al., 2021; Vishwakarma & Ranjan, 2024).

Tabla 1

Prácticas agroecológicas y decisiones de gestión en 20 agroecosistemas

Práctica	Frecuencia (n = 20)	Aporte y decisión de gestión
Cercas vivas y barreras naturales	20/20 (100 %)	Protección y conectividad ecológica; evaluar su estado y funcionalidad.
Conservación de suelo y agua	20/20 (100 %)	Base transversal del manejo; verificar técnicas, mantenimiento y resultados.

Práctica	Frecuencia (n = 20)	Aporte y decisión de gestión
Abonos orgánicos	18/20 (90 %)	Reciclaje de nutrientes y manejo de fertilidad; evaluar dosis y calidad.
Aprovechamiento de residuos y estiércol	18/20 (90 %)	Cierre de ciclos de biomasa; fortalecer compostaje y manejo sanitario.
Reforestación	18/20 (90 %)	Cobertura vegetal y servicios ecosistémicos; evaluar supervivencia y especies.
Rotación de cultivos	17/20 (85 %)	Diversificación temporal; verificar secuencias y adecuación al suelo.
Bioplaguicidas	17/20 (85 %)	Alternativas de manejo fitosanitario; documentar eficacia y seguridad.
Huertos familiares	10/20 (50 %)	Diversificación alimentaria potencial; no se cuantificó su aporte nutricional.
Abonos verdes	10/20 (50 %)	Cobertura y aporte de biomasa; valorar agua, semillas y manejo.
Riego por goteo	8/20 (40 %)	Manejo eficiente del agua donde resulte viable; valorar costo y disponibilidad.
Conjunto de prácticas y desempeño	Spearman $\rho = 0.95$; $p = < 0.0001$; $n = 20$	Asociación global positiva; no prueba cual práctica produjo el cambio de tipología.

Movilidad hacia tipologías de mayor sostenibilidad

En los 20 agroecosistemas evaluados se registró una redistribución de las tipologías de transición entre 2024 y 2026. Inicialmente, 11 fincas se clasificaron en transición inicial, siete en transición agroecológica, una como agroecológica y una como convencional con elementos de sostenibilidad. En la segunda medición, cuatro permanecieron en transición inicial, 12 se ubicaron en transición y cuatro alcanzaron la categoría agroecológica, sin registros en la categoría convencional. Este comportamiento coincidió con el incremento del CAET promedio de 60.11 % a 66.44 %, equivalente a 6.33 puntos porcentuales. En conjunto, los datos muestran una mejora de la distribución agregada de los sistemas, aunque no permiten identificar por sí solos la trayectoria individual de cada finca.

La variación observada sugiere que la reconversión agroecológica constituye un proceso progresivo y heterogéneo, en el cual las prácticas productivas interactúan con capacidades familiares, disponibilidad de recursos y condiciones territoriales. El contraste entre las mediciones CAET, la observación de campo y los aportes de entrevistas y grupo focal permite interpretar la movilidad de las tipologías como una señal de avance multidimensional, más que como un simple cambio de clasificación. Esta interpretación concuerda con Mottet et al. (2020), quienes plantean una evaluación integrada del desempeño agroecológico, y con El Mujtar et al. (2023), que identificaron en fincas nicaragüenses la importancia de los factores contextuales para comprender las trayectorias de transición.

En el ámbito de la gestión, el aumento de fincas en categorías superiores representa un resultado favorable, pero no demuestra que la transición esté consolidada ni que una práctica específica haya causado el cambio. Persisten desafíos que el modelo debe abordar mediante diagnósticos diferenciados, fortalecimiento organizativo, intercambio de conocimientos, articulación institucional y seguimiento periódico de indicadores. En este sentido, la evidencia respalda la pertinencia de un modelo con planificación, acompañamiento y retroalimentación territorial, mientras que su efectividad deberá comprobarse durante la implementación. Esta lectura es consistente con la necesidad de fortalecer redes de conocimiento e intermediación en Nicaragua descrita por Schiller et al. (2023) y con los enfoques participativos de Guzmán Luna et al. (2022).

Fundamento del modelo de gestión

El modelo de gestión para la reconversión agroecológica se fundamenta en los resultados obtenidos en 20 agroecosistemas de Estelí, donde el índice CAET aumentó de 60.11 % en 2024 a 66.44 % en 2026, acompañado de cambios favorables en las tipologías de transición. Estos hallazgos proporcionan una base cuantitativa para orientar decisiones estratégicas relacionadas con la sostenibilidad, la resiliencia y el fortalecimiento de las capacidades productivas y organizativas (FAO, 2019; Mottet et al., 2020).

La Tabla 2 muestra los principales resultados de la evaluación agroecológica y su vinculación con las decisiones estratégicas del modelo de gestión. Su interpretación evidencia la necesidad de articular los principios agroecológicos, el enfoque sistémico, la gestión del conocimiento, el intercambio de saberes, la equidad de género y la innovación territorial. Estos fundamentos permiten vincular el diagnóstico con la planificación, el acompañamiento técnico y el seguimiento, mediante estrategias diferenciadas según las condiciones de cada agroecosistema (HLPE, 2019; Wezel et al., 2020).

Tabla 2

Resultados agroecológicos y decisiones estratégicas de gestión

Hallazgo de campo	Interpretación	Aplicación al modelo
CAET: 60.11 % - 66.44 %	Avance significativo 2024–2026	Monitoreo periódico y ajuste de planes
Tipología agroecológica: 1 - 4 fincas	Movilidad favorable pero heterogénea	Rutas diferenciadas por nivel
Prácticas y CAET: $r_s = 0.95$	Asociación positiva, no causal	Diversificación y acompañamiento técnico
Economía circular y CAET: $r \approx 0.69$	Vínculo entre gestión de recursos y transición	Reciclaje, aprovechamiento local y circuitos cortos

No obstante, la heterogeneidad de los agroecosistemas exige evitar estrategias uniformes y reconocer las capacidades y limitaciones de cada unidad productiva. Por ello, el modelo integra mecanismos de participación, monitoreo y mejora continua, transformando los resultados de la evaluación en orientaciones de gestión adaptables al contexto territorial. Asimismo, las asociaciones estadísticas identificadas sustentan la pertinencia de las decisiones propuestas, aunque no permiten establecer relaciones causales entre las prácticas implementadas y los avances observados.

Principios agroecológicos como base de la reconversión

Los 20 agroecosistemas evaluados registraron un incremento del CAET medio de 60.11 % en 2024 a 66.44 % en 2026, equivalente a 6.33 puntos porcentuales. Asimismo, la observación de campo identificó medidas de conservación de suelo y agua, cercas vivas, diversificación y aprovechamiento de recursos orgánicos, aunque su adopción no fue uniforme. Estos resultados cuantitativos se contrastaron con entrevistas y espacios participativos para situar las prácticas dentro de las condiciones de manejo de las familias productoras.

El incremento del CAET y la adopción diferenciada de prácticas evidencian que los principios agroecológicos constituyen criterios de gestión adaptables a los recursos y capacidades de cada agroecosistema. La diversidad, el reciclaje, la eficiencia, las sinergias, la resiliencia, la reducción de insumos externos, la co-creación de conocimientos, la gobernanza responsable y la economía circular orientan decisiones hacia sistemas sostenibles y socialmente justos (Wezel et al., 2020; Maughan & Anderson, 2023). Asimismo, experiencias participativas en cooperativas de Nicaragua y México destacan la importancia de integrar prácticas, saberes locales y organización comunitaria para fortalecer la transición agroecológica (Guzmán Luna et al., 2022).

El cambio favorable del CAET no demuestra que un principio individual haya causado la mejora ni que todas las prácticas tengan idéntico efecto. Por ello, el modelo debe convertir los principios en metas verificables, priorizadas por diagnóstico y acompañadas de seguimiento técnico y social. La discusión científica reconoce la necesidad de contextualizar las transiciones y evitar transferencias mecánicas de paquetes tecnológicos entre fincas con restricciones distintas (Gliessman, 2015; Vishwakarma & Ranjan, 2024).

Enfoque sistémico del agroecosistema y territorialidad

La categoría agroecológica pasó de una a cuatro unidades y la de transición de siete a doce entre 2024 y 2026; simultáneamente, las unidades de transición inicial disminuyeron de once a cuatro. El análisis de los factores internos y externos, complementado con las entrevistas, permitió identificar condiciones relacionadas con los recursos familiares, la organización comunitaria, el acceso a mercados y la articulación institucional. Estos resultados evidencian trayectorias diferenciadas de reconversión agroecológica entre los 20 agroecosistemas estudiados, aun cuando comparten un mismo contexto territorial.

La movilidad entre tipologías sugiere que la transición agroecológica está relacionada con capacidades familiares, condiciones socioeconómicas y factores institucionales. Desde el enfoque sistémico, el agroecosistema constituye una unidad socioecológica donde interactúan componentes naturales, productivos, económicos, culturales e institucionales. Por ello, la gestión territorial requiere integrar diagnóstico predial, participación comunitaria, intercambio de conocimientos y acompañamiento institucional (El Mujtar et al., 2023; Gliessman, 2015; HLPE, 2019; Maughan & Anderson, 2023).

Al examinar el alcance de los hallazgos, los resultados de los 20 agroecosistemas no son estadísticamente representativos de todas las fincas de Estelí ni permiten establecer relaciones causales con intervenciones institucionales específicas. No obstante, proporcionan fundamentos para un modelo de gestión adaptable a diferentes niveles de transición, considerando las

particularidades socioambientales, las capacidades organizativas y la coordinación entre actores. Así, el modelo constituye una herramienta de planificación, articulación y seguimiento orientada a decisiones contextualizadas y procesos de mejora continua (Zulaica et al., 2021; Vishwakarma & Ranjan, 2024).

Gestión del conocimiento para la toma de decisiones

La gestión del conocimiento es un elemento fundamental del modelo de reconversión agroecológica, al transformar los resultados del diagnóstico en información para la planificación, el seguimiento y la mejora continua. En los 20 agroecosistemas estudiados, la aplicación del CAET mediante TAPE permitió identificar niveles de transición, fortalezas y brechas de sostenibilidad. Entre 2024 y 2026, el índice promedio aumentó de 60.11 % a 66.44 %, proporcionando evidencia cuantitativa para orientar decisiones estratégicas mediante indicadores multidimensionales (FAO, 2019; Mottet et al., 2020).

Estos resultados destacan la importancia de integrar evidencia científica, conocimientos técnicos y saberes campesinos para formular acciones contextualizadas. La evaluación agroecológica, el análisis de factores internos y externos y las entrevistas permiten articular diagnóstico, clasificación tipológica, planificación, implementación, monitoreo y retroalimentación, favoreciendo el aprendizaje colectivo y la toma de decisiones participativa según las capacidades organizativas y dinámicas territoriales (Méndez et al., 2013; Maughan & Anderson, 2023).

A la luz de los resultados, la información diagnóstica no garantiza por sí sola transformaciones sostenibles, pues su utilidad depende de la apropiación y aplicación por los productores. Por ello, el modelo incorpora sistematización de experiencias, acompañamiento técnico, aprendizaje participativo y seguimiento de indicadores, vinculando el diagnóstico con acciones de reconversión y fortalecimiento de capacidades locales (HLPE, 2019; Wezel et al., 2020).

Intercambio de saberes y co-creación de aprendizajes

El intercambio de saberes representa un componente importante del modelo de gestión, al reconocer a las familias productoras como protagonistas de la reconversión agroecológica. Las entrevistas y el análisis de factores internos y externos permitieron identificar conocimientos locales, experiencias productivas y capacidades organizativas que, integradas con saberes técnicos y científicos, favorecen soluciones adaptadas al territorio (Méndez et al., 2013; HLPE, 2019).

En el modelo propuesto, esta integración se desarrolla mediante talleres participativos, escuelas de campo, intercambios finca a finca y análisis colectivo de los resultados del CAET. Estas estrategias facilitan el aprendizaje compartido, la apropiación de innovaciones y el fortalecimiento de capacidades locales para sostener la transición agroecológica (Maughan & Anderson, 2023; Wezel et al., 2020).

En cuanto a su aplicabilidad, la efectividad del intercambio de saberes requiere participación equitativa, reconocimiento del conocimiento campesino y continuidad del aprendizaje. Por ello, el modelo promueve relaciones horizontales entre productores, técnicos e instituciones, fortaleciendo la autonomía, la innovación colectiva y la adaptación territorial, cuya efectividad deberá valorarse durante su implementación y seguimiento (Gliessman, 2015; HLPE, 2019).

Inclusión y equidad de género en la reconversión agroecológica

La inclusión y equidad de género constituyen ejes transversales del modelo de gestión, al reconocer la participación diferenciada de mujeres, hombres y jóvenes en la producción, conservación de semillas, manejo de la biodiversidad y transmisión de conocimientos. La reconversión agroecológica requiere garantizar condiciones equitativas de acceso a recursos, participación y toma de decisiones, fortaleciendo la justicia social y la sostenibilidad territorial (HLPE, 2019; Zaremba et al., 2021).

En el modelo propuesto, este enfoque se integra en el diagnóstico, la planificación participativa, la implementación, el monitoreo y la evaluación, promoviendo responsabilidades compartidas y oportunidades de liderazgo. Estas acciones favorecen la cohesión comunitaria y la apropiación de las estrategias de reconversión agroecológica (Wezel et al., 2020; Zaremba et al., 2021).

Al considerar las condiciones de equidad, la participación productiva no garantiza igualdad en el acceso a recursos y decisiones. Por ello, el modelo contempla mecanismos de inclusión, formación y representación, así como indicadores desagregados por sexo y edad para identificar desigualdades y verificar avances hacia una gestión agroecológica equitativa y sostenible (HLPE, 2019; Wezel et al., 2020).

Innovación y transferencia para el escalamiento territorial

La innovación agroecológica es un componente estratégico del modelo de gestión, al integrar procesos técnicos, ecológicos y organizativos para fortalecer la sostenibilidad. Los resultados del CAET en las 20 fincas evidenciaron avances diferenciados e identificaron prácticas con potencial de adaptación territorial, sustentadas en la experimentación local, el intercambio de conocimientos y la mejora continua (HLPE, 2019; Mottet et al., 2020).

En el modelo propuesto, la innovación y transferencia se articulan mediante redes de productores, intercambios finca a finca, asistencia técnica y alianzas institucionales, favoreciendo el aprendizaje colectivo, la adaptación de prácticas y el fortalecimiento de capacidades locales para ampliar la reconversión agroecológica (Wezel et al., 2020).

Respecto a las posibilidades de escalamiento, el escalamiento territorial requiere adaptar las prácticas a los recursos, capacidades y condiciones socioambientales de cada territorio. En consecuencia, el modelo incorpora seguimiento, validación participativa y articulación institucional para valorar su aplicabilidad y sostenibilidad antes de promover su expansión (HLPE, 2019; Mottet et al., 2020).

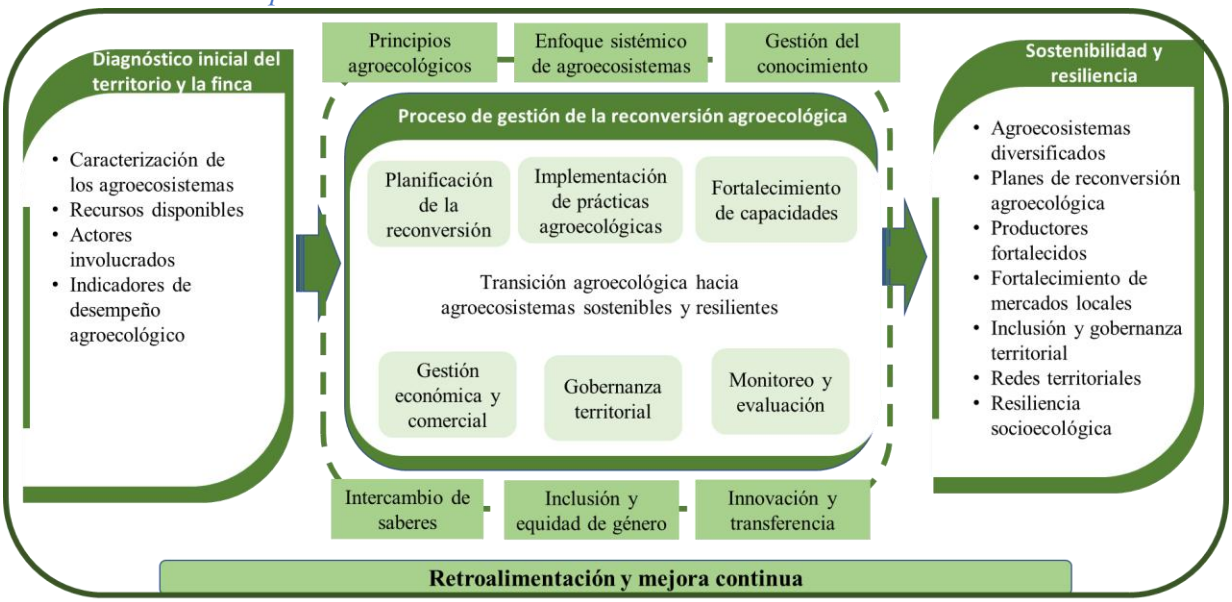
Estructura y funcionamiento del modelo de gestión

La Figura 2 presenta la estructura del modelo de gestión para la reconversión agroecológica, organizado como un sistema dinámico de tres momentos interrelacionados: diagnóstico inicial del territorio y la finca (entrada), gestión de la reconversión agroecológica (proceso) y sostenibilidad y resiliencia (salida). El diagnóstico comprende la caracterización de los agroecosistemas, identificación de recursos y actores, y evaluación mediante TAPE/CAET, que permite establecer una línea base para orientar las decisiones.

El proceso integra seis componentes funcionales: planificación de la reconversión, implementación de prácticas agroecológicas, fortalecimiento de capacidades, gestión económica y comercial, gobernanza territorial, y monitoreo y evaluación. Esta estructura responde a una concepción multidimensional de la transición agroecológica (FAO, 2019; Gliessman, 2015; Mottet et al., 2020; Wezel et al., 2020).

Figura 2

Propuesta del modelo de gestión para la reconversión agroecológica de agroecosistemas sostenibles y resilientes desde una aproximación territorial



La articulación de estos componentes permite transformar el diagnóstico en rutas diferenciadas de reconversión, mediante la diversificación productiva, conservación de recursos, formación de productores, fortalecimiento de mercados locales y coordinación institucional. El modelo incorpora seis ejes transversales: principios agroecológicos, enfoque sistémico y territorial, gestión del conocimiento, intercambio de saberes, inclusión y equidad de género, e innovación y transferencia territorial. Su interacción favorece la planificación participativa, el aprendizaje colectivo y la adaptación de estrategias según las condiciones socioecológicas, económicas y organizativas de cada agroecosistema (Altieri & Nicholls, 2017; HLPE, 2019; Tittonell, 2020).

Por otra parte, la funcionalidad del modelo depende de la articulación efectiva entre productores, organizaciones e instituciones, así como de mecanismos permanentes de seguimiento y retroalimentación. Por consiguiente, las salidas propuestas: agroecosistemas diversificados, planes de reconversión, capacidades fortalecidas, mercados locales dinamizados, así como la gobernanza y resiliencia socioecológica, constituyen resultados esperados cuya materialización requiere implementación y evaluación.

El CAET facilita el seguimiento de los avances y la identificación de ajustes, evitando concebir la reconversión como un proceso lineal o uniforme. De este modo, el modelo ofrece una estructura adaptable para orientar decisiones territoriales y procesos de mejora continua, sin asumir que su eficacia haya sido demostrada experimentalmente (FAO, 2019; Mottet et al., 2020; Wezel et al., 2020).

Aportes del modelo desde la reconversión agroecológica y la territorialidad

El modelo de gestión propone una ruta metodológica integral y territorial para la reconversión agroecológica, transformando los resultados del diagnóstico CAET en decisiones, planes de acción, seguimiento y retroalimentación, más allá de una evaluación descriptiva (FAO, 2019; Mottet et al., 2020).

Desde la reconversión agroecológica, promueve la diversificación productiva, conservación del suelo y agua, reciclaje de nutrientes, integración animal-vegetal y reducción de insumos externos, fortaleciendo la autonomía, sostenibilidad y resiliencia de los agroecosistemas (Wezel et al., 2020).

Desde la territorialidad, articula familias productoras, organizaciones comunitarias, instituciones, mercados y saberes locales mediante mecanismos de gobernanza y corresponsabilidad (HLPE, 2019; Gliessman, 2015). Asimismo, incorpora la gestión del conocimiento, innovación, equidad de género y aprendizaje colectivo para fortalecer las capacidades locales.

Por tanto, el aporte central del modelo radica en articular la reconversión agroecológica con la territorialidad, convirtiendo la finca en un nodo del desarrollo territorial y la sostenibilidad en un proceso participativo, planificado y resiliente.

CONCLUSIONES

La investigación permitió cumplir el objetivo de proponer un modelo de gestión para orientar la reconversión agroecológica hacia agroecosistemas sostenibles y resilientes desde una aproximación territorial. Los avances identificados en el desempeño agroecológico y la movilidad favorable de las tipologías evidencian que la transición constituye un proceso gradual y multidimensional, cuya gestión requiere integrar las condiciones productivas, ambientales, socioeconómicas e institucionales de los agroecosistemas.

Los hallazgos evidenciaron una asociación positiva entre la diversidad de prácticas agroecológicas y el desempeño de los sistemas productivos, destacando la importancia de integrar los principios agroecológicos con el enfoque sistémico y territorial. El principal aporte científico del modelo consiste en transformar los resultados de la evaluación agroecológica en orientaciones estratégicas de planificación, fortalecimiento de capacidades, gobernanza territorial y seguimiento, contribuyendo a la toma de decisiones participativas y a la mejora continua de los agroecosistemas.

Los resultados obtenidos en los 20 agroecosistemas proporcionan una base científica para la aplicación del modelo de gestión en procesos de reconversión agroecológica. Si bien el tamaño y la selección de las unidades estudiadas, junto con el diseño no experimental, limitan la generalización estadística y la identificación de relaciones causales, estas condiciones no restringen su potencial de adaptación y transferencia a otros territorios. Su estructura flexible permite orientar decisiones según las particularidades productivas, socioambientales e institucionales de cada contexto, favoreciendo su replicabilidad mediante procesos de adecuación, seguimiento y mejora continua.

Las futuras investigaciones podrán profundizar en la aplicación del modelo mediante experiencias de implementación territorial, evaluaciones longitudinales y análisis comparativos entre agroecosistemas con diferentes niveles de transición. Estas investigaciones permitirán ampliar el conocimiento sobre su contribución a la sostenibilidad productiva, la resiliencia socioecológica, la viabilidad económica y la gobernanza territorial, fortaleciendo su aplicabilidad como herramienta de gestión para el desarrollo rural sostenible.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

REFERENCIAS

Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2017). Agroecology: a brief account of its origins and currents of thought in Latin America. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 41(3–4), 231–237. https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1287147

Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2020). Agroecology and the reconstruction of a post-COVID-19 agriculture. *The Journal of Peasant Studies*, 47(5), 881–898. https://doi.org/10.1080/03066150.2020.1782891

Altieri, M. A., Nicholls, C. I., Henao, A. & Lana, M. A. (2015). Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agronomy for Sustainable Development*, 35, 869–890. https://doi.org/10.1007/s13593-015-0285-2

Barrios, E., Gemmill-Herren, B., Bicksler, A., Siliprandi, E., Brathwaite, R., Moller, S., Batello, C., & Tittonell, P. (2020). The 10 Elements of Agroecology: enabling transitions towards sustainable agriculture and food systems through visual narratives. *Ecosystems and People*, 16(1), 230–247. https://doi.org/10.1080/26395916.2020.1808705

Bertalanffy, L. von. (1968). General system theory: Foundations, development, applications. George Braziller.

El Mujtar, V. A., Zamor, R., Salmerón, F., Guerrero, A. del S., Laborda, L., Tittonell, P. & Hogan, R. (2023). Lexical analysis improves the identification of contextual drivers and farm typologies in the assessment of transitions to agroecology through TAPE – A case study from rural Nicaragua. *Agricultural Systems*, 209, 103686. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103686

FAO, IFAD, PAHO, UNICEF, & WFP. (2025a). *Latin America and the Caribbean Regional Overview of food security and nutrition 2024: Building resilience to climate variability and extremes for Food Security and Nutrition*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://doi.org/10.4060/cd3877en

FAO, IFAD, UNICEF, WFP, & WHO. (2025b). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2025: Addressing high food price inflation for food security and nutrition*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://doi.org/10.4060/cd6008en

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018). *The 10 elements of agroecology: Guiding the transition to sustainable food and agricultural systems*. https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i9037en

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). TAPE: *Tool for Agroecology Performance Evaluation. Process of development and guidelines for application. Test version.* https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/8ad4bb1b-c06d-4260-835e-564698493149/content

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020). *Agroecology in Europe and Central Asia: An overview*. FAO. https://doi.org/10.4060/ca8299en

Gliessman, S. R. (2015). Agroecology: The ecology of sustainable food systems (3rd ed.). CRC Press. https://hcmuaf.edu.vn/giangvien/data/pvhien/Gliessman,%20Stephen%20R%20-%20Agroecology_%20The%20Ecology%20of%20Sustainable%20Food%20Systems,%20Third%20Edition-CRC%20Press%20(2014).pdf

Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional. (2021). Plan Nacional de Lucha contra la Pobreza y para el Desarrollo Humano 2022–2026. https://www.pndh.gob.ni/documentos/pnlc-dh/PNCL-DH_2022-2026%2819Jul21%29.pdf

Guzmán Luna, A., Bacon, C. M., Méndez, V. E., Flores Gómez, M. E., Anderzén, J., Mier y Terán Giménez Cacho, M., Hernández Jonapá, R., Rivas, M., Duarte Canales, H. A., & Benavides González, Á. N. (2022). Toward food sovereignty: Transformative agroecology and participatory action research with coffee smallholder cooperatives in Mexico and Nicaragua. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6, 810840. https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.810840

High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition. (2019). *Agroecological and other innovative approaches for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and nutrition*. HLPE. https://www.fao.org/3/ca5602en/ca5602en.pdf

Huertas López, T. E., Suárez García, E., Salgado Cruz, M., Jadán Rodríguez, L. R., & Jiménez Valero, B. (2020). Diseño de un modelo de gestión. Base científica y práctica para su elaboración. *Universidad y Sociedad*, 12(1), 165–177. http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v12n1/2218-3620-rus-12-01-165.pdf

Ley N.º 765, Ley de Fomento a la Producción Agroecológica u Orgánica (2011). Asamblea Nacional de Nicaragua. La Gaceta, Diario Oficial, N.º 124. https://www.ipsa.gob.ni/Portals/0/LEYES/GENERALES/Ley%20No%20765.pdf

Maughan, C., & Anderson, C. R. (2023). "A shared human endeavor": farmer participation and knowledge co-production in agroecological research. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, Article 1162658. https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1162658

Méndez, V. E., Bacon, C. M., & Cohen, R. (2013). Agroecology as a transdisciplinary, participatory, and action-oriented approach. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 37(1), 3–18. https://doi.org/10.1080/10440046.2012.736926

Mottet, A., Bicksler, A., Lucantoni, D., De Rosa, F., Scherf, B., Scopel, E., López-Ridaura, S., Gemmill-Herren, B., Bezner Kerr, R., Sourisseau, J. M., Petersen, P., Chotte, J. L., Loconto, A. & Tittonell, P. (2020). Assessing transitions to sustainable agricultural and food systems: A tool for agroecology performance evaluation, TAPE. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, Article 579154. https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.579154

Naciones Unidas. (2015). Transformar nuestro mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. https://sdgs.un.org/2030agenda

Ortega Tórrez, E. F., Munguía Hernández, R. de J., & Blandón Díaz, J. U. (2023). Carbono almacenado en sistemas agroforestales con café (Coffea arabica L.) en tres municipios de Boaco, Nicaragua. *La Calera*, 23(40), 30–39. https://doi.org/10.5377/calera.v23i40.16221

Schiller, K. J. F., Klerkx, L., Salazar Centeno, D. J., & Poortvliet, P. M. (2023). Developing the agroecological niche in Nicaragua: The roles of knowledge flows and intermediaries. Proceedings of the National Academy of Sciences, 120(47), e2206195120. https://doi.org/10.1073/pnas.2206195120

Tittonell, P. (2020). Assessing resilience and adaptability in agroecological transitions. *Agricultural Systems*, 184, Article 102862. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102862

Vishwakarma, V. & Ranjan, R. R. (2024). Agroecological approaches to sustainable development. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, Article 1405409. https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1405409

Wezel, A., Herren, B. G., Kerr, R. B., Barrios, E., Rodríguez Gonçalves, A. L., & Sinclair, F. (2020). Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 40, Article 40. https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z

Zaremba, H., Elias, M., Rietveld, A., & Bergamini, N. (2021). Toward a feminist agroecology. *Sustainability*, 13(20), Article 11244. https://doi.org/10.3390/su132011244

Zulaica, M. L., Molpeceres, C., Rouvier, M., Cendón, M. L., & Lucantoni, D. (2021). Evaluación del desempeño agroecológico de sistemas hortícolas del partido de General Pueyrredon. *Revista Estudios Ambientales*, 9(2). https://doi.org/10.47069/estudios-ambientales.v9i2.1263