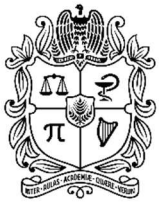


UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Dinámicas Colaborativas Entre Los Actores Del Ecosistema De Innovación En Caldas En Pro De La Sostenibilidad: Una Investigación Exploratoria

Sebastián Narváez Arias

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Administración
Administración de Empresas
Manizales, Colombia
2025

Dinámicas Colaborativas Entre Los Actores Del Ecosistema De Innovación En Caldas En Pro De La Sostenibilidad: Una Investigación Exploratoria

Sebastián Narváez Arias

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Administración de Empresas

Director (a):
Ph.D., Jaime Andres Vieira Salazar

Codirector (a):
Ph.D., Jason Roncancio Marín

Línea de Investigación:
Innovación y Sostenibilidad con enfoque metodológico cualitativo, una investigación exploratoria.

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Administración

Administración de Empresas

Manizales, Colombia

2025

Dedicada a todos mis seres queridos,
en especial a mi papá y a mi mamá,
ejemplos de amor y templanza.

Contenido

Resumen 7
Abstract 8
Introducción 9
1. Planteamiento del problema 12
Objetivo general 15
Objetivos específicos 15
2. Marco teórico 16
2.1. Ecosistemas de innovación: fundamentos y evolución 16
2.2. Modelos de colaboración en innovación 20
2.3. Innovación y sostenibilidad 23
2.4. Factores que influyen en la colaboración intersectorial 27
2.5. Ecosistemas de innovación en contextos emergentes 30
2.6. El caso de Caldas y la pertinencia del modelo tetra-hélice 32
2.6.1. Rasgos del contexto y tensiones estructurales 33
2.6.2. Mapa funcional de actores: roles, capacidades y cuellos de botella 34
2.6.3. ¿Por qué la tetra-hélice es pertinente para Caldas? 35
2.6.4. Proposiciones analíticas para orientar el estudio empírico 36
3. Metodología 38
3.1. Enfoque y diseño de la investigación 38
3.2. Unidad de análisis y contexto 38
3.3. Estrategia de muestreo 39
3.4. Instrumento de recolección de datos 39
3.5. Procedimiento de recolección de datos 40
3.6. Plan de análisis de datos 40
3.7. Criterios de calidad y ética 41
4. Resultados 41
4.1. Descripción general de la muestra 41
4.2. Frecuencia y relevancia de códigos 42
4.3. Ejemplos cualitativos 44
4.4. Patrones por hélice 44
4.5. Interpretación integradora 45
5. Discusión 46

5.1. Conexión entre los resultados y la teoría de la Triple/Quadruple Hélice 46
5.2. Comparación con estudios previos 47
5.3. Interpretación de relaciones entre categorías (codificación axial) 48
5.4. Implicaciones para política pública y gestión estratégica 50
5.5. Proyecciones del ecosistema 52
5.6. Limitaciones y futuras investigaciones 54
6. Conclusiones 54
7. Recomendaciones 56
8. Reflexión final 58
9. Referencias 60
10. Anexos 604

Listado de Tablas e Ilustraciones

Tabla 1 Componentes y funciones de un ecosistema de innovación..... 18

Tabla 2 Comparación de modelos de hélices múltiples en la innovación..... 22

Tabla 3 Comparación entre ecosistemas de innovación en economías desarrolladas y emergentes 31

Tabla 4 Actores del ecosistema de innovación en Caldas: funciones, capacidades y cuellos de botella 34

Tabla 5 Perfiles previstos de participantes por hélice 39

Tabla 6 Relación entre facilitadores y barreras identificadas..... 49

Ilustración 1 Interrelación entre innovación y sostenibilidad 26

Ilustración 2 Modelo conceptual de factores que influyen en la colaboración intersectorial..... 29

Ilustración 3 Distribución de códigos según frecuencia en Atlas.ti 43

Ilustración 4 Frecuencia de códigos en entrevistas del ecosistema de innovación en Caldas..... 47

Resumen

Este estudio analiza las dinámicas colaborativas entre universidad, empresa, gobierno y sociedad civil en el ecosistema de innovación de Caldas, bajo el enfoque de la cuádruple hélice. A partir de 25 entrevistas semiestructuradas, codificadas y analizadas con Atlas.ti, se identificaron 20 códigos agrupados en facilitadores y barreras que condicionan la sostenibilidad regional. Los resultados muestran que los facilitadores predominantes —mejora de procesos, colaboración interinstitucional y conocimiento aplicado— tienen el potencial de impulsar transformaciones significativas cuando se articulan de manera estratégica. No obstante, barreras como los costos altos, la falta de financiación, la burocracia y las limitaciones regulatorias frenan la escalabilidad de los proyectos. Se propone un conjunto de recomendaciones en los niveles de política pública, gestión organizacional y participación comunitaria para potenciar las fortalezas existentes y reducir las restricciones estructurales. La investigación concluye que el éxito del ecosistema dependerá de su capacidad para convertir la cooperación interinstitucional en una práctica permanente, sostenida por políticas flexibles, financiamiento adecuado y una cultura de innovación inclusiva.

Palabras clave

Ecosistema de innovación; cuádruple hélice; sostenibilidad; colaboración interinstitucional; mejora de procesos; políticas públicas; Caldas.

Abstract

“Collaborative Dynamics Among Stakeholders in the Caldas Innovation Ecosystem for Sustainability: An Exploratory Investigation.”

This study examines collaborative dynamics among universities, businesses, government, and civil society within the Caldas innovation ecosystem, using the quadruple helix framework. Based on 25 semi-structured interviews, coded and analyzed with Atlas.ti, the research identified 20 codes grouped into facilitators and barriers shaping regional sustainability. Findings show that predominant facilitators—process improvement, inter-institutional collaboration, and applied knowledge—can drive significant transformations when strategically aligned. However, barriers such as high costs, lack of funding, bureaucracy, and regulatory constraints hinder project scalability. A set of recommendations is proposed at the public policy, organizational management, and community participation levels to strengthen existing assets and reduce structural constraints. The study concludes that the ecosystem’s success will depend on its ability to make inter-institutional cooperation a permanent practice, supported by flexible policies, adequate financing, and an inclusive innovation culture.

Keywords

Innovation ecosystem; quadruple helix; sustainability; inter-institutional collaboration; process improvement; public policy; Caldas.

Introducción

La innovación ya no se entiende como un lujo de las grandes empresas o de los laboratorios más sofisticados. Hoy es parte del desarrollo de cualquier región. Basta pensar en los problemas que marcan la agenda mundial: el cambio climático, las crisis sanitarias, la pérdida de biodiversidad y la desigualdad social. Ninguno de ellos puede resolverse desde un solo sector. Las universidades investigan, las empresas producen, los gobiernos diseñan políticas y las comunidades se adaptan como pueden. Pero nada de eso basta por separado. Lo que realmente marca la diferencia es la colaboración. Ahí aparecen los ecosistemas de innovación (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Carayannis & Campbell, 2010).

Un ecosistema no es solo un grupo de instituciones reunidas en torno a un proyecto. Es una red viva, en constante movimiento. Universidades, empresas, organismos públicos y colectivos sociales se relacionan para crear y difundir innovaciones (Clarysse et al., 2014). La diferencia frente a modelos lineales es evidente. No se trata de que unos generen y otros apliquen, sino de un proceso circular, con retroalimentación y aprendizaje compartido (Perkmann et al., 2021). Innovar, en este marco, es un proceso colectivo. A veces caótico, pero mucho más rico.

Cuando se conecta con la sostenibilidad, la relevancia de estos ecosistemas crece todavía más. Sostenibilidad quiere decir equilibrio entre economía, bienestar social y ambiente. Una innovación puede parecer útil ahora, pero si deteriora los recursos naturales o profundiza desigualdades, no es sostenible. La innovación sostenible busca justo lo contrario: competitividad acompañada de responsabilidad. Como señalan Rubens et al. (2017) y Guerrero et al. (2017), no se trata solo de crecer, sino de hacerlo sin comprometer el futuro.

El caso de América Latina ilustra bien las tensiones. La CEPAL (2020) indica que la inversión en investigación y desarrollo es baja en comparación con países de la OCDE. Eso frena las posibilidades de innovar a gran escala. Además, hay trabas conocidas: desigualdades históricas, instituciones débiles, coordinación deficiente (Dutrénit et al., 2016). Sin embargo, la región también sorprende. Muchas comunidades crean soluciones

con lo que tienen a mano. Universidades medianas logran vincularse con empresas pequeñas. Organizaciones sociales impulsan proyectos innovadores. Es decir, las limitaciones existen, pero no han bloqueado la innovación. Han obligado a encontrar caminos propios.

Caldas, en Colombia, refleja este panorama. Su economía ha dependido históricamente de la caficultura, el turismo y actividades agroindustriales sensibles al clima y a los recursos naturales (Calderón-Hernández et al., 2020). La región cuenta con universidades sólidas, empresas que empiezan a innovar, programas públicos en proceso y colectivos sociales activos. Pero también enfrenta barreras: poca inversión en investigación, esfuerzos aislados y normas que no siempre apoyan la cooperación (Roncancio et al., 2021). Un escenario mixto, con fortalezas y debilidades. Y precisamente por eso, un terreno fértil para analizar cómo funcionan los ecosistemas de innovación en contextos emergentes.

Desde la teoría, el modelo de la tetra-hélice de Carayannis & Grigoroudis (2016) ofrece un marco útil. Este enfoque identifica cuatro actores: universidad, empresa, gobierno y sociedad civil. El punto clave es que la innovación depende de su capacidad para trabajar juntos, compartir recursos y asumir responsabilidades comunes. La sociedad civil, además, aporta una dimensión social y cultural que legitima los procesos (Carayannis et al., 2016). El problema es que la mayoría de estudios que usan este marco se centran en países desarrollados (Autio et al., 2014; Baier-Fuentes et al., 2021). El vacío sobre cómo opera en lugares como Caldas sigue abierto.

Aquí surge la importancia del análisis realizado. Se buscó identificar los factores que explican el éxito de las dinámicas colaborativas en Caldas y su aporte a la sostenibilidad regional. El objetivo fue triple: caracterizar a los actores, reconocer las formas de colaboración y analizar barreras y facilitadores. En resumen, comprender cómo interactúan los distintos sectores y qué condiciones fortalecen o debilitan sus relaciones.

Para lograrlo se optó por un enfoque cualitativo y exploratorio. Se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas con representantes de los cuatro sectores de la tetra-hélice. Esto permitió recoger experiencias directas, narradas desde la práctica de quienes

viven los procesos de innovación. Después, el material se transcribió y analizó mediante codificación temática con apoyo de software especializado. Así se identificaron patrones, tensiones y oportunidades.

Los resultados ofrecen aportes en dos niveles. En el plano académico, enriquecen la literatura sobre ecosistemas de innovación en América Latina, donde todavía predominan estudios de países industrializados. En el plano práctico, ofrecen pistas para diseñar políticas públicas, estrategias empresariales y programas sociales más ajustados a las necesidades de la región. Vale la pena insistir: en un contexto global cada vez más competitivo y con retos ambientales en aumento, un ecosistema de innovación sólido es más que deseable. Es estratégico.

El caso de Caldas también deja lecciones que pueden aprovechar otras regiones. Muestra que adaptar modelos de colaboración a condiciones locales no solo es posible, sino necesario. Las dificultades de financiación o la falta de articulación institucional, comunes en muchos lugares de América Latina, pueden enfrentarse mejor si se construyen redes locales fuertes. El análisis, por tanto, no solo aporta teoría, también ofrece referencias útiles a quienes toman decisiones en distintos niveles.

Este trabajo se organizó en cinco capítulos. El primero aborda el planteamiento del problema, la pregunta de investigación y los objetivos. El segundo presenta el marco teórico y conceptual. El tercero describe la metodología aplicada. El cuarto resume los principales resultados. Y el quinto recoge la discusión, las conclusiones y las recomendaciones, junto con posibles líneas de investigación futura. Con esta estructura se busca guiar al lector de forma clara en el recorrido seguido y en los aportes al estudio de los ecosistemas de innovación y su relación con la sostenibilidad regional.

1. Planteamiento del problema

En los últimos años, la innovación ha dejado de ser un fenómeno aislado para convertirse en un proceso sistémico, en el que participan e interactúan múltiples actores en entornos altamente complejos, con el fin de generar soluciones a retos que van desde lo económico lo social sociales o lo ambiental. En este marco, el concepto de ecosistema de innovación ha adquirido relevancia como un modelo que integra a instituciones académicas, empresas, entidades gubernamentales y organizaciones de la sociedad civil, articulando sus capacidades y recursos en función de objetivos compartidos (Clarysse, Wright, Bruneel, & Mahajan, 2014). Este enfoque reconoce que el conocimiento no fluye de manera lineal, sino a través de redes de colaboración que favorecen la co-creación y el aprendizaje mutuo (Perkmann, Salandra, Tartari, McKelvey, & Hughes, 2021).

La literatura científica ha confirmado y documentado la eficacia de los ecosistemas de innovación en un contexto de economías desarrolladas, donde factores clave como la estabilidad institucional, la disponibilidad de infraestructura tecnológica y el acceso a financiamiento permiten establecer interacciones sólidas y equilibradas entre las partes (Autio, Kenney, Mustar, Siegel, & Wright, 2014). Sin embargo, la evidencia empírica sobre su funcionamiento en economías emergentes es aún incipiente, y los estudios existentes señalan la presencia de barreras estructurales que limitan su potencial, como la baja inversión en investigación y desarrollo (I+D), la falta de alineación estratégica entre sectores y la escasa cultura de colaboración (Guerrero, Urbano, & Herrera, 2017).

En el marco latinoamericano, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2020) ha mostrado que el gasto en I+D apenas alcanza el 0,7 % del PIB regional, algo que está muy por debajo del promedio de la OCDE, que supera el 2,4 %. Esta brecha se traduce en menor capacidad para generar innovaciones disruptivas, así como en una dependencia tecnológica que limita la autonomía de los países y regiones. A ello se suman factores como la inestabilidad política, las desigualdades sociales y la fragmentación institucional, que dificultan la consolidación de ecosistemas de innovación robustos (Dutrénit, Capdevielle, Corona, & Puchet, 2016).

En Colombia, el departamento de Caldas presenta características que lo convierten en un laboratorio natural para estudiar las dinámicas colaborativas de la innovación. Su economía está fuertemente ligada a sectores como la caficultura, el turismo y la agroindustria, actividades que dependen de la gestión sostenible de los recursos naturales y de la adaptación a los cambios derivados del clima y la globalización (Calderón-Hernández, Jiménez-Zapata, & Serna-Gómez, 2020). Además, cuenta con universidades de reconocida trayectoria, empresas con interés creciente en prácticas sostenibles, políticas públicas orientadas a la innovación y una sociedad civil activa en procesos comunitarios. Sin embargo, estas fortalezas coexisten con limitaciones como la insuficiente infraestructura científica, la escasez de unidades de I+D en las empresas, la volatilidad de las políticas de apoyo y la falta de mecanismos estables para la transferencia de conocimiento (Roncancio, Dentchev, Guerrero, & Díaz González, 2021).

El modelo de la tetra-hélice de la innovación (Carayannis & Grigoroudis, 2016) ofrece un marco idóneo para analizar estas dinámicas, ya que enfatiza la cooperación entre universidad, empresa, gobierno y sociedad civil como elemento clave para la generación de innovación sostenible. Sin embargo, gran parte de los estudios que aplican este modelo se han desarrollado en países con altos niveles de desarrollo económico y tecnológico (Baier-Fuentes, Guerrero, & Amorós, 2021), lo que plantea dudas sobre su aplicabilidad directa en contextos como el de Caldas. La escasa literatura empírica disponible sobre la región limita la comprensión de cómo interactúan estos actores y cuáles son los factores que realmente inciden en el éxito o fracaso de sus colaboraciones.

Este vacío de conocimiento resulta problemático por varias razones. En primer lugar, sin un diagnóstico preciso de las barreras y catalizadores de la colaboración intersectorial, es difícil diseñar políticas públicas y estrategias organizacionales que potencien las capacidades locales. En segundo lugar, la falta de estudios comparativos entre contextos desarrollados y emergentes impide adaptar de manera efectiva las buenas prácticas internacionales a realidades como la de Caldas. Finalmente, en un momento en que los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) demandan acciones coordinadas entre sectores, desconocer las condiciones que favorecen la innovación

colaborativa en la región limita su contribución a metas globales como el trabajo decente, la producción responsable y la acción por el clima (ONU, 2015).

A partir de esta problemática, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son los factores que determinan el éxito de las dinámicas colaborativas entre los actores del ecosistema de innovación en Caldas, en pro de la sostenibilidad?

Responder a esta pregunta permitirá no solo generar conocimiento aplicable al contexto caldense, sino también aportar evidencia para fortalecer la literatura sobre innovación en economías emergentes. Además, proporcionará insumos prácticos para que las universidades, empresas, entidades gubernamentales y organizaciones de la sociedad civil diseñen mecanismos de colaboración más efectivos, orientados a resultados sostenibles y de alto impacto.

Objetivo general

- Determinar los factores que contribuyen al éxito de las dinámicas colaborativas entre los actores del ecosistema de innovación en el departamento de Caldas, con énfasis en su aporte a la sostenibilidad regional.

Objetivos específicos

1. **Caracterizar** a los actores que conforman el ecosistema de innovación en Caldas, identificando sus roles, capacidades y relación con iniciativas de sostenibilidad.
2. **Identificar** las colaboraciones existentes entre universidad, empresa, gobierno y sociedad civil, así como los mecanismos que las sustentan.
3. **Evaluar** las barreras, catalizadores y resultados de dichas colaboraciones en términos de su contribución a la sostenibilidad regional.

2. Marco teórico

2.1. Ecosistemas de innovación: fundamentos y evolución

El concepto de *ecosistema de innovación* ha cobrado relevancia como una herramienta conceptual que explica cómo diversos actores interactúan de manera interdependiente para generar, difundir y aplicar conocimiento en contextos dinámicos. Moore (1993) fue uno de los primeros en utilizar la metáfora biológica para describir un sistema compuesto por organizaciones que coevolucionan y colaboran, al igual que las especies en un ecosistema natural, compartiendo recursos, información y capacidades con el fin de mejorar sus posibilidades de supervivencia y crecimiento. Esta visión inicial se aplicó principalmente a entornos como Silicon Valley, donde la concentración geográfica de empresas de base tecnológica, universidades de excelencia, capital de riesgo y políticas públicas favorables creaba condiciones propicias para la innovación (Saxenian, 1994; Autio, Kenney, Mustar, Siegel, & Wright, 2014).

La noción de ecosistema se ha refinado hacia una comprensión sistémica de la creación de valor. Jackson (2011) subraya que los ecosistemas de innovación funcionan como redes dinámicas de co-creación, donde el valor emerge de la complementariedad entre actores y no solo de sus recursos individuales. En esta línea, la OCDE (2019) advierte que la calidad del ecosistema debe evaluarse también por su capacidad para alinear innovación y sostenibilidad, integrando objetivos económicos con metas sociales y ambientales (ODS). Esta perspectiva desplaza el foco desde la cantidad de proyectos hacia la densidad y efectividad de las interacciones orientadas a resolver desafíos públicos.

La evolución del concepto ha estado marcada por un cambio de paradigma en la forma de entender la innovación. Los modelos lineales tradicionales, que concebían un flujo unidireccional desde la investigación básica hasta la comercialización, fueron desplazados por enfoques en red que reconocen la naturaleza interactiva y multifactorial del proceso innovador (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000). Estos modelos sostienen que la innovación emerge de flujos de conocimiento bidireccionales y retroalimentación constante entre los actores, donde la cooperación y la competencia coexisten en lo que se conoce como *co-opetencia*.

En la actualidad, un ecosistema de innovación se define como una red estructurada y dinámica en la que empresas, universidades, entidades gubernamentales y organizaciones de la sociedad civil interactúan en un entorno habilitante, con el propósito de generar valor económico, social y ambiental (Clarysse, Wright, Bruneel, & Mahajan, 2014). La complejidad de este tipo de ecosistemas radica en que su desempeño no depende únicamente de los recursos individuales de cada actor, sino de la calidad y densidad de las interacciones que se establecen entre ellos, así como de factores contextuales como la infraestructura, las políticas públicas, la cultura y el capital social (Putnam, 2000).

Dentro de un ecosistema de innovación se distinguen varios componentes esenciales. Los actores principales —empresas, universidades, centros de investigación, agencias públicas y organizaciones comunitarias— aportan capacidades específicas que se complementan entre sí. Los flujos de conocimiento y recursos constituyen la corriente vital del ecosistema, integrando información técnica, talento humano y capital financiero. La infraestructura física y digital, que abarca desde laboratorios y parques tecnológicos

hasta plataformas de datos y redes de telecomunicaciones, proporciona el soporte material para el desarrollo y la transferencia de innovaciones. El entorno institucional y normativo define las reglas del juego, estableciendo incentivos o barreras para la colaboración. Finalmente, la cultura y el capital social facilitan la confianza y el compromiso necesarios para emprender proyectos conjuntos.

Para sintetizar estos elementos, la literatura recoge diversas taxonomías. Una de las más completas se presenta en la siguiente tabla, que integra aportes de autores clave y destaca las funciones principales de cada componente.

Tabla 1 Componentes y funciones de un ecosistema de innovación

Componente	**Función principal**	**Ejemplo en la literatura**
Actores principales	Generar, aplicar y difundir innovaciones	Autio et al. (2014)
Flujos de conocimiento	Facilitar el intercambio de ideas, datos y experiencias	Clarysse et al. (2014)
Infraestructura	Proporcionar soporte físico y digital para el desarrollo tecnológico	OECD (2018)
Entorno institucional	Establecer marcos normativos y políticas que faciliten la colaboración	Guerrero et al. (2017)
Cultura y capital social	Fomentar la confianza y redes de colaboración sostenibles	Putnam (2000)

Fuente: elaboración propia a partir de Autio et al. (2014), Clarysse et al. (2014), OECD (2018), Guerrero et al. (2017) y Putnam (2000).

El funcionamiento de un ecosistema de innovación también puede representarse gráficamente para visualizar cómo interactúan sus componentes. En la figura siguiente se muestra un esquema donde los cuatro actores clave —universidad, empresa, gobierno

y sociedad civil— están conectados mediante flujos bidireccionales de conocimiento y recursos. El entorno habilitante, conformado por infraestructura, políticas y cultura, rodea y sustenta las interacciones, mientras que en el centro se ubican los resultados esperados: innovación, crecimiento económico y sostenibilidad.

En contextos de economías desarrolladas, estos elementos suelen estar consolidados gracias a altos niveles de inversión en investigación y desarrollo, estabilidad institucional y disponibilidad de capital humano altamente calificado (OECD, 2018). En cambio, en economías emergentes como las latinoamericanas, los ecosistemas de innovación enfrentan barreras como la baja inversión en I+D —que en la región no supera el 1 % del PIB, frente al 2,4 % de la OCDE (CEPAL, 2020)—, la fragmentación institucional, la insuficiente infraestructura tecnológica y las desigualdades sociales. Sin embargo, también existen oportunidades únicas: la posibilidad de aprovechar recursos endógenos, la capacidad de adaptación de las pymes, el creciente interés por la sostenibilidad y la incorporación de tecnologías digitales que permiten acortar brechas.

En América Latina, las trayectorias de los sistemas de innovación han estado marcadas por brechas de inversión en I+D y por una articulación interinstitucional desigual. Dutrénit y Katz (2005) señalan que la región avanzó en capacidades productivas, pero sin consolidar plenamente los eslabones de ciencia-tecnología-mercado. Aun así, la evidencia muestra rendimientos positivos de la innovación sobre la productividad empresarial (Crespi & Zúñiga, 2012), aunque con fuertes heterogeneidades sectoriales. En Colombia, Malaver y Vargas (2013) destacan que la cooperación universidad–empresa crece, pero enfrenta barreras culturales e incentivos desalineados, lo que restringe la transferencia efectiva y la escalabilidad de soluciones.

En el caso de Caldas, estas características se manifiestan en un ecosistema con fortalezas —como la presencia de universidades de calidad, un sector empresarial con potencial de innovación y una sociedad civil cada vez más participativa— y desafíos importantes, entre ellos la necesidad de mejorar la infraestructura científica, aumentar la inversión en I+D y alinear los objetivos de los diferentes actores. La comprensión profunda de estos elementos y de sus interacciones es fundamental para diseñar estrategias que fortalezcan el ecosistema y maximicen su contribución al desarrollo sostenible.

2.2. Modelos de colaboración en innovación

El crecimiento en literatura y los diferentes estudios sobre innovación ha llevado a reconocer que los procesos innovadores no dependen exclusivamente de los esfuerzos internos de las organizaciones, sino que se nutren de interacciones y alianzas estratégicas con otros entes del entorno. Esta constatación dio lugar al desarrollo de diversos modelos teóricos que explican y promueven la colaboración intersectorial. Entre ellos, los más influyentes son los modelos de *triple hélice*, *tetra-hélice* y *quíntuple hélice*, que difieren en el número y tipo de actores involucrados, así como en el alcance de sus objetivos (Carayannis & Campbell, 2010; Etzkowitz & Leydesdorff, 2000).

El modelo de triple hélice, propuesto por Etzkowitz y Leydesdorff (2000), fue pionero en sistematizar la relación entre universidad, empresa y gobierno como motores de la innovación. En este esquema, las universidades asumen un rol activo en la transferencia de conocimiento hacia el sector productivo, las empresas aprovechan estos insumos para generar bienes y servicios, y el gobierno crea un marco regulatorio y de

incentivos que favorece la interacción. El valor de este modelo radica en que reconoce la interdependencia entre la generación de conocimiento, su aplicación comercial y las políticas públicas que lo sustentan.

La evolución del modelo ha dado paso a la cuádruple hélice, al reconocer que la sociedad civil no es solo usuaria final, sino co-productora de conocimiento y legitimidad. Arnkil et al. (2010) documentan experiencias europeas donde la ciudadanía participa en fases tempranas de diseño, lo que mejora pertinencia y adopción. A su vez, Cavallini et al. (2016) muestran que dispositivos de co-creación local (laboratorios vivos, plataformas de retos) incrementan la tasa de implementación y reducen la resistencia al cambio, al convertir a las comunidades en socias y no únicamente en beneficiarias.

Sin embargo, la experiencia demostró que limitar la colaboración a estos tres actores dejaba de lado a un componente crucial: la sociedad civil. Este vacío dio origen al modelo de tetra-hélice, formulado por Carayannis y Grigoroudis (2016), que incorpora a la ciudadanía y a organizaciones no gubernamentales como actores capaces de generar y validar conocimiento, impulsar demandas de innovación y garantizar que las soluciones respondan a necesidades reales. La inclusión de la sociedad civil amplía la perspectiva de la innovación, integrando dimensiones sociales, culturales y éticas que enriquecen los procesos.

Posteriormente, Carayannis y Campbell (2010) propusieron el modelo de quíntuple hélice, que añade el medio ambiente como un actor más del ecosistema. Este enfoque reconoce que la sostenibilidad ambiental no puede ser tratada como un resultado colateral de la innovación, sino que debe ser un eje central en su diseño y ejecución. En este esquema, la interacción de los cinco actores —universidad, empresa, gobierno,

sociedad civil y medio ambiente— busca generar innovación que no solo sea económicamente viable y socialmente aceptada, sino también ecológicamente responsable.

Para clarificar las diferencias entre estos modelos, la siguiente tabla sintetiza sus características principales.

Tabla 2 Comparación de modelos de hélices múltiples en la innovación

Modelo	**Actores principales**	**Enfoque central**	**Limitaciones principales**
Triple hélice	Universidad, empresa, gobierno	Transferencia de conocimiento y aplicación comercial	No incluye sociedad civil ni medio ambiente
Tetra-hélice	Universidad, empresa, gobierno, sociedad civil	Innovación inclusiva y socialmente orientada	Menor atención explícita a sostenibilidad ambiental
Quíntuple hélice	Universidad, empresa, gobierno, sociedad civil, medio ambiente	Innovación sostenible y ecológicamente responsable	Complejidad en la coordinación de cinco actores

Fuente: elaboración propia a partir de Etzkowitz & Leydesdorff (2000); Carayannis & Campbell (2010); Carayannis & Grigoroudis (2016).

El tránsito de la triple a la quíntuple hélice refleja un cambio de paradigma en el que la innovación deja de ser un proceso cerrado para convertirse en una construcción colectiva, donde el conocimiento se co-produce y circula entre actores diversos. Esta transformación está estrechamente vinculada con la noción de *open innovation* (Chesbrough, 2003), que promueve la apertura de los procesos innovadores a flujos externos de ideas, tecnologías y conocimientos, con el fin de aprovechar el potencial distribuido del sistema.

La figura siguiente ilustra cómo se estructuran los tres modelos, mostrando el progresivo aumento de actores y dimensiones consideradas.

En el caso de Caldas, el modelo de tetra-hélice se presenta como el más pertinente para analizar las dinámicas colaborativas, dado que la participación activa de la sociedad civil en temas como la conservación ambiental, el desarrollo comunitario y la innovación social es evidente. No obstante, la integración de elementos del modelo de quíntuple hélice —particularmente la consideración del medio ambiente como un actor en sí mismo— puede fortalecer la orientación hacia la sostenibilidad. La elección de este marco no implica una adhesión rígida, sino la adaptación de sus principios a las condiciones y necesidades específicas de la región.

El desafío radica en lograr que la interacción entre los actores no se limite a intercambios puntuales, sino que se institucionalice a través de mecanismos estables, canales de comunicación efectivos y objetivos estratégicos compartidos. La literatura señala que la calidad de las relaciones, más que la mera existencia de vínculos, es lo que determina la capacidad de un ecosistema para generar innovaciones relevantes y sostenibles (Guerrero, Urbano, & Herrera, 2017). Esto implica construir confianza, alinear expectativas y establecer indicadores que permitan evaluar los avances de manera conjunta.

2.3. Innovación y sostenibilidad

La relación entre innovación y sostenibilidad ha pasado de ser un tema periférico en la literatura a convertirse en un eje central de las agendas académicas, empresariales y

políticas. Durante gran parte del siglo XX, la innovación se concebía principalmente como un medio para mejorar la productividad y la competitividad económica, con escasa atención a los impactos ambientales y sociales que podía generar. Sin embargo, a partir de la década de 1990, el surgimiento de la noción de *desarrollo sostenible* —definido por el Informe Brundtland (World Commission on Environment and Development, 1987) como aquel que satisface las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones— impulsó una reconceptualización de la innovación bajo criterios de sostenibilidad.

La innovación sostenible se entiende como el desarrollo de nuevos productos, procesos o modelos de negocio que, además de generar valor económico, aportan beneficios sociales y reducen impactos negativos sobre el medio ambiente (Schaltegger & Wagner, 2011). Este enfoque integra de manera explícita las tres dimensiones del desarrollo sostenible: la económica, la social y la ambiental (Elkington, 1999), y se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la ONU en 2015, especialmente en áreas como energía asequible y no contaminante (ODS 7), trabajo decente y crecimiento económico (ODS 8), industria, innovación e infraestructura (ODS 9), y acción por el clima (ODS 13).

La transición hacia modelos de innovación sostenible ha sido impulsada por múltiples factores. En el ámbito regulatorio, la creciente adopción de normativas ambientales más estrictas obliga a las empresas a repensar sus procesos productivos y su gestión de recursos. En el plano del mercado, el aumento de consumidores conscientes exige productos más responsables y transparentes en su cadena de valor. En la esfera social, la presión por resolver problemas globales como el cambio climático

y la desigualdad ha motivado a organizaciones y gobiernos a destinar recursos a proyectos que integren objetivos económicos y de impacto positivo.

Este giro converge con marcos internacionales. Sachs (2015) sitúa la Agenda 2030 como guía para orientar la innovación hacia objetivos sociales y ambientales verificables. Más allá de “más innovación”, Schot y Steinmueller (2018) proponen la política de innovación transformativa, que reconfigura direccionalidad, gobernanza y aprendizajes del sistema para resolver grandes desafíos (transición energética, descarbonización, inclusión). En este marco, la innovación sostenible no se mide solo por patentes o ventas, sino por su capacidad de reorientar prácticas y mercados hacia resultados públicos, articulando instrumentos como compras públicas innovadoras, misiones y laboratorios vivos.

A nivel conceptual, la innovación sostenible se asienta en marcos como la economía circular (Geissdoerfer, Savaget, Bocken, & Hultink, 2017), que promueve el diseño de productos y procesos que minimicen el desperdicio y maximicen la reutilización de materiales, y la eco-innovación (OECD, 2018), entendida como toda innovación que reduce el impacto ambiental, ya sea directamente o mediante mejoras en la eficiencia de recursos.

Para ilustrar la intersección entre innovación y sostenibilidad, la figura siguiente presenta un diagrama conceptual que integra las tres dimensiones del desarrollo sostenible y los flujos de conocimiento e interacción que las vinculan con procesos innovadores.

Ilustración 1 Interrelación entre innovación y sostenibilidad

Fuente: elaboración propia a partir de Schaltegger & Wagner (2011), Elkington (1999) y Geissdoerfer et al. (2017).

En el contexto de economías emergentes como la de Caldas, la innovación sostenible adquiere una relevancia estratégica. La dependencia de sectores basados en recursos naturales —como la caficultura y otras actividades agroindustriales— hace que la degradación ambiental o la variabilidad climática tengan impactos directos en la economía y en la calidad de vida de la población. Implementar soluciones innovadoras que promuevan prácticas agrícolas sostenibles, optimicen el uso de recursos hídricos y fomenten energías renovables no solo es deseable, sino necesario para garantizar la resiliencia del territorio.

Además, la innovación sostenible puede ser un catalizador para fortalecer las dinámicas colaborativas del ecosistema de innovación. La naturaleza transversal de los problemas de sostenibilidad obliga a integrar perspectivas y capacidades diversas, fomentando la cooperación entre actores que, de otro modo, podrían operar de forma aislada. Esto se alinea directamente con los principios del modelo de tetra-hélice, en el que la interacción entre universidad, empresa, gobierno y sociedad civil es fundamental para diseñar e implementar soluciones con impacto integral.

2.4. Factores que influyen en la colaboración intersectorial

La colaboración entre sectores es uno de los puntos que sostienen a los ecosistemas de innovación. No se trata de un tema accesorio. Los retos de hoy, como la transición hacia energías limpias o la digitalización con enfoque inclusivo, son demasiado complejos para que un solo actor pueda resolverlos. Por eso es necesario combinar recursos, capacidades y experiencias de orígenes distintos. Ahora bien, que esa colaboración funcione de manera sostenida no depende solo de la voluntad de participar. La literatura señala varios factores que marcan la diferencia: la confianza, el capital social, las capacidades institucionales, el marco normativo, la infraestructura disponible y, algo clave, la alineación de los objetivos estratégicos (Clarysse et al., 2014; Guerrero et al., 2017; Putnam, 2000).

De todos ellos, la confianza suele aparecer en primer lugar. Confiar significa esperar que el otro cumpla lo que promete y actúe en favor del propósito común (Nahapiet & Ghoshal, 1998). Cuando hay confianza, la información fluye con menos trabas y los costos de supervisión bajan. Si no existe, cada acuerdo se vuelve más caro y complicado.

En regiones donde las relaciones han sido conflictivas, generar confianza no es rápido. Puede tomar años y, en muchos casos, requiere mecanismos formales que ofrezcan seguridad y transparencia.

El capital social es otro aspecto fundamental. Hace referencia a las redes y valores que sostienen la acción colectiva. Un capital social fuerte abre puertas, facilita contactos y hace que las iniciativas avancen con menos obstáculos. Si falta, en cambio, aparecen la desconfianza y el aislamiento (Putnam, 2000). En un ecosistema de innovación, el capital social no conecta solo a individuos, sino también a instituciones, y se convierte en un amortiguador cuando llegan cambios externos o crisis inesperadas.

Las capacidades institucionales y el entorno normativo influyen de manera directa. Cuando las instituciones, ya sean públicas o privadas, cuentan con experiencia en proyectos conjuntos, con equipos preparados y recursos disponibles, la colaboración resulta más efectiva. Lo contrario sucede en marcos regulatorios inestables o con trámites burocráticos excesivos: las empresas, en particular, tienden a retraerse al percibir altos costos o incertidumbre (Guerrero et al., 2017).

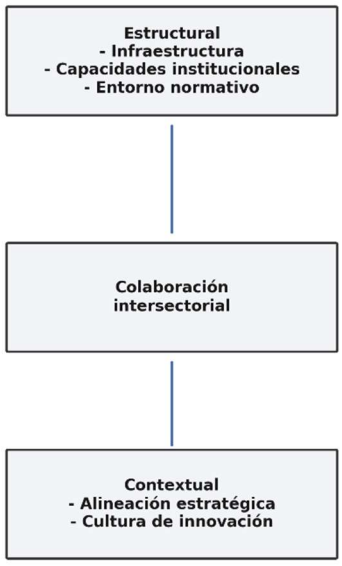
También juega un papel importante la infraestructura. No basta con la intención de colaborar si no hay espacios adecuados. Parques tecnológicos, laboratorios de innovación, centros de co-working o incluso plataformas digitales pueden marcar la diferencia. Estos lugares y herramientas reducen barreras de entrada y permiten que actores con menos recursos encuentren la forma de participar. En muchos casos, son el punto de encuentro donde nacen proyectos que difícilmente se hubieran dado de manera aislada. Además, la infraestructura tecnológica permite acelerar procesos de

experimentación y validación, esenciales para proyectos innovadores con horizontes temporales cortos.

Finalmente, la alineación estratégica de objetivos es indispensable para evitar que las colaboraciones se conviertan en una suma de intereses particulares sin coherencia. La literatura enfatiza que las alianzas más exitosas se construyen cuando los actores identifican beneficios mutuos y acuerdan indicadores para medir el impacto conjunto (Clarysse et al., 2014). En este sentido, los objetivos compartidos no implican uniformidad absoluta, sino compatibilidad y complementariedad en las metas de cada actor.

Para ilustrar cómo estos factores interactúan, la figura siguiente representa un modelo conceptual que vincula las dimensiones estructurales, relacionales y contextuales que influyen en la colaboración intersectorial.

Ilustración 2 Modelo conceptual de factores que influyen en la colaboración intersectorial



Fuente: elaboración propia a partir de Putnam (2000), Nahapiet & Ghoshal (1998), Clarysse et al. (2014) y Guerrero et al. (2017).

En el caso de Caldas, varios de estos factores presentan retos particulares. La confianza entre actores ha mejorado en ciertos sectores, pero aún se perciben brechas entre la academia y el sector productivo. El capital social, aunque fuerte en comunidades específicas, no siempre se traduce en redes intersectoriales amplias. Las capacidades institucionales varían considerablemente entre organizaciones, y el acceso a infraestructura de innovación se concentra en la capital departamental, lo que genera desigualdades territoriales. No obstante, la creciente alineación en torno a la sostenibilidad como objetivo común ofrece una oportunidad para consolidar la colaboración intersectorial y potenciar el ecosistema de innovación.

2.5. Ecosistemas de innovación en contextos emergentes

Los ecosistemas de innovación en contextos emergentes presentan características estructurales, culturales y económicas distintas de aquellos situados en economías desarrolladas. Aunque comparten principios básicos —interacción de actores, flujos de conocimiento, entorno habilitante y orientación al valor—, la manera en que estos elementos se manifiestan difiere considerablemente (Dutrénit, Capdevielle, Corona, & Puchet, 2016; Guerrero, Urbano, & Herrera, 2017).

En economías desarrolladas, la estabilidad institucional, la abundancia de capital humano calificado, la infraestructura tecnológica avanzada y el financiamiento para investigación y desarrollo (I+D) facilitan la madurez de los ecosistemas (OECD, 2018). En cambio, en contextos emergentes la baja inversión en I+D —en América Latina apenas 0,7 % del PIB frente al 2,4 % de la OCDE (CEPAL, 2020)—, la fragmentación

institucional y la desigualdad en el acceso a oportunidades generan obstáculos que ralentizan su consolidación.

Sin embargo, la limitación de recursos no siempre es sinónimo de debilidad. Países como Brasil, Chile y México han demostrado que la creatividad, la cooperación basada en capital social comunitario y el aprovechamiento de recursos endógenos pueden compensar, al menos parcialmente, las carencias estructurales (Cassiolato & Lastres, 2008; López & Lugones, 2018).

Para visualizar estas diferencias y oportunidades, se presenta el siguiente cuadro comparativo:

Tabla 3 Comparación entre ecosistemas de innovación en economías desarrolladas y emergentes

Dimensión	**Economías desarrolladas**	**Economías emergentes**
Inversión en I+D	Alta (≥2,4 % PIB); financiamiento público y privado abundante	Baja (<1 % PIB); dependencia de fondos externos
Infraestructura tecnológica	Avanzada, amplia cobertura y acceso	Limitada, concentrada en grandes ciudades
Capital humano	Alta proporción de investigadores y técnicos calificados	Menor disponibilidad; fuga de talentos
Entorno institucional	Marcos regulatorios estables; políticas de largo plazo	Inestabilidad normativa; políticas discontinuas
Cultura de colaboración	Tradición consolidada de cooperación universidad–empresa–gobierno	Colaboración incipiente; esfuerzos aislados
Innovación social	Enfoque complementario a la innovación tecnológica	Papel central para atender necesidades básicas

Dimensión	Economías desarrolladas	Economías emergentes
Acceso a financiamiento	Mercados de capital desarrollados; capital de riesgo activo	Financiamiento restringido; dependencia de créditos o cooperación internacional

Fuente: elaboración propia a partir de Dutrénit et al. (2016), OECD (2018) y CEPAL (2020).

En el caso de Caldas, el ecosistema refleja muchas de las características propias de un contexto emergente: concentración de infraestructura en la capital departamental, dependencia de sectores vulnerables al cambio climático —especialmente la caficultura—, y necesidad de fortalecer las capacidades institucionales y el acceso a financiamiento para I+D+I. No obstante, la presencia de universidades activas en investigación, un tejido empresarial diversificado y un creciente compromiso con la sostenibilidad abren oportunidades para adaptar modelos de éxito internacional a la realidad local.

2.6. El caso de Caldas y la pertinencia del modelo tetra-hélice

Caldas constituye un terreno fértil para analizar la colaboración en innovación con un lente de hélices múltiples. La estructura productiva del departamento —históricamente asociada a la caficultura, agroindustria y servicios— convive con una base universitaria densa en Manizales y un entramado institucional que, aunque ha avanzado en políticas de emprendimiento e innovación, mantiene asimetrías territoriales y de capacidades (Calderón-Hernández, Jiménez-Zapata, & Serna-Gómez, 2020). Esta combinación de activos y brechas hace que el desempeño del ecosistema dependa menos del “inventario”

de recursos y más de la calidad de las interacciones entre universidad, empresa, gobierno y sociedad civil, tal como sugiere la literatura de ecosistemas y hélices múltiples (Clarysse, Wright, Bruneel, & Mahajan, 2014; Carayannis & Grigoroudis, 2016).

2.6.1. Rasgos del contexto y tensiones estructurales

En lo territorial, el ecosistema se concentra en la capital departamental, donde coexisten universidades con trayectoria en investigación aplicada (Universidad de Caldas; Universidad Nacional–sede Manizales; Universidad de Manizales; Universidad Autónoma de Manizales), incubadoras y oficinas de transferencia, junto con empresas de servicios intensivos en conocimiento, TIC y construcción. En paralelo, buena parte del tejido productivo rural opera con márgenes estrechos, alta exposición climática y menor acceso a infraestructura científica. Esta dualidad centro–periferia tensiona la colaboración: el conocimiento se genera y circula en nodos urbanos, mientras que numerosos problemas de sostenibilidad y productividad emergen en municipios con menor densidad institucional (Guerrero, Urbano, & Herrera, 2017).

A ello se suman inestabilidades normativas y presupuestales que dificultan planear a mediano plazo, rasgo recurrente en economías emergentes (Autio, Kenney, Mustar, Siegel, & Wright, 2014). La consecuencia práctica es que las alianzas intersectoriales nacen, a menudo, como proyectos y no como mecanismos permanentes; dependen de convocatorias y liderazgos individuales más que de reglas e incentivos estables. Cuando esto ocurre, la coordinación entre actores se fragmenta y la transferencia Universidad-Empresa-Gobierno queda por debajo de su potencial (Perkmann, Salandra, Tartari, McKelvey, & Hughes, 2021).

2.6.2. Mapa funcional de actores: roles, capacidades y cuellos de botella

Para analizar la adecuación del modelo tetra-hélice a Caldas, conviene pasar de “quiénes son” a “qué hacen” y “qué les impide colaborar mejor”. El cuadro siguiente sintetiza funciones típicas, capacidades observables y cuellos de botella frecuentes por actor. No pretende ser exhaustivo, sino operativo para guiar la recolección y el análisis cualitativo.

Tabla 4 Actores del ecosistema de innovación en Caldas: funciones, capacidades y cuellos de botella

Actor (hélice)	**Funciones y aportes típicos**	**Capacidades actualmente visibles**	**Cuellos de botella recurrentes**
Universidad	I+D aplicada, formación de talento, transferencia y emprendimiento académico	Grupos reconocidos, laboratorios, oficinas de innovación/OTRI; redes nacionales e internacionales	Incentivos académicos aún más orientados a papers que a transferencia; tiempos y gobernanza para vinculación (Perkmann et al., 2021)
Empresa	Identificación de problemas/producto-mercado, validación y escalamiento, cofinanciación	Pymes ágiles en servicios/TIC; anclas sectoriales en agro y construcción	Bajos presupuestos de I+D; aversión al riesgo; ciclos cortos que desincentivan proyectos colaborativos (Clarysse et al., 2014)
Gobierno	Marco regulatorio, compras públicas innovadoras, coinversión, articulación territorial	Programas y convocatorias; capacidades técnicas en ciudades capitales	Intermitencia normativa/presupuestal; rotación de equipos; débil seguimiento a resultados (Autio et al., 2014)
Sociedad civil	Definición de necesidades, legitimidad, vigilancia y adopción social	Organizaciones ambientales y comunitarias	Participación tardía o consultiva; asimetrías de información; capacidades técnicas

Actor (hélice)	Funciones y aportes típicos	Capacidades actualmente visibles	Cuellos de botella recurrentes
		activas; redes de caficultores	desiguales (Rubens, Spigarelli, Cavicchi, & Rinaldi, 2017)

Fuente: elaboración propia con base en Clarysse et al. (2014); Autio et al. (2014); Perkmann et al. (2021); Rubens et al. (2017); Guerrero et al. (2017).

Este mapeo permite tres lecturas. Primero, hay capacidades, pero no siempre están acopladas: la universidad puede ofrecer conocimiento y laboratorios, mientras la empresa demanda soluciones inmediatas y el gobierno opera con ventanas presupuestales rígidas. Segundo, faltan mecanismos estables para traducir problemas productivos en agendas de investigación y prototipado compartidas (p. ej., retos públicos, laboratorios vivos, contratos marco de I+D). Tercero, la sociedad civil participa más como validación ex post que como cogeneradora ex ante de prioridades, lo que debilita la pertinencia y escalabilidad social de las soluciones (Carayannis & Grigoroudis, 2016).

2.6.3. ¿Por qué la tetra-hélice es pertinente para Caldas?

El modelo tetra-hélice no es un fin, sino un diseño de gobernanza que articula flujos de conocimiento y legitimidad. En Caldas, su pertinencia descansa en cuatro razones:

1. Problemas complejos (clima, productividad agro, movilidad del talento) que requieren conocimiento científico, coordinación público-privada y adopción social; ninguna hélice puede resolverlos sola (Carayannis & Campbell, 2010).

2. Densidad académica real en Manizales que puede escalar su impacto si se conecta con demandas productivas y sociales en municipios; esto demanda plataformas de co-diseño y misiones territoriales de innovación (Guerrero et al., 2017).

3. Necesidad de legitimidad: la sostenibilidad exige decisiones con costos distributivos (cambios de prácticas, inversiones), por lo que integrar tempranamente a la sociedad civil reduce resistencias y mejora adopción (Rubens et al., 2017).

4. Aprendizajes previos locales: evidencia cualitativa en la región sugiere catalizadores como infraestructura científica, incentivos alineados, apertura de información y alineación de metas; y barreras asociadas a recursos, apoyo político e inestabilidad (consistentes con hallazgos reportados para Caldas y para economías emergentes) (Calderón-Hernández et al., 2020; Guerrero et al., 2017).

Bajo este marco, la tetra-hélice funciona como arquitectura de acuerdos: define quién convoca, cómo se prioriza, qué instrumentos se usan (retos, compra pública innovadora, consorcios U-E), con qué métricas (no solo outputs académicos, también adopción, ahorros y mitigación) y cómo se reparten riesgos/beneficios. Cuanto más explícita sea esa arquitectura, menor la dependencia de liderazgos individuales y mayor la resiliencia del ecosistema (Clarysse et al., 2014).

2.6.4. Proposiciones analíticas para orientar el estudio empírico

Con base en la literatura y el diagnóstico situado, proponemos cuatro proposiciones que guiarán el análisis cualitativo:

- **P1 (acoplamiento de capacidades).** A mayor alineación entre agendas de investigación universitarias y “dolores” tecnológicos/organizacionales de empresas y gobierno, mayor probabilidad de colaboración sostenida y resultados transferibles (Perkmann et al., 2021; Clarysse et al., 2014).
- **P2 (gobernanza e incentivos).** La existencia de instrumentos estables (retos, convenios marco, fondos mixtos) **y métricas compartidas** incrementa la densidad y calidad de los vínculos U-E-G-S (Autio et al., 2014; Guerrero et al., 2017).
- **P3 (capital social y confianza).** Ecosistemas con redes de confianza preexistentes y información abierta muestran menores costos de coordinación y mayor velocidad de aprendizaje intersectorial (Putnam, 2000; Rubens et al., 2017).
- **P4 (pertinencia territorial).** La inclusión temprana de sociedad civil y actores rurales en la co-definición de problemas mejora la legitimidad y la adopción de soluciones en municipios no capital, cerrando brechas centro–periferia (Carayannis & Grigoroudis, 2016).

Estas proposiciones no buscan “probarse” estadísticamente, sino anclarse en evidencias cualitativas (entrevistas y codificación) para generar un modelo explicativo situado sobre qué habilita y cómo se sostiene la colaboración por la sostenibilidad en Caldas.

3. Metodología

3.1. Enfoque y diseño de la investigación

Este estudio adopta un enfoque cualitativo de carácter exploratorio, apropiado para comprender fenómenos complejos en contextos específicos donde la literatura disponible es limitada (Yin, 2003; Eisenhardt, 1989). El objetivo principal es identificar los factores que contribuyen al éxito de las dinámicas colaborativas entre los actores del ecosistema de innovación en Caldas —universidad, empresa, gobierno y sociedad— bajo el marco conceptual de la teoría de la tetra-hélice (Carayannis & Grigoroudis, 2016).

El diseño corresponde a un estudio de caso único con unidades de análisis múltiples, es decir, cada actor de la tetra-hélice y, dentro de ellos, los individuos seleccionados como informantes clave. Este formato permite integrar diferentes perspectivas y generar un entendimiento holístico del fenómeno (Stake, 1995).

3.2. Unidad de análisis y contexto

La unidad de análisis está compuesta por organizaciones y actores representativos del ecosistema de innovación de Caldas. Este ecosistema se caracteriza por una alta concentración de capacidades académicas y científicas en Manizales —con universidades y centros de investigación reconocidos—, un tejido productivo diverso que combina agroindustria, servicios y manufactura, así como políticas públicas recientes orientadas a la sostenibilidad. No obstante, enfrenta retos derivados de la desigualdad territorial, la concentración de infraestructura en la capital y la dependencia de sectores productivos sensibles al cambio climático.

3.3. Estrategia de muestreo

Se optó por un muestreo intencional orientado a la selección de informantes que representen a cada hélice, cuenten con experiencia directa en proyectos de innovación o sostenibilidad y tengan capacidad de aportar información detallada y reflexiva sobre el fenómeno. Se proyecta entrevistar a veinticinco personas, aunque la cifra final dependerá de la saturación teórica (Glaser & Strauss, 1967), asegurando que las categorías emergentes estén suficientemente desarrolladas y respaldadas por evidencia empírica.

Tabla 5 Perfiles previstos de participantes por hélice

Hélice	**Perfil de participante**	**Ejemplos de cargo o rol**
Universidad	Directivos de investigación, docentes líderes de proyectos, gestores de transferencia	Vicerrector de investigación, coordinador de OTRI
Empresa	Directores de innovación, gerentes generales, líderes de proyectos de I+D	CEO, jefe de desarrollo de producto
Gobierno	Funcionarios de planeación, innovación y desarrollo económico	Director de competitividad, asesor de ciencia y tecnología
Sociedad civil	Líderes comunitarios, representantes de ONG, asociaciones sectoriales	Presidente de gremio, coordinador de fundación ambiental

Fuente: elaboración propia.

3.4. Instrumento de recolección de datos

Se emplea un protocolo de entrevista semiestructurada diseñado específicamente para esta investigación y validado por dos expertos internacionales para garantizar su validez de contenido. El cuestionario está organizado en nueve preguntas abiertas distribuidas

en cinco categorías: perfil del entrevistado, relación con la innovación, experiencia y mecanismos de colaboración, motivaciones y barreras, y propuestas con impacto sostenible. Este formato permite explorar percepciones y experiencias, facilitando la comparación transversal entre actores.

3.5. Procedimiento de recolección de datos

La recolección se desarrolla en cuatro fases: identificación de potenciales participantes a través de redes académicas, empresariales y gubernamentales; solicitud de consentimiento informado explicando objetivos, confidencialidad y uso académico de los datos; realización de entrevistas presenciales o virtuales, con una duración aproximada de cuarenta a sesenta minutos; y registro de las entrevistas mediante grabación —previa autorización—, seguido de su transcripción literal para análisis.

3.6. Plan de análisis de datos

El análisis seguirá un proceso de codificación abierta, axial y selectiva (Strauss & Corbin, 1990) utilizando el software Atlas.ti 9. En la codificación abierta se identificarán conceptos y categorías iniciales; en la axial, se agruparán y relacionarán estas categorías para encontrar patrones; y en la selectiva, se integrarán en un modelo explicativo de las dinámicas colaborativas y sus factores de éxito. Aunque el análisis se guiará por el marco de la tetra-hélice, se permitirá la emergencia de categorías no previstas, enriqueciendo así la comprensión del fenómeno.

Figura 6. Proceso metodológico del estudio

3.7. Criterios de calidad y ética

Para asegurar la calidad del estudio, se aplicarán criterios de credibilidad, transferibilidad, dependencia y confirmabilidad (Lincoln & Guba, 1985). Esto incluye triangulación de fuentes, auditoría detallada de procedimientos y revisión por pares para contrastar interpretaciones. En el plano ético se garantizará consentimiento informado, confidencialidad de datos y anonimato de los participantes, así como el uso exclusivo de la información para fines académicos.

4. Resultados

El análisis de las 25 entrevistas realizadas a representantes de las cuatro hélices del ecosistema de innovación en Caldas (universidad, empresa, gobierno y sociedad civil) generó un corpus de información robusto y diverso, que fue procesado a través de las fases de codificación abierta, axial y selectiva en *Atlas.ti*. El proceso permitió identificar 20 códigos y 90 citas relevantes, los cuales reflejan los principales factores que influyen en las dinámicas colaborativas orientadas a la sostenibilidad. Estos factores se agruparon en tres grandes dimensiones: facilitadores, barreras y condiciones contextuales.

4.1. Descripción general de la muestra

La muestra estuvo compuesta por:

- **Universidad**: 6 entrevistados, entre ellos coordinadores de transferencia tecnológica, directores de emprendimiento y docentes-investigadores con experiencia en proyectos de vinculación con el sector productivo.
- **Empresa**: 6 entrevistados, incluyendo gerentes de innovación, líderes de procesos productivos y coordinadores de proyectos estratégicos.
- **Gobierno**: 6 entrevistados, entre ellos directores de competitividad, asesores de innovación y jefes de programas de desarrollo regional.
- **Sociedad civil**: 7 entrevistados, representados por líderes comunitarios, representantes de asociaciones productivas y directores de organizaciones no gubernamentales.

Las entrevistas se llevaron a cabo entre el 12 y el 30 de julio de 2025, combinando modalidades virtuales y presenciales. La duración promedio fue de 45 minutos, con un rango entre 30 y 60 minutos, y todas fueron registradas con autorización de los participantes.

4.2. Frecuencia y relevancia de códigos

El código más frecuente fue Mejora de procesos (19 citas), lo que evidencia que gran parte de las acciones para la sostenibilidad parten de optimizar los recursos, aumentar la eficiencia y reducir desperdicios. Este hallazgo se asocia a prácticas como la digitalización de operaciones, la estandarización de procedimientos y la incorporación de metodologías de mejora continua.

Le siguen Colaboración interinstitucional (15 citas), que resalta la importancia de las alianzas estratégicas entre actores, y Conocimiento aplicado (11 citas), donde el saber

técnico y científico se traduce en soluciones adaptadas a las realidades locales. La Participación activa (11 citas) emerge como un factor clave para generar compromiso y corresponsabilidad.

En el grupo de barreras, destacan Costos altos e Innovación tecnológica (9 citas cada uno), junto con Carencia de financiación y Falta de financiación (5 citas cada uno). Estos obstáculos limitan la capacidad de implementar soluciones sostenibles, especialmente en pequeñas y medianas empresas.

Ilustración 3 Distribución de códigos según frecuencia en Atlas.ti

Fuente: Atlas.ti

La Figura 3 presenta un treemap que permite visualizar de manera proporcional la presencia de cada código en el conjunto de citas. El tamaño de cada bloque es indicativo de la importancia relativa del tema, mientras que la diversidad de colores facilita la identificación de categorías afines. La prominencia de “Mejora de procesos” y “Colaboración interinstitucional” refleja una tendencia clara hacia el fortalecimiento de capacidades internas y el establecimiento de redes de cooperación.

4.3. Ejemplos cualitativos

Para comprender cómo se materializan los códigos más relevantes, se presentan a continuación fragmentos representativos de las entrevistas:

- **Mejora de procesos**: “Implementamos un sistema de control de inventarios que redujo las pérdidas en un 25%, y esto se tradujo en un uso más eficiente de los insumos” (E05, sector agroindustrial).
- **Colaboración interinstitucional**: “Al vincularnos con el gobierno y la academia, logramos acceder a recursos y conocimientos que de otra manera serían inaccesibles” (S02, líder comunitario).
- **Conocimiento aplicado**: “La transferencia de conocimiento no puede quedarse en papers; debe llegar al campo y adaptarse a nuestras condiciones” (U04, universidad pública).
- **Costos altos**: “La tecnología está, pero para nosotros es prohibitiva por los costos de adquisición y mantenimiento” (E01, manufactura).
- **Innovación tecnológica**: “Adoptar nuevas tecnologías implica un proceso de capacitación y adaptación que no todos los actores están dispuestos o preparados para asumir” (G03, funcionario de desarrollo económico).

Estos testimonios complementan la visión cuantitativa y permiten entender la carga emocional y estratégica detrás de cada factor.

4.4. Patrones por hélice

El análisis comparativo entre hélices revela particularidades significativas:

- **Universidades**: concentran sus menciones en la “Innovación tecnológica” y el “Conocimiento aplicado”, lo que refleja su papel en la generación y transferencia de saberes.
- **Empresas**: priorizan la “Mejora de procesos” y expresan preocupación por los “Costos altos”, orientando sus esfuerzos hacia la competitividad y eficiencia.
- **Gobierno**: enfatiza la “Colaboración interinstitucional” y las “Barreras regulatorias”, evidenciando su rol como articulador, pero también las limitaciones normativas que enfrenta.
- **Sociedad civil**: pone el acento en la “Participación activa” y las “Dificultades logísticas”, resaltando la necesidad de inclusión y de superar obstáculos operativos.

La convergencia se da en la importancia de las alianzas y la mejora continua, aunque cada hélice enfrenta retos propios que requieren estrategias diferenciadas y coordinadas.

4.5. Interpretación integradora

Los hallazgos sugieren que el ecosistema de innovación en Caldas presenta un alto potencial para la sostenibilidad, pero enfrenta desafíos estructurales relacionados con la financiación, el acceso a tecnología y la burocracia. La combinación de factores facilitadores y barreras apunta a la necesidad de políticas públicas más flexibles, mecanismos de financiamiento adaptados a cada actor y plataformas de colaboración que reduzcan asimetrías de información y capacidad.

5. Discusión

5.1. Conexión entre los resultados y la teoría de la Triple/Quadruple Hélice

Los hallazgos del análisis confirman varios de los supuestos centrales de la teoría de la Triple y Cuádruple Hélice (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Carayannis & Campbell, 2009), que postula que la interacción entre universidad, empresa, gobierno y sociedad civil es esencial para el desarrollo de ecosistemas de innovación sostenibles. El hecho de que “Mejora de procesos” y “Colaboración interinstitucional” sean los códigos más frecuentes sugiere que los actores no solo reconocen la necesidad de innovar internamente, sino que también comprenden que el valor se potencia en redes colaborativas.

En este sentido, el predominio de la “Mejora de procesos” en las empresas y organizaciones participantes se alinea con los planteamientos de Nonaka y Takeuchi (1995) sobre la creación de conocimiento organizacional como ventaja competitiva. La optimización de recursos y la implementación de metodologías de mejora continua no son solo prácticas operativas, sino mecanismos de aprendizaje colectivo que fortalecen la resiliencia del ecosistema.

Por otro lado, la relevancia de la “Colaboración interinstitucional” se explica a la luz de los marcos de innovación abierta (Chesbrough, 2003), que enfatizan la circulación bidireccional de conocimiento entre actores. Las entrevistas muestran que cuando existe un flujo constante de información y recursos entre las hélices, los proyectos adquieren mayor alcance e impacto. Sin embargo, la persistencia de barreras como “Costos altos” y “Falta de financiación” revela que el acceso a tecnología y capital sigue siendo desigual, lo que puede generar asimetrías de poder e innovación.

Ilustración 4 Frecuencia de códigos en entrevistas del ecosistema de innovación en Caldas

Fuente: elaboración propia

La Figura 4, elaborada a partir del conteo de citas codificadas, refuerza la importancia relativa de cada factor y evidencia que las categorías facilitadoras (en verde y azul) superan en frecuencia a las barreras (en tonos rojos y naranjas), lo que sugiere un escenario propicio para el desarrollo, siempre que se atiendan los obstáculos críticos.

5.2. Comparación con estudios previos

Los resultados son consistentes con investigaciones realizadas en ecosistemas latinoamericanos (Albuquerque et al., 2015; Dutrénit & Arza, 2010), donde la articulación universidad-empresa-gobierno ha mostrado potencial para impulsar la innovación, pero se ve limitada por factores financieros y regulatorios. En el caso de Caldas, las “Barreras

regulatorias” y la “Burocracia” reportadas coinciden con los hallazgos de Rodríguez-Pose & Di Cataldo (2015), quienes advierten que la rigidez normativa reduce la capacidad de respuesta ante oportunidades emergentes.

Asimismo, el peso de la “Participación activa” en la sociedad civil refuerza la hipótesis de la Cuádruple Hélice de Carayannis y Campbell (2012), donde la incorporación de actores comunitarios no solo legitima las iniciativas, sino que incrementa la adopción de soluciones sostenibles. Sin embargo, las “Dificultades logísticas” identificadas apuntan a que la participación aún no está acompañada por infraestructuras adecuadas.

5.3. Interpretación de relaciones entre categorías (codificación axial)

El análisis del treemap y del gráfico de barras revela no solo qué categorías fueron más frecuentes, sino cómo se interrelacionan y generan dinámicas que pueden potenciar o frenar la sostenibilidad del ecosistema. Los facilitadores identificados —Mejora de procesos, Colaboración interinstitucional, Conocimiento aplicado, Participación activa y Comunicación constante— no aparecen aislados, sino que forman un entramado de relaciones donde cada elemento refuerza a los demás.

Por ejemplo, la mejora de procesos en empresas y organizaciones se ve impulsada por el conocimiento aplicado proveniente de las universidades, el cual llega a los territorios gracias a la colaboración interinstitucional y a la comunicación constante entre actores. A su vez, la participación activa de la sociedad civil no solo legitima estas iniciativas, sino que aporta retroalimentación para adaptar las soluciones a realidades específicas.

Las barreras —Costos altos, Innovación tecnológica como reto, Carencia/Falta de financiación, Barreras regulatorias, Dificultades logísticas y Burocracia— tienden a agruparse en patrones que se retroalimentan. La falta de financiación agrava la imposibilidad de afrontar costos elevados y limita la adopción tecnológica. Asimismo, las barreras regulatorias y la burocracia generan retrasos que afectan la oportunidad de ejecutar proyectos innovadores. Esto confirma la idea de que los problemas en ecosistemas de innovación suelen ser sistémicos (Nelson, 2008), y por tanto requieren soluciones integradas, no medidas aisladas.

Tabla 6 Relación entre facilitadores y barreras identificadas

Facilitador principal	**Barrera asociada más frecuente**	**Ejemplo de interacción negativa**
Mejora de procesos	Costos altos	Una empresa optimiza su producción, pero no puede implementar nueva maquinaria por su elevado precio.
Colaboración interinstitucional	Barreras regulatorias	Un convenio universidad-empresa-gobierno se retrasa por requisitos administrativos excesivos.
Conocimiento aplicado	Falta de financiación	Un prototipo desarrollado por la academia no llega al mercado por falta de capital semilla.
Participación activa	Dificultades logísticas	Comunidades rurales dispuestas a participar no pueden asistir a reuniones por problemas de transporte.
Comunicación constante	Burocracia	El intercambio de información se ralentiza debido a múltiples trámites internos.

Fuente: elaboración propia

Esta tabla muestra cómo los elementos positivos y negativos coexisten y, en ocasiones, se neutralizan mutuamente, afectando la eficacia global del ecosistema.

5.4. Implicaciones para política pública y gestión estratégica

Los hallazgos de este estudio muestran que el fortalecimiento del ecosistema de innovación en Caldas exige intervenciones simultáneas en varios frentes, que van desde la formalización de alianzas hasta la construcción de una cultura de innovación inclusiva. La experiencia internacional evidencia que la cooperación formalizada es un factor decisivo para potenciar la innovación territorial. Iniciativas como Ruta N en Medellín han demostrado que la institucionalización de alianzas entre universidad, empresa y gobierno genera impactos tangibles en la atracción de inversión y en la consolidación de un tejido empresarial innovador (Gómez & Mitchell, 2014; Robledo, Orozco & Valencia, 2018). En el caso de Caldas, la creación de programas de cofinanciación con reglas claras, cronogramas definidos y mecanismos de evaluación compartida puede multiplicar el alcance de las iniciativas colaborativas, evitando que queden limitadas a esfuerzos aislados o de corto plazo.

Otra dimensión crítica es el financiamiento. La escasez de recursos, identificada como una de las principales barreras en este estudio, requiere esquemas flexibles que respondan a la realidad de las pequeñas y medianas empresas, así como de las organizaciones comunitarias. Experiencias en América Latina, como las líneas de apoyo de CORFO en Chile, han mostrado que instrumentos como créditos blandos, capital semilla con devolución condicional y fondos concursables facilitan el acceso a la innovación para actores que, de otra manera, quedarían excluidos (Álvarez & Grazzi, 2018; Crespi, Maffioli & Meléndez, 2019). Adoptar mecanismos similares en Caldas permitiría reducir la dependencia de convocatorias nacionales altamente competitivas y acercar el financiamiento a proyectos con impacto local.

En cuanto al marco regulatorio, los resultados ponen en evidencia que la burocracia y las barreras normativas ralentizan la implementación de innovaciones. Frente a este panorama, la literatura reciente recomienda avanzar hacia esquemas de **“**sandbox” regulatorios, que permiten ensayar nuevas tecnologías bajo supervisión sin someterlas a toda la rigidez normativa desde el inicio (Zetzsche, Buckley, Arner & Barberis, 2017). Países como Finlandia y Singapur han demostrado que estos entornos de prueba no solo reducen los tiempos de adopción, sino que también generan aprendizajes institucionales para ajustar la regulación de manera más ágil. En Caldas, una estrategia de este tipo podría aplicarse en sectores como la agroindustria y las energías renovables, donde la innovación suele enfrentarse a normativas pensadas para contextos tradicionales.

Superar las barreras logísticas señaladas en las entrevistas no es tarea menor. Hace falta una intervención directa en infraestructura y conectividad. La OCDE (2020) lo confirma: la calidad del transporte y de las redes digitales marca la diferencia en la capacidad de un territorio para sostener procesos de innovación.

En Caldas esto tiene un sentido muy claro. Se necesitan mejores rutas de transporte intermunicipal, conectividad digital en las zonas rurales y espacios colaborativos que sean accesibles. Sin estas condiciones básicas, la sociedad civil queda en desventaja. Y entonces la participación no es igualitaria.

La cultura también juega su papel. Aunque se hable menos de ella, la resistencia al cambio está presente. Y es un freno. Adoptar nuevas tecnologías o prácticas sostenibles no siempre resulta fácil. Rogers (2003) y Dutrénit (2017) muestran que la difusión de innovaciones depende tanto de incentivos materiales como de procesos de

acompañamiento. Dicho de otra manera: no basta con recursos, también se necesita confianza.

Por eso, los programas de capacitación continua y las metodologías de gestión del cambio resultan esenciales. No se trata solo de enseñar a usar una herramienta. Es necesario demostrar beneficios, reducir miedos y mostrar que la innovación trae ventajas reales. Así se evita que sea vista como algo impuesto desde afuera y, en cambio, se convierte en una transformación compartida.

En conjunto, el éxito del ecosistema de innovación en Caldas no dependerá solo de dinero o tecnología. Harán falta políticas públicas bien diseñadas, esquemas de financiamiento adecuados, normas flexibles, infraestructura que funcione y una cultura abierta a la innovación. Esa combinación es la que puede sostener procesos estables y de largo plazo.

5.5. Proyecciones del ecosistema

El análisis de las entrevistas en Atlas.ti abre la puerta a pensar en futuros posibles para el ecosistema de innovación en Caldas. No son predicciones exactas. Son escenarios que ayudan a reflexionar y planear, siguiendo a Godet (2006) y Medina (2012).

Escenario de avance acelerado

Ocurre si se alinean tres cosas: incentivos financieros, infraestructura sólida y normas ágiles. Con esas condiciones, el ecosistema podría conectarse con redes nacionales e internacionales y crear un tejido empresarial innovador. El caso de Medellín y Ruta N muestra que es posible. En menos de una década logró ser referente gracias a la

articulación de actores (Robledo et al., 2018). Para Caldas, este camino significaría convertirse en nodo estratégico de innovación sostenible en Colombia.

Escenario de estancamiento controlado

Aquí los avances serían parciales. Unas pocas organizaciones con recursos propios impulsarían cambios. Sin financiamiento inclusivo ni políticas claras, los beneficios quedarían en manos de unos pocos. Es algo que ya se ha visto en la región: innovación concentrada en grandes empresas, mientras PYMES y comunidades locales quedan rezagadas (Crespi et al., 2014). El riesgo es un ecosistema poco inclusivo y con transformaciones superficiales.

Escenario de retroceso

Este panorama surge si aumentan las barreras financieras y regulatorias, y si falta inversión en infraestructura y cultura innovadora. En tal caso, la cooperación se debilita y el ecosistema se fragmenta. La OCDE (2020) advierte que, cuando no se sostienen los mecanismos de colaboración, se pierde resiliencia y crece la dependencia de iniciativas externas.

En los tres escenarios, dos factores aparecen de manera transversal como decisivos para la sostenibilidad a largo plazo: la participación activa de la sociedad civil y el flujo constante de conocimiento aplicado. La evidencia recogida en este trabajo confirma que, sin la apropiación social y sin la transferencia efectiva de saberes al territorio, incluso las políticas más ambiciosas corren el riesgo de perder impacto real. Como señalan Carayannis y Campbell (2012), la innovación sostenible requiere no solo

del triángulo universidad–empresa–gobierno, sino también de la legitimidad y la energía social que aporta la ciudadanía organizada.

5.6. Limitaciones y futuras investigaciones

Si bien las entrevistas abarcaron un espectro representativo de actores, la disponibilidad de tiempo y la falta de colaboración plena de algunos perfiles pueden haber dejado vacíos en la información. Futuras investigaciones podrían incluir análisis de redes sociales (ARS) para mapear interacciones en tiempo real y estudios longitudinales para evaluar la evolución de las dinámicas colaborativas.

1. Conclusiones

El análisis de las 25 entrevistas realizadas a representantes de las cuatro hélices del ecosistema de innovación en Caldas permitió identificar un panorama en el que las oportunidades superan a las limitaciones, pero donde las barreras estructurales todavía condicionan el ritmo y el alcance de las iniciativas. Los resultados muestran que la región cuenta con un conjunto sólido de facilitadores encabezados por la *mejora de procesos*, la *colaboración interinstitucional* y el *conocimiento aplicado*. Estas fortalezas constituyen el núcleo de la capacidad innovadora del territorio, ya que articulan mejoras internas en las organizaciones, generan sinergias entre actores y transforman el conocimiento académico en soluciones concretas adaptadas al contexto local.

Sin embargo, el análisis también pone de relieve un grupo de barreras críticas —*costos altos*, *falta de financiación*, *burocracia* y *barreras regulatorias*— que limitan la escalabilidad y sostenibilidad de las acciones. Estas barreras no operan de forma aislada:

se interrelacionan y amplifican sus efectos, generando un círculo vicioso que afecta especialmente a las pequeñas y medianas empresas, a las iniciativas comunitarias y a los proyectos que requieren alta inversión tecnológica. La falta de financiación, por ejemplo, no solo restringe la adquisición de equipos o el desarrollo de prototipos, sino que también condiciona la capacidad de establecer alianzas de largo plazo o de sostener procesos de capacitación.

El enfoque de la cuádruple hélice utilizado en este estudio permitió diferenciar claramente las contribuciones y necesidades de cada actor del ecosistema. Las universidades emergen como generadoras de conocimiento y capacidades técnicas; las empresas aportan recursos, capacidad de implementación y visión de mercado; el gobierno actúa como articulador de políticas y facilitador de entornos habilitantes; y la sociedad civil garantiza pertinencia, legitimidad y conexión directa con las necesidades del territorio. Esta distribución de roles confirma que la sostenibilidad del ecosistema no depende exclusivamente de un actor, sino de la capacidad colectiva de articular esfuerzos.

En términos estratégicos, los hallazgos confirman que Caldas tiene un capital humano, social e institucional capaz de liderar procesos de innovación sostenible a nivel regional. No obstante, para alcanzar todo su potencial es necesario pasar de colaboraciones ocasionales a modelos de cooperación permanentes, acompañados de mecanismos que aseguren financiamiento estable, marcos regulatorios flexibles y una cultura de innovación que trascienda los cambios políticos y las coyunturas económicas.

2. Recomendaciones

El fortalecimiento del ecosistema de innovación en Caldas requiere una combinación de medidas de política pública, gestión organizacional y participación comunitaria que aborden de forma integral tanto los facilitadores como las barreras identificadas en este estudio. Las siguientes recomendaciones buscan traducir los hallazgos en acciones concretas que impulsen la sostenibilidad del territorio.

En el ámbito de la política pública

- Diseñar e implementar programas de cofinanciación multiactor, en los que proyectos de innovación sostenible cuenten con aportes conjuntos de gobierno, empresas, universidades y sociedad civil. Estos programas deben priorizar criterios de pertinencia social y ambiental, además de la viabilidad técnica y económica.
- Establecer entornos de prueba regulatoria (*regulatory sandboxes*) que permitan la implementación experimental de innovaciones bajo supervisión, reduciendo tiempos y trámites administrativos. Esta medida es clave para acelerar la adopción tecnológica y probar modelos de negocio disruptivos sin poner en riesgo la estabilidad normativa.
- Invertir en infraestructura física y digital que conecte de forma efectiva las zonas rurales y urbanas, garantizando la equidad en el acceso a oportunidades de colaboración, formación y mercado. Esto incluye mejorar la conectividad de internet, el transporte y la disponibilidad de espacios de trabajo colaborativo.

En el nivel organizacional

- Formalizar alianzas estratégicas estables mediante acuerdos de gobernanza compartida que definan responsabilidades, beneficios y mecanismos de resolución de conflictos, evitando que la colaboración dependa exclusivamente de relaciones personales o coyunturas temporales.
- Adoptar metodologías ágiles y herramientas digitales de gestión de proyectos para mejorar la eficiencia y reducir costos operativos, facilitando la coordinación entre equipos de diferentes instituciones y sectores.
- Implementar programas de capacitación continua en innovación y gestión del cambio, dirigidos a todos los niveles jerárquicos, de modo que las organizaciones desarrollen capacidades adaptativas y resilientes frente a los cambios tecnológicos y de mercado.

En el ámbito comunitario

- Crear canales permanentes de comunicación y participación que permitan a la sociedad civil incidir de manera real en el diseño y ejecución de proyectos, fomentando la transparencia y la apropiación ciudadana.
- Desarrollar mecanismos inclusivos de participación que eliminen barreras de acceso relacionadas con transporte, horarios o disponibilidad tecnológica, garantizando que las comunidades rurales y vulnerables también sean protagonistas del proceso de innovación.

- Promover la educación para la sostenibilidad en organizaciones de base, integrando conocimientos técnicos, gestión de recursos y prácticas culturales que fortalezcan la identidad local y el compromiso con el desarrollo sostenible.

Estas recomendaciones están orientadas a transformar las fortalezas actuales del ecosistema en un motor de crecimiento y resiliencia, al tiempo que se reducen las barreras que hoy limitan su alcance. La clave radica en que las medidas se implementen de forma simultánea y coordinada, evitando soluciones aisladas que no logren un impacto sistémico.

8. Reflexión final

Más que un ejercicio académico, este trabajo constituye una hoja de ruta estratégica para comprender y fortalecer las dinámicas colaborativas del ecosistema de innovación en Caldas. La evidencia obtenida demuestra que, cuando universidad, empresa, gobierno y sociedad civil trabajan de forma articulada, las capacidades individuales se multiplican, se optimizan los recursos y se generan soluciones con verdadero impacto en la sostenibilidad regional. Sin embargo, también queda claro que esta cooperación no es un estado natural, sino el resultado de condiciones habilitantes que deben ser cuidadosamente construidas y protegidas: acceso a financiamiento, marcos regulatorios flexibles, canales de comunicación permanentes y confianza mutua entre actores.

El reto de superar las barreras identificadas exige voluntad política, liderazgo institucional y un compromiso genuino con el interés colectivo. La experiencia recogida en este estudio sugiere que el potencial innovador de Caldas no radica únicamente en su infraestructura o en sus recursos financieros, sino en su capital humano, en la diversidad

de saberes y en la capacidad de sus actores para trabajar en conjunto. La sostenibilidad de este ecosistema dependerá, en gran medida, de que se consoliden modelos de colaboración estables y de largo plazo, que trasciendan los cambios de administración y las coyunturas económicas.

Si la región logra mantener y ampliar sus facilitadores, al tiempo que reduce de manera sostenida las fricciones estructurales, podrá no solo consolidar un ecosistema de innovación robusto, sino también posicionarse como referente de sostenibilidad en América Latina. El camino está delineado: lo que sigue es activar los mecanismos para que la colaboración deje de ser una excepción y se convierta en la norma, asegurando que la innovación y la sostenibilidad se conviertan en pilares permanentes del desarrollo regional.

9. Referencias

Álvarez, R., & Grazzi, M. (2018). Innovation and SME financing in Latin America. Inter-American Development Bank.

Arnkil, R., Järvensivu, A., Koski, P., & Piirainen, T. (2010). Exploring the quadruple helix: Outlining user-oriented innovation models. University of Tampere, Working Papers.

Autio, E., Kenney, M., Mustar, P., Siegel, D., & Wright, M. (2014). Entrepreneurial innovation: The importance of context. Research Policy, 43(7), 1097–1108. https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.01.015

Calderón-Hernández, G., Jiménez-Zapata, Y. A., & Serna-Gómez, H. M. (2020). Barriers to University Spin-Off Creation in an Emerging Context: An Institutional Theory of Organizations Approach. Minerva, 58(4), 625–650. https://doi.org/10.1007/s11024-020-09406-1

Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. J. (2010). Triple helix, Quadruple helix and Quintuple helix and how do knowledge, innovation and the environment relate to each other? International Journal of Social Ecology and Sustainable Development, 1(1), 41–69. https://doi.org/10.4018/jsesd.2010010105

Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. J. (2012). Mode 3 knowledge production in quadruple helix innovation systems. Springer.

Carayannis, E. G., & Grigoroudis, E. (2016). Quadruple Innovation Helix and Smart Specialization: Knowledge production and national competitiveness. Foresight and STI Governance, 10(1), 31–42. https://doi.org/10.17323/1995-459X.2016.1.31.42

Cassiolato, J. E., & Lastres, H. M. M. (2008). Local, national and regional systems of innovation in the MERCOSUR. International Journal of Technology and Globalisation, 4(1), 92–111. https://doi.org/10.1504/IJTG.2008.016184

Cavallini, S., Soldi, R., Friedl, J., & Volpe, M. (2016). Using the Quadruple Helix Approach to Accelerate the Transfer of Research and Innovation Results to Regional Growth. European Union/Committee of the Regions.

CEPAL. (2020). La inversión en investigación y desarrollo en América Latina y el Caribe. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. https://www.cepal.org/es

Chesbrough, H. W. (2003). Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology. Harvard Business School Press.

Clarysse, B., Wright, M., Bruneel, J., & Mahajan, A. (2014). Creating value in ecosystems: Crossing the chasm between knowledge and business ecosystems. Research Policy, 43(7), 1164–1176. https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.04.014

Crespi, G., & Zúñiga, P. (2012). Innovation and productivity: Evidence from Latin American firms. World Development, 40(2), 273–290. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.07.010

Crespi, G., Fernández-Arias, E., & Stein, E. (Eds.). (2014). Rethinking productive development: Sound policies and institutions for economic transformation. Inter-American Development Bank/Palgrave Macmillan.

Crespi, G., Maffioli, A., & Meléndez, M. (2019). Public support to innovation: The Colombian experience (IDB Working Paper Series). Inter-American Development Bank.

Dutrénit, G. (2017). Learning, capability building and innovation systems in developing countries. Edward Elgar.

Dutrénit, G., Capdevielle, M., Corona, J. M., & Puchet, M. (2016). Innovation and development in Mexico: From policy to practice. Science and Public Policy, 43(4), 463–475. https://doi.org/10.1093/scipol/scw008

Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. Academy of Management Review, 14(4), 532–550. https://doi.org/10.5465/amr.1989.4308385

Elkington, J. (1999). Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business. Capstone Publishing.

Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. Research Policy, 29(2), 109–123. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? Journal of Cleaner Production, 143, 757–768. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048

Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (1967). The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research. Aldine Publishing.

Godet, M. (2006). Creating futures: Scenario planning as a strategic management tool. Economica.

Guerrero, M., Urbano, D., & Herrera, F. (2017). Innovation practices in emerging economies: Do university partnerships matter? The Journal of Technology Transfer, 44(2), 615–646. https://doi.org/10.1007/s10961-017-9578-8

Jackson, D. J. (2011). What is an innovation ecosystem? (White paper). National Science Foundation.

Leydesdorff, L., & Etzkowitz, H. (1996). Emergence of a Triple Helix of university–industry–government relations. Science and Public Policy, 23(5), 279–286. https://doi.org/10.1093/spp/23.5.279

Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). Naturalistic inquiry. Sage Publications.

López, A., & Lugones, G. (2018). Políticas de ciencia, tecnología e innovación en América Latina. CEPAL. https://www.cepal.org/es

Malaver, F., & Vargas, M. (2013). Innovación y desempeño empresarial en Colombia: Evidencia y desafíos de política. Universidad Nacional de Colombia (Documento de trabajo).

Medina, J. (2012). Prospectiva: Herramienta para la construcción del futuro. Universidad Externado de Colombia.

Moore, J. F. (1993). Predators and prey: A new ecology of competition. Harvard Business Review, 71(3), 75–86.

Mulgan, G. (2006). The process of social innovation. Innovations: Technology, Governance, Globalization, 1(2), 145–162. https://doi.org/10.1162/itgg.2006.1.2.145

Nahapiet, J., & Ghoshal, S. (1998). Social capital, intellