

Evaluación integral de la sostenibilidad en la producción de panela mediante el enfoque mixto y la metodología MESMIS

Comprehensive assessment of sustainability in panela production using a mixed approach and the MESMIS methodology

Recibido: 13 Septiembre de 2024

Aprobado: 21 Diciembre de 2024

Cómo citar: G. Miranda-Angarita, N. . Hernández-Pérez, and J. F. . Hoyos-Patiño, "Evaluación integral de la sostenibilidad en la producción de panela mediante el enfoque mixto y la metodología MESMIS", *Mundo Fesc*, vol. 15, no. 32, 2025, doi: 10.61799/2216-0388.1824.

Gilberto Miranda-Angarita^{1*}



Esp en Gestión Pública, Administrador Financiero.
doc_gmirando@fesc.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-2577-6185> Docente Fundación
Estudios Superiores Comfanorte FESC, Ocaña, Colombia

Nathalie Hernández-Pérez²



M.Sc en Paz, Desarrollo y Resolución de Conflictos,
Economista,
nathalie.hernandez@unipamplona.edu.co ,
<https://orcid.org/0000-0002-7390-9261>
Docente Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia

Johann Fernando Hoyos-Patiño³



Esp-M.Sc Sistemas sostenibles de producción.
jfhoyp@ufpso.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-0377-4664>
Docente asociado Universidad Francisco de Paula Santander
Ocaña, Ocaña, Colombia

*Autor para correspondencia:

doc_gmirando@fesc.edu.co



Evaluación integral de la sostenibilidad en la producción de panela mediante el enfoque mixto y la metodología MESMIS

Resumen

El objetivo de este trabajo fue analizar la pertinencia del uso combinado del enfoque mixto y la metodología MESMIS en la evaluación de la sostenibilidad de la producción de panela en la localidad de Convención, Norte de Santander. Se efectuó una revisión de literatura científica nacional e internacional sobre sostenibilidad agropecuaria, con el fin de identificar las principales características metodológicas de ambas herramientas. Los resultados evidenciaron que la integración de enfoques cualitativos y cuantitativos ofrece una comprensión más amplia de las dinámicas económicas, sociales y ambientales que inciden en los sistemas agroproductivos, mientras que la metodología MESMIS proporciona un marco flexible que se adapta a las condiciones locales y facilita la construcción de indicadores pertinentes de sostenibilidad. Se concluye que la combinación del enfoque mixto con la metodología MESMIS constituye un marco metodológico que favorece el desarrollo de investigaciones orientadas al análisis de la sostenibilidad en sistemas paneleros y promueve la formulación de propuestas participativas que impulsen el desarrollo rural sostenible.

Palabras clave: Desarrollo rural, enfoque mixto, indicadores de sostenibilidad, metodología MESMIS, producción de panela, sostenibilidad, sistemas agroproductivos

Comprehensive assessment of sustainability in pana production using a mixed approach and the MESMIS methodology

Abstract

The objective of this study was to analyze the relevance of combining the mixed approach and the MESMIS methodology in assessing the sustainability of pana production in the town of Convención, Norte de Santander. A review of national and international scientific literature on agricultural sustainability was conducted to identify the main methodological characteristics of both tools. The results showed that the integration of qualitative and quantitative approaches offers a broader understanding of the economic, social, and environmental dynamics that affect agricultural production systems, while the MESMIS methodology provides a flexible framework that adapts to local conditions and facilitates the construction of relevant sustainability indicators. It is concluded that the combination of the mixed approach with the MESMIS methodology constitutes a methodological framework that favors the development of research aimed at analyzing sustainability in pana systems and promotes the formulation of participatory proposals that drive sustainable rural development.

Keywords: Agricultural production systems, MESMIS methodology, mixed approach, pana production, Rural development, sustainability, sustainability indicators.

Introducción

La producción de panela en Colombia es una actividad agroindustrial de gran importancia económica y social en las áreas rurales, como Catatumbo [1]. Convención, ubicada en Norte de Santander, es uno de los principales municipios con extensas áreas dedicadas a la siembra y procesamiento de caña de azúcar que sostiene a una parte significativa de la población rural [2]. Colombia es el segundo mayor productor de panela del mundo según cifras del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, que representan el 13.9 por ciento de la producción mundial. Este sector proporciona sustento a más de 350,000 familias campesinas y tiene influencia en la generación de empleo y el desarrollo económico local [3]. Pero también enfrenta problemas estructurales, como el débil desarrollo tecnológico, la continuación de modos tradicionales de producción y las fluctuaciones en los mercados nacionales e internacionales; estas circunstancias están reduciendo la competitividad y viabilidad a largo plazo del sector panelero [4].

El contexto económico de Convención ha estado históricamente afectado por años de conflicto armado, lo cual ha obstaculizado el desarrollo rural y la capacidad de los productores para modernizar sus procesos productivos [5]. A pesar de estas dificultades, la producción de panela continúa siendo fundamental para la estabilidad económica de la región. La dependencia de métodos artesanales garantiza una alta calidad del producto, pero a la vez reduce la competitividad frente a otros productos agroindustriales más industrializados [6]. La limitada inversión en tecnología e infraestructura ha frenado las mejoras en productividad y restringido la posibilidad de acceder a mercados internacionales, justamente en un momento en que la demanda de productos orgánicos ha ido en aumento [7].

En el ámbito global, el creciente interés por edulcorantes naturales y orgánicos ofrece oportunidades importantes para la panela colombiana en mercados europeos y norteamericanos [8]. No obstante, capitalizar dichas oportunidades exige la implementación de tecnologías modernas y la adopción de prácticas productivas sostenibles. Por ejemplo, la creación de una marca colectiva que posicione la panela de Convención como un producto premium, junto con la obtención de certificaciones internacionales, se ha señalado como una estrategia clave para mejorar la competitividad del sector. Además, el acceso a financiamiento y la promoción de políticas públicas que fomenten la asociatividad entre productores resultan esenciales para el éxito de estas iniciativas [9].

Cabe señalar que la producción panelera en Convención enfrenta desafíos significativos en las dimensiones económica, social y ambiental que comprometen su sostenibilidad. En el plano económico, problemas como la baja productividad, la limitada inserción en mercados internacionales y la competencia con endulzantes alternativos (por ejemplo, el azúcar refinado) afectan la rentabilidad de los pequeños productores

locales. Asimismo, la volatilidad de los precios internos y los altos costos de insumos restringen las posibilidades de modernización de los trapiches y las plantaciones [8, 10]. En cuanto al aspecto social, si bien la producción de panela promueve el empleo rural y la cohesión comunitaria, persisten retos relacionados con la informalidad laboral y la escasa incorporación de los jóvenes a las actividades agrícolas tradicionales.

Al no haber incentivos para los jóvenes, la nueva generación migra a la ciudad en busca de trabajo, poniendo así en peligro la supervivencia de los métodos productivos locales tradicionales. Para detener esta tendencia, es necesario estimular la innovación tecnológica y promover el desarrollo rural para que la actividad de las agroindustrias paneleras sea atractiva para la población joven [10]. Ambientalmente, es vital minimizar los efectos ambientales de las formas tradicionales de agricultura en el suelo y el agua mediante la conservación de los recursos naturales. El movimiento hacia sistemas de producción con mayor sostenibilidad (amigables con la conservación de la biodiversidad y ecológicamente sostenibles) se ha convertido en la prioridad estratégica de la región.

La metodología MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Sostenible de Recursos Naturales Incluyendo Indicadores de Sostenibilidad) muestra un método integral para evaluar la sostenibilidad de los sistemas agroproductivos, considerando dimensiones económicas, sociales y ambientales [11]. Esta metodología también ayuda a revelar fortalezas y debilidades en el sistema de producción de panela y hace posible diseñar estrategias orientadas específicamente a maximizar la sostenibilidad de este sector, una serie de estudios han utilizado MESMIS en la agricultura, encontrado que es útil para identificar ubicaciones críticas dentro del sistema y recomendar intervenciones específicas [12, 7].

Este artículo nace con la intención de acercarse, de manera reflexiva y respetuosa, a una inquietud que ha sido compartida por diversos investigadores en los últimos años: entender cómo las metodologías de investigación mixtas han sido aplicadas para evaluar la sostenibilidad en sus tres dimensiones fundamentales: económica, social y ambiental dentro de sistemas productivos agroindustriales. Al revisar lo que otros han investigado antes, se busca reconocer tanto los aciertos como los obstáculos que han surgido en el camino de integrar distintas metodologías, y por supuesto, valorar los resultados alcanzados. El objetivo planteado fue identificar las relaciones teóricas y metodológicas que existen entre el enfoque mixto de investigación y la metodología MESMIS, siempre pensando en cómo esta articulación puede ofrecer un marco sólido y útil para futuras investigaciones. Porque, al final, lo que realmente se busca es aportar a quienes, desde su labor diaria, desde la academia o desde el campo, siguen trabajando para que la producción de panela en esta región no solo sea sostenible, sino también más justa y digna para quienes la hacen posible.

Metodología

Esta investigación se lleva a cabo para conocer desde una perspectiva cualitativa y documental cómo la investigación mixta se articula al análisis de la sostenibilidad en la producción de panela del municipio de Convención, Norte de Santander [13].

Para este propósito, se utiliza la metodología MESMIS, ampliamente aceptada como una herramienta para este tipo de evaluación [14]. Realizando una amplia y sistémica revisión bibliográfica que permite explorar, organizar y analizar varios estudios previos, marcos teóricos y enfoques metodológicos que se han materializado en la integración de las dimensiones económica, social y ambiental en sistemas agroproductivos similares a la producción de panela de manera equilibrada, analizando información de datos especializadas y confiables como Scopus y ProQuest Total, con búsquedas específicas realizadas en Google Scholar y repositorios institucionales, usando criterios de selección en los que se tuvieron en cuenta principalmente las fuentes actuales y, sobre todo, pertinentes para los objetivos de este trabajo, consultando publicaciones de la última década, sin descartar trabajos de fondo clásicos que son referencia directa para entender los referentes teóricos que sustentan este tipo de investigación.

La aplicación de esta metodología permitió construir un panorama actualizado y sólidamente fundamentado, el cual ofrece una base consistente para reflexionar, con rigurosidad académica, sobre la integración de métodos mixtos y la relevancia de la metodología MESMIS en los procesos de evaluación de la sostenibilidad aplicados al sistema de producción panelero.

Resultados y Discusión

Perspectiva del enfoque de investigación mixta

El uso de métodos mixtos en investigación ha demostrado ser una estrategia adecuada para comprender el fenómeno en toda su complejidad, ya que, por una parte, la combinación de datos cuantitativos y cualitativos dentro de un mismo estudio aporta un conocimiento más global, permite medir, objetivamente, prácticas y comportamientos y, a su vez, conocer cuáles son las causas o motivos que los explican, desde una vertiente más interpretativa y humana [15]. Pese a que esta forma de investigar no resulta novedosa, ya que existen antecedentes en la literatura desde mediados del siglo XX, es desde los años ochenta que se empieza a consolidar con más fuerza; desde entonces, la incorporación de este enfoque ha ido también reforzándose por la producción científica que, por una parte, desarrolla diseños claros y procedimientos muy rigurosos que contribuyen a su tratamiento adecuado.

Desde hace varias décadas, el deseo por el enfoque mixto ha ido creciendo considerablemente, sobre todo en disciplinas como las ciencias sociales, la salud

pública y las ciencias del comportamiento, campos donde este enfoque es un indicador de la bondad o la sistematicidad de una investigación empírica y una propuesta de metodología [16]. Diversos autores de reconocida trayectoria, entre ellos J. W. Creswell, V. Plano Clark, A. Tashakkori, C. Teddlie y M. Fetters, han realizado aportes significativos al proponer no solo diseños básicos, sino también estrategias avanzadas orientadas a lograr una integración efectiva de los componentes cuantitativos y cualitativos en este tipo de estudios [17, 18].

No obstante, el principal reto se asocia a la integración auténtica y coherente de todas las fases del proceso investigativo [19]. Esta integración no debe entenderse como una acción reservada exclusivamente para la etapa final de presentación de resultados, sino que debe incorporarse desde el momento mismo de la formulación de las preguntas de investigación, continuando con el diseño del muestreo, la recolección de datos y el análisis de los hallazgos. En consecuencia, es fundamental concebir la integración como un componente transversal y constante dentro de toda investigación de tipo mixto, de modo que se garantice la coherencia metodológica y se fortalezca, tanto la validez como la relevancia de los resultados obtenidos.

Algo que conviene tener presente es que no existe un único modelo para aplicar este tipo de enfoque. Muy por el contrario, cada investigación debe ajustarse a sus propios propósitos y al contexto en el que se desarrolla. Hernández, Fernández y Baptista (2014) describen esta metodología como híbrida precisamente porque articula de forma flexible las fases propias de los métodos cuantitativo y cualitativo. En sus primeras aplicaciones, la validez solía abordarse de forma separada para cada enfoque, pero hoy día las tendencias apuntan a establecer criterios más integradores, considerando aspectos como la credibilidad de las interpretaciones, la consistencia en el diseño y la legitimidad de las inferencias [20, 21].

No cabe duda de que el enfoque mixto permite ampliar la comprensión del fenómeno estudiado, ya que ofrece la posibilidad de recoger y combinar distintas perspectivas. Esto contribuye a consolidar marcos metodológicos más robustos para analizar problemáticas complejas, como es el caso de la sostenibilidad en los sistemas agroproductivos, donde la diversidad de variables y dimensiones exige integrar diversas fuentes de evidencia.

Un aspecto esencial al momento de diseñar este tipo de estudios es definir de manera clara cómo y cuándo se realizará la articulación entre los componentes cuantitativo y cualitativo. Esta integración puede llevarse a cabo de forma simultánea, como sucede en los diseños convergentes o paralelos o de manera secuencial, ya sea para explorar primero y luego explicar, o viceversa, según lo determinen los objetivos de la investigación [22]. Lo fundamental es que esta planificación se establezca desde el comienzo para asegurar que ambos tipos de datos dialoguen de forma adecuada a lo largo de todo el estudio.

Cuando esta articulación se logra de manera efectiva, el resultado es una perspectiva

más completa e integradora, capaz de superar las limitaciones propias de los paradigmas exclusivamente positivistas o constructivistas [23]. De esta forma, el enfoque mixto permite aprovechar lo mejor de ambos mundos: la precisión y la capacidad de generalización que ofrecen los datos cuantitativos, junto con la profundidad, el contexto y la riqueza interpretativa que proporcionan los datos cualitativos, favoreciendo, una reflexión crítica profunda sobre la naturaleza de la información obtenida, análisis y significado dentro del contexto específico de la problemática que se investiga.

Aplicación de la metodología MESMIS en la evaluación de la sostenibilidad

La metodología MESMIS se constituye como un marco integral y dinámico para la valoración de la sostenibilidad en sistemas agropecuarios, particularmente en contextos rurales complejos como el del municipio de Convención, Norte de Santander. Proporciona una estructura que integrar indicadores económicos, sociales y ambientales, los cuales pueden ser adaptados a las características particulares de cada sistema productivo [11]. En el caso específico de la producción de panela, la pertinencia de MESMIS radica en la capacidad para identificar las fortalezas y las debilidades del sistema, dando una base sólida para la toma de decisiones y formulación de estrategias orientadas a la mejora de la sostenibilidad.

El procedimiento estándar que propone MESMIS consta de seis fases fundamentales: (1) delimitación e identificación del sistema; (2) definición de los criterios e indicadores, relevantes para la sostenibilidad; (3) recolección y gestión de datos de los indicadores; (4) procesamiento y análisis de los resultados obtenidos; (5) evaluación de la sostenibilidad del sistema a partir de los indicadores; y (6) formulación de recomendaciones y acciones de mejora a partir de los resultados [24, 11]. La aplicación de estas fases al contexto panelero, permite obtener mediciones sistemáticas de indicadores clave como eficiencia de uso de los recursos, rentabilidad económica, equidad social e impacto ambiental de las prácticas agrícolas, lo que posibilitaría formular estrategias para mejorar el desempeño sostenible del sector a partir de las tres dimensiones: económica, social y ambiental.

Desde la perspectiva económica, MESMIS permite evaluar el rendimiento de las unidades de producción, con lo que se toman en consideración: costos de producción, ingresos generados y eficiencia en el consumo de insumos; desde la dimensión social, permite la evaluación del bienestar de las comunidades de productores en relación con los elementos de: acceso a los servicios básicos, distribución equitativa de los beneficios económicos y participación directa de los productores en los procesos de toma de decisión [25]; y desde la dimensión ambiental, MESMIS permite evaluar el impacto ecológico de las prácticas agrícolas tradicionales, planteando oportunidades de mejora a partir de esas prácticas que promuevan el uso eficiente de los recursos naturales y reduzcan la contaminación (como el uso adecuado del agua o la adopción de técnicas de conservación de suelos).

Una de las principales características ventajosas de MESMIS es su flexibilidad y su capacidad de adaptación a las particularidades locales, lo que se traduce en una herramienta útil para distintos tipos de entornos rurales como el de Convención [11]. Al integrar las tres dimensiones de la sostenibilidad, se cuenta con una visión totalizadora del sistema de producción, con lo que se facilita la identificación de áreas críticas de mejora y la priorización de las intervenciones que sean factibles y contextualizadas. Un elemento que puede considerarse crucial es la participación activa de los productores durante todo el proceso de evaluación; MESMIS ayuda en la incorporación del conocimiento y de las visiones locales, de manera tal que los indicadores y los criterios evaluados pueden recoger las realidades y preocupaciones del entorno estudiado [26]. La participación activa no solo contribuye a la validez de la evaluación de las recomendaciones formuladas, sino que favorece la aceptación y el compromiso de la comunidad hacia su implementación.

De hecho, los resultados de poner en práctica MESMIS para la producción de panela se pueden ver convertidos en estrategias concretas de mejora. Así por ejemplo, desde el ámbito económico los resultados pueden manifestar la necesidad de modernizar la infraestructura productiva actual, mediante la puesta al día de los trapiches e incorporando tecnologías más avanzadas que contribuyan a incrementar la productividad y disminuir los costos [6], con el fin de mejorar la competitividad del sector que a su vez facilitaría acercar productos a mercados más exigentes y aumentar el porcentaje de reinversión de los productores [5]. Desde la dimensión social, sería interesante estimular la conformación de cooperativas o de asociaciones de productores, estrategias que han mostrado ser eficaces en el sentido de mejorar la equidad en la distribución de beneficios logrados a través del fortalecimiento de la cohesión del sector panelero.

Las organizaciones que desarrollan la panela, con el apoyo de países donde las políticas más importantes son la asistencia técnica y la asistencia pública, les permitirían a los productores mantener el acceso a recursos, la formación y reforzar la capacidad de negociación colectiva [27]. Sin embargo, también es necesario que las políticas públicas garanticen el acceso de las comunidades de la panela a servicios básicos como la educación, la salud y la protección social. Las condiciones de acceso afectan directamente a las condiciones de vida y la productividad de las familias campesinas relacionadas con la producción de la panela.

En lo que respecta al ambiente, la aplicación de MESMIS pone de manifiesto la necesidad de empezar a transformar las prácticas agrícolas en otras más sostenibles [24]. Algunas de las recomendaciones son una menor utilización del agua por los procesos de producción en la molienda y el lavado, conservación y mejora de la fertilidad de los suelos mediante el uso de compost con el uso de cultivos en policultivo como un método anti-erosión, y la búsqueda de fuentes de energía renovables en los procesos productivos. Por otra parte, la aplicación de este tipo de medidas permite afrontar el impacto en el medio ambiente y a la vez permite el cumplimiento de los estándares internacionales en términos de sostenibilidad de la producción a la que se asocian oportunidades comerciales en nichos

de mercado donde los productos ecoamigables son bien valorados.

Relación del enfoque mixto con el análisis de la sostenibilidad

El enfoque mixto de investigación, que combina adecuadamente metodologías cualitativas y cuantitativas, ofrece un sólido diseño metodológico para analizar la sostenibilidad en los sistemas agropecuarios dado su gran nivel de complejidad [13]. Dicha combinación permite el análisis de diferentes dimensiones y niveles de complejidad, un aspecto importante para poder estudiar las propias dinámicas de los sistemas socioecológicos y económicos. En este tipo de estudios, es fundamental incluir aspectos que puedan ser medidos de manera objetiva (rendimiento económico utilizado, uso de los recursos utilizados, emisiones generadas, etc.) como las propias percepciones o valoraciones subjetivas de los actores principales (productores, comunidades y consumidores) en la investigación. El enfoque mixto, por su capacidad a la hora de articular y triangular datos obtenidos a partir de diferentes fuentes, mejora la validez de los hallazgos y permite enriquecer la comprensión e interpretación de la realidad estudiada.

Desde la óptica epistemológica, el uso de los métodos mixtos ha permitido superar la tradicional dicotomía que hay entre paradigmas positivista y constructivistas, puesto que proponen un modelo de combinación que une la precisión de los datos cuantitativos y la profundidad interpretativa que da la investigación cualitativa [28]. Este modo de entender el inicio de la investigación, refuerza la existencia de un paradigma mixto, en el que la naturaleza de los datos, así como el significado que tienen se estudian de forma crítica desde diversos puntos de vista. En este sentido, la evaluación de la sostenibilidad se ve reforzada por una definición y operacionalización más precisa de sus principales variables. El uso de modelos como el MESMIS, que integran indicadores económicos, sociales y ambientales adaptados a las variables locales, potencia el propio enfoque mixto al permitir la recolección y el análisis simultáneo de métricas cuantitativas y narrativas cualitativas vinculadas a estas variables.

A su vez, el análisis de la sostenible, a partir del uso de un enfoque mixto, permite localizar puntos de encuentros y desencuentros respecto a las distintas corrientes teóricas y las evidencias empíricas. La combinación del enfoque cualitativo y del enfoque cuantitativo permite construir un campo de análisis amplio e inclusivo donde se combinan mediciones objetivas y valoraciones subjetivas para construir explicaciones más amplias respecto a los sistemas productivos [29]. Este hecho es especialmente significativo en el ámbito agropecuario, donde resulta necesario tener en cuenta los intereses económicos, así como los impactos sociales y ambientales porque se trata de problemas que no se pueden entender de manera reduccionista o fragmentada. Hay que entender la sostenible como un fenómeno complejo, multiescalar y que articula dimensiones interdependientes que pueden ser abordadas desde diferentes disciplinas. Un hecho frecuente en este tipo de estudios es caer en explicaciones reduccionistas, es decir, la falacia naturalista que otorga un peso determinante a lo biofísico o, a la inversa, la tautología sociologista que tiende a dar un excesivo valor a lo social [30]. En este sentido, el enfoque mixto constituye una

alternativa válida para evitar sesgos previos que aseguran un análisis más equilibrado y exhaustivo de las diferentes dimensiones existentes.

La aplicación de un enfoque combinado de métodos cualitativos y cuantitativos permite obtener datos que se complementan y enriquecen la interpretación de los resultados. Por ejemplo, al holgadamente evaluar la implementación de una práctica de agricultura sostenible, los datos cualitativos ilustran la percepción que tienen los productores del contexto sobre las ventajas o restricciones de una práctica de este tipo, mientras que los datos cuantitativos permiten afinar las técnicamente aplicadas variables de rendimientos, costos o calidad ambiental [22]. Esta necesidad de combinar tipos de métodos es instructivo para la consecución de una comprensión más integral de la realidad desde el punto de vista que se estudia.

En lo que se refiere estrictamente a la producción panelera no sólo se evalúa la sostenibilidad de los sistemas productivos, sino que ayuda a crear estrategias que permitan mejorar la situación. Mientras que los datos cuantitativos retrospectivamente reflejan ineficiencias o cuellos de botella económicos (bajos rendimientos por hectárea o pérdidas de materia prima), los datos cualitativos permiten representar las necesidades, las percepciones, las aspiraciones de los productores que no se reflejan mediante los números [31]. Esta concatenación de métodos permite diseñar hipótesis de intervención que permitan, en este caso, articular oportunidades para mejorar la producción, pero sin deteriorar la calidad de vida social o la calidad ambiental del sistema.

Es pertinente destacar que la sostenibilidad debe considerarse como un concepto vivo y profundamente contextualizado [24]. Para estos autores, la sostenibilidad constituye una interrelación, de forma simultánea, de las dimensiones económica, social y ambiental, en un enfoque sistémico que considera las interacciones entre los componentes biofísicos y socioculturales. Por otro lado, también destacan el carácter dinámico de la misma: en su reconocimiento de que incluye procesos en constante cambio; en los que tanto los medios como los objetivos son igual de importantes. En ese proceso, la activa participación de los actores locales es clave en la construcción de las estrategias eficaces y ajustadas a las condiciones específicas de su entorno.

Del mismo modo, la necesidad de adoptar un enfoque a largo plazo y global que evite que las soluciones que se adopten hoy dificulten las que podrían generarse en el futuro. Por último, debido a su naturaleza de metaconcepto al que se le pueden otorgar múltiples definiciones y usos, se corre el riesgo de llegar a simplificaciones excesivas e incluso contradicciones entre los propios actores implicados; es por esta razón que se debe adoptar un enfoque crítico y reflexivo (como el que permite el enfoque mixto) con el objetivo de no caer en interpretaciones parciales y ayudar a la consolidación de un nuevo paradigma de desarrollo sostenible acorde con las complejidades contemporáneas [11].

Por último, en este orden de ideas, cabe destacar que la fusión del método mixto y el modelo de análisis de sostenibilidad MESMIS ofrece las herramientas necesarias para

que los productores se incorporen en los procesos de evaluación de la sostenibilidad. En este sentido, el incorporar las partes locales sobre no solo la recolección de información, sino también sobre la interpretación de la misma, permite que las estrategias de gestión formuladas sean prácticas y pertinentes [27]. Tal participación de investigadores y comunidades productivas potencia la calidad de los datos recogidos y permite que las recomendaciones que se formulen sean apropiadas de forma más comprometida y con sentido de pertenencia por parte de quienes están directamente implicados en el sistema.

Metodología para la evaluación de la sostenibilidad en la producción de panela en Convención, Norte de Santander

A partir del análisis que hemos realizado, asumiendo la propuesta metodológica para la evaluación de la sostenibilidad de la producción de panela en Convención, que se relaciona con la investigación mediante el enfoque metodológico mixto - la aplicación de MESMIS en la práctica- se formula una propuesta que se desarrolla en cinco fases sucesivas, cada una de las cuales explica un objetivo específico del análisis de sostenibilidad, pasando por una metodología rigurosa y contextualizada, y acorde con las particularidades de la zona. A continuación, exponemos las fases de la propuesta y sus actividades principales:

Caracterización del sistema productivo local: En esta fase de arranque se acotan y describen las unidades productivas paneleras referidas, su organización, su manejo agronómico y la estructura socioeconómica de las familias productoras. Para ello se considera la revisión de la literatura científica haciendo uso de información secundaria proveniente de estudios previos [6, 27] y trabajos más recientes de evaluación de la sostenibilidad de los sistemas agroproductivos [7, 28], ya que esta búsqueda bibliográfica permite caracterizar el contexto teórico y los antecedentes para comprender las dinámicas actuales de la producción de panela; así como el trabajo de campo preliminar a través de encuestas estructuradas y entrevistas semiestructuradas a los productores locales para indagar con preguntas dirigidas por las fincas, los cultivos y las características socioeconómicas de las familias productoras.

Siguiendo las instrucción de tipo metodológico de Ramírez-Amaya et al. 2023 para hacer una evaluación de los sistemas de producción sostenible, una muestra de al menos 30 unidades productivas se selecciona haciendo uso del muestreo aleatorio estratificado; número que el grupo de casos que será distribuido entre veredas o sectores del municipio de Convención, permitirá asegurar la representatividad de las diferentes escalas de producción existentes en la región (pequeños productores, medianos productores y grandes productores, en caso que existan), tal y como lo recomiendan a su vez Suarez, Rodríguez y Patiño (2023). En esta etapa se tendría una descripción agronómica, organizativa, productiva y socioeconómica de la producción panelera local, que facilitaría la localización de las heterogeneidades más relevantes que se deben considerar en la

evaluación de la sostenibilidad.

Selección participativa de indicadores de sostenibilidad: La segunda fase se centra en determinar qué indicadores serán utilizados para evaluar la sostenibilidad del sistema productivo de panela, adaptándolos a las condiciones locales. Aquí se aplica el marco MESMIS para guiar la identificación de indicadores en las tres dimensiones (económica, social, ambiental), asegurando que sean pertinentes al contexto de Convención [11]. La selección de indicadores se basa en fuentes teóricas y experiencias previas: por ejemplo, se consideran propuestas de conjuntos de indicadores desarrollados para sistemas agropecuarios similares [7] que podrían adaptarse a la realidad panelera.

Algunos ejemplos de indicadores económicos incluyen la rentabilidad neta por unidad productiva, los costos de producción por kilogramo de panela y la productividad por hectárea de caña; en el ámbito social se podrían considerar la tasa de asociatividad entre productores, el relevo generacional (participación de jóvenes en la actividad), la calidad de vida (acceso a educación, salud, seguridad social) de las familias paneleras, y el grado de organización comunitaria; mientras que para la dimensión ambiental serían relevantes indicadores como la eficiencia en el uso del agua, la gestión de residuos de caña (bagazo) y el nivel de conservación de suelos y bosques en las fincas.

Estos indicadores, inicialmente propuestos a partir de la literatura, son luego discutidos y validados mediante talleres participativos con productores locales, expertos técnicos y académicos. Este enfoque participativo en línea con lo sugerido por Suárez, Rodríguez y Patiño (2023), garantiza que los indicadores seleccionados sean comprensibles, relevantes y aceptados por la comunidad, aumentando la legitimidad del proceso evaluativo. Asimismo, se verifica la viabilidad de medir cada indicador con los recursos disponibles, descartando aquellos cuya medición resulte demasiado compleja o costosa en el contexto del estudio.

Evaluación integral de la sostenibilidad del sistema: En la tercera fase, se procede a la aplicación de los indicadores seleccionados con el propósito de evaluar empíricamente la sostenibilidad de cada unidad productiva incluida en la muestra. Esta etapa resulta crucial, ya que permite obtener una visión tanto cuantitativa como cualitativa del desempeño sostenible del sistema panelero local. La recolección de datos cuantitativos se lleva a cabo mediante visitas de campo a las fincas, donde se realizan mediciones directas, como los rendimientos de panela, el uso de agroquímicos, los ingresos y los egresos económicos, además de la aplicación de encuestas estructuradas.

De manera paralela, la dimensión cualitativa se fortalece a través de entrevistas a profundidad y grupos focales con los productores, orientados a comprender las razones que subyacen a ciertos comportamientos productivos, las percepciones sobre cambios recientes, tales como la incorporación de mejoras tecnológicas, así como las barreras y motivaciones para la adopción de prácticas más sostenibles.

El enfoque adoptado para el tratamiento de estos datos es mixto, es decir, por una parte, se integran técnicas de análisis estadístico a la información de carácter cuantitativa, para poder identificar patrones, correlaciones y diferencias significativas en las unidades productivas, por ejemplo, comparando los tipos de indicadores que logran los productores que han alcanzado una mayor tecnificación frente a aquéllos que siguen esquemas tradicionales [32]. Por otro lado, el material cualitativo se analiza mediante procedimientos de codificación temática, lo que permite identificar categorías relevantes, tales como las principales preocupaciones ambientales de los productores, las dinámicas familiares vinculadas al trabajo agrícola o las estrategias informales de comercialización.

La integración de ambos tipos de resultados proporciona una perspectiva multidimensional del sistema productivo: las cifras obtenidas de los indicadores cuantitativos se interpretan a la luz de las narrativas cualitativas ofrecidas por los propios productores, y viceversa. Este procedimiento se alinea con los lineamientos metodológicos empleados en evaluaciones de sostenibilidad agropecuaria, como los propuestos por Hoyos Patiño et al. (2022) para sistemas productivos en la región del Catatumbo.

Diseño de estrategias de mejora sostenible: La cuarta fase corresponde a la formulación de estrategias y recomendaciones de mejora basadas en los resultados de la evaluación integral. Cumple así el tercer objetivo específico del estudio, orientado a proponer acciones que optimicen la sostenibilidad de las unidades productivas en las dimensiones evaluadas. A partir de los hallazgos obtenidos en la fase anterior, se identifican las áreas críticas que requieren intervención. Por ejemplo, si se detecta baja eficiencia energética en los trapiches, se recomendará la modernización de equipos e incorporación de fuentes de energía más limpias; si los indicadores sociales muestran poca participación de jóvenes, se propondrán programas de formación y relevo generacional; o si ciertos productores presentan prácticas ambientales inadecuadas, se plantearán capacitaciones y asistencia técnica en agricultura sostenible.

Estas estrategias se construyen teniendo en cuenta experiencias exitosas reportadas en la literatura y recomendaciones de expertos: por ejemplo, modernizar los procesos productivos e incorporar tecnologías apropiadas para pequeños productores; fortalecer la asociatividad y las redes de cooperación para mejorar la comercialización y el poder de negociación [9]; e impulsar prácticas agroecológicas que conserven el entorno [7]. Las propuestas de mejora son sometidas a discusión con los propios productores y otros actores locales en espacios participativos (talleres comunitarios, mesas de trabajo), con el fin de evaluar colectivamente su viabilidad técnica, económica y cultural. Este proceso colaborativo asegura que las recomendaciones finales no sean medidas impuestas externamente, sino iniciativas construidas con el aporte de la comunidad, lo cual incrementa la probabilidad de su adopción real.

Divulgación y socialización de resultados: En la última etapa, se reparte un plan de comunicación y transferencia de los resultados obtenidos, así como de las diversas estrategias que se han llevado a cabo, para las comunidades locales, pero también para

otros actores de interés. Para ello se organizan talleres de socialización en el municipio de Convención en donde convocamos a los productores de panela que participaron en el estudio, a líderes de la comunidad, a representantes de las entidades locales (alcaldía o agencias agropecuarias regionales) y a los investigadores que tenían relación con el sector. En estas actividades, los resultados más destacados de la evaluación de la sostenibilidad y las mejoras que se pueden proponer son expuestas de forma más clara y accesible y buscando el diálogo.

La finalidad que tienen estas actividades es propiciar el compromiso por parte de la comunidad en relación con las acciones que se han recomendado, permitiendo una apropiación de los resultados por parte de los productores, de tal forma que se reconozcan como actores claves involucrados en el proceso de transición hacia sistemas más sostenibles. De manera paralela y desde una perspectiva académica, se prevé la publicación de los resultados más relevantes en una revista científica de acceso abierto, siguiendo las buenas prácticas para su difusión en el ámbito del desarrollo rural sostenible [13]. La intención de tal modo que esta investigación ayude a contribuir con el cuerpo teórico en relación con la sostenibilidad en sistemas agropecuarios, sino que también sirva de referencia para otras regiones paneleras o cadenas productivas que compartan ciertas similitudes.

La interacción entre la socialización local y la difusión ámbito académico garantiza que el saber colectivo que se genera durante la investigación se plasme en la población de Convención pero a su vez contribuya a enriquecer la atípica discusión académica que existe en el manejo de los métodos para una Agroindustria sostenible. Se espera que el conjunto de estas fases, orientadas por el enfoque-método mixto y la metodología MESMIS, no solo mejoren la producción de panela, sino que contribuyan a la capacitación de los productores y de la población amplia, así como a una mayor equidad social a través de un mayor desarrollo rural en la región.

Conclusiones

Bajo este criterio, y a partir del trabajo realizado, se puede apuntar que la articulación entre el enfoque mixto de la investigación y la metodología MESMIS aporta a la evaluación de la sostenibilidad de los sistemas agroproductivos. La importancia de la combinación de un enfoque cualitativo y un tipo cuantitativo, reside en que proporciona una mirada más integral, más profunda y más holística, este aspecto adquiere particular interés para los fenómenos de carácter multidimensional, como el de la sostenibilidad, donde se interrelacionan los aspectos socioeconómicos y ambientales.

En cambio, también se ha observado que la metodología MESMIS es una herramienta robusta y adaptable que, en combinación con el enfoque mixto, se puede llevar a cabo una evaluación completa de los sistemas de producción que nos interesa, dando lugar a la generación de insumos adecuados para permitir el diseño y desarrollo de las estrategias de mejora para la sostenibilidad vinculada a los espacios rurales. Desde esta perspectiva,

la combinación de métodos permite la identificación de los indicadores críticos y las áreas de oportunidad y también la participación continuada de los actores locales, lo que se traduce en mayor pertinencia y aplicabilidad de las propuestas generadas.

En lo que a la reflexión teórica se refiere, el marco conceptual obtenido en el desarrollo de esta investigación puede ser considerado un valioso aporte a futuras investigaciones y a futuras aplicaciones en el ámbito de la producción panelera. Por ello, esta revisión teórica evidencia la necesidad de seguir indagando en torno a la articulación de métodos evaluada para hacer más explícito el desarrollo de enfoques que sin duda sean útiles y eficaces en términos del fortalecimiento de la sostenibilidad en sistemas agroindustriales de la región y del país.

Referencias

- [1] L. M. Bastos Osorio, J. M. Mogrovejo Andrade, y N. & García Torres, "La panela del Catatumbo, una alternativa agroindustrial con perfil internacional," *Revista Espacios*, 41(25), 159–169. Recuperado de <https://www.revistaespacios.com/a20v41n25p13.pdf>
- [2] G. M. Angarita, J. A. F. Arévalo, J. F. H. Patiño, B. L. V. Carrascal, y K. G. & Claro, "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ECONÓMICO Y DESAFÍOS DEL SECTOR PANELERO EN LA REGIÓN DEL CATATUMBO," *Revista Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas-FACCEA*, 15(1), 55-87. 2025. <https://doi.org/10.47847/faccea.v15n1a3>
- [3] Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, "Cadena agroindustrial de la panela: Cifras sectoriales," *Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales*. 2019. <https://sioc.minagricultura.gov.co/panela/documentos/2019-12-30%20cifras%20sectoriales.pdf>
- [4] A. Buitrago Ardila, "Diseño de una base de datos geográficos como herramienta estratégica para el registro de fincas productoras de caña panelera y centrales de mieles en Cundinamarca y Boyacá (Trabajo de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas)," Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/286063572.pdf>
- [5] Á. Restrepo, y L. & Flórez, "Diseño, simulación y construcción de un serpentín evaporador para la industria panelera a baja escala en Colombia," *Ingeniería Mecánica*, 20(2), 51–57. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-9442017000200001
- [6] Minagricultura, "Informe caña panelera 2016," Bogotá, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado de <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/MinAgricultura-y-Fedepanela-buscan-precio-justo-al-productor-y-cierre-de-brechas.aspx>
- [7] J. F. Hoyos-Patiño, B. L. Velásquez-Carrascal, y D. & Hernández-Villamizar, "Evaluación de sostenibilidad en sistemas productivos de ruta agroturística proyectada para

- el Catatumbo," *Mundo FESC*, 12(S4), 7-34. 2022. <https://doi.org/10.61799/2216-0388.1356>
- [8] FEDEPANELA, "Oportunidades del sector panelero colombiano," Recuperado de <https://fedepanela.org.co>
- [9] R. G. Suárez, L. A. J. Rodríguez, y J. F. & Patiño, "Edificación y pilar social: educación transformadora y equitativa," Bogotá, Colombia: Sello Editorial UPC. 2023. <https://doi.org/10.59899/edi-pila>
- [10] ANEIA, "Dulce Revolución: Cómo la panela está transformando el futuro de Colombia," Recuperado de <https://aneia.uniandes.edu.co>
- [11] M. Astier, O. Masera, y Y & Galván, "Evaluación de sustentabilidad: un enfoque dinámico y multidimensional," México: Mundi-Prensa; GIRA AC; Universidad Nacional Autónoma de México. 2008. https://www.researchgate.net/profile/Marta-Astier/publication/41516515_Sistematizacion_y_analisis_de_los_estudios_de_caso_MESMIS_lecciones_para_el_futuro/links/57068c3f08ae0f37fee1e16a/Sistematizacion-y-analisis-de-los-estudios-de-caso-MESMIS-lecciones-para-el-futuro.pdf
- [12] B. L. Velásquez-Carrascal, G. D. Rueda, y L. & Flórez, "Evaluación de la sostenibilidad de sistemas ovinos en Norte de Santander utilizando MESMIS," *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias (FAGROPEC)*, 11(2), 102-118. 2019. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v11n2a4>
- [13] E. J. Barrientos-Monsalve, M. E. Sotelo-Barrios, y J. & Hoyos-Patiño, "Metodología de la investigación: Guía práctica para la formulación de proyectos de investigación con ejemplos en áreas de administración y diseño," Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones. 2023. <https://n9.cl/36lba>
- [14] J. A. M. Vega, J. D. G. Muñoz, R. I. G. Araúz, K. A. S. Mera, y M. J. & Arias, "Tendencias y perspectivas actuales del liderazgo educativo: revisión bibliográfica," *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, 7(5), 9796-9805. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9481863>
- [15] Alicia Hamui-Sutton, "Un acercamiento a los métodos mixtos de investigación en educación médica," *Investigación en educación médica*, 2(8), 211-216. Recuperado en 21 de julio de 2025, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000400006&lng=es&tlng=es.
- [16] N. Ivankova, "Mixed Methods Applications in Action Research: From Methods to Community Action," *Thousand Oaks, CA: SAGE*. 2015. <https://doi.org/10.4135/9781071909843.n6>

- [17] J. Creswell, "A Concise Introduction to Mixed Methods Research," Thousand Oaks, CA: SAGE. Recuperado de. 2022 <https://portal.amelica.org/ameli/journal/228/2284295001/2284295001.pdf>
- [18] A. Tashakkori, y C & Teddlie, "Handbook of Mixed Methods in Social & Behavioral Research," Thousand Oaks, CA: SAGE. 2003. <https://methods.sagepub.com/hnbk/edvol/sage-handbook-of-mixed-methods-social-behavioral-research-2e/toc>
- [19] M. D. Fetters, y J. & Molina-Azorin, "Utilizing a mixed methods approach for conducting interventional evaluations," *Journal of Mixed Methods Research*, 14(2), 131-144. 2020. <https://doi.org/10.1177/1558689820912856>
- [20] R. B. Johnson, y A. & Onwuegbuzie, "Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come," *Educational Researcher*, 33(7), 14-26. 2004. <https://doi.org/10.3102/0013189X033007014>
- [21] R. Hernández, C. Fernández, y P & Baptista, "Metodología de la investigación (3ra ed,") . México D.F.: McGraw-Hill. 2003. <http://187.191.86.244/rceis/registro/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n%20SAMPIERI.pdf>
- [22] J. W. Creswell, y V. & Plano Clark, "Designing and Conducting Mixed Methods Research (3ra ed,") . Thousand Oaks, CA: SAGE. 2018. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2697821>
- [23] M. González, "DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES: APORTE TEÓRICO EMERGENTE DESDE EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CRÍTICO MEDIADO CON LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMÁTICA Y LA COMUNICACIÓN," TESIS DOCTORALES. 2024. <https://espacio.digital.upel.edu.ve/index.php/TD/article/view/1284>
- [24] M. Astier, y O & Masera, "MESMIS: Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Sostenible de Recursos Naturales," Ciudad de México: GIRA, Fundación Rockefeller. 1999. <https://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2010/04/MASERA-ASTIER-YANKUIC-Evaluacion-sustentabilidad-dnamico-multidimensional.pdf>
- [25] J. P. Dulcey Nieves, y Y. & Coronel Montaguth, "Caña panelera como potencializador de la economía en Convención," *Profundidad, construyendo futuro*, 1(1), 48-51. Recuperado de. 2014. http://revistas.ufpso.edu.co/index.php/Profundidad/article/view/145/pdf_8
- [26] S Santander-Mendoza, "Construcción participativa de sistema de evaluación para el manejo agroecológico en suelos de pequeños productores," *Ingeniería Agrícola*, 14(2), e05. Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola. 2024. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586279094005>

- [27] FEDEPANELA, "ABC de la panela: Requisitos sanitarios para trapiches paneleros," Bogotá, Colombia: Federación Nacional de Productores de Panela. Recuperado de. 2009. <https://fedepanela.org.co/gremio/descargas/abc-de-la-panela/>
- [28] E. J. Barrientos Monsalve, B. L. Velásquez-Carrascal, y J. & Hoyos-Patiño, "Contemporaneidad de las corrientes de pensamiento en los paradigmas de investigación," *Aglala*, 12(S1), 163–181. Recuperado de. 2021. <https://revistas.curn.edu.co/index.php/aglala/article/view/2128>
- [29] M. Sánchez-Gómez, A. I. Rodrigues, y A. & Costa, "Desde los métodos cualitativos hacia los modelos mixtos: tendencia actual de investigación en ciencias sociales," *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação (RISTI)*, 28, 1–16. Recuperado de. 2018. <https://repositorio.ipbeja.pt/bitstream/20.500.12207/5163/2/risti.pdf>
- [30] L Tyrtania, "La sustentabilidad es de quien la trabaja," *Cultura y representaciones sociales*, 10(20), 59–88. Recuperado de. 2016. <http://www.scielo.org.mx/pdf/crs/v10n20/2007-8110-crs-10-20-00059.pdf>
- [31] H. Quispe Guamán, "Evaluación de la producción agropecuaria y su incidencia en la economía campesina de la comuna Juntas del Pacífico, parroquia Simón Bolívar, provincia de Santa Elena (Tesis de licenciatura, Universidad Estatal Península de Santa Elena)," Recuperado de. 2023. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/10271/1/UPSE-TIA-2023-0017.pdf>
- [32] E. Muñoz Cuchca, y B. & Solís Trujillo, "Enfoque cualitativo y cuantitativo de la evaluación formativa," *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales (ReHuSo)*, 6(3), 1–16. 2021. . http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2550-65872021000300001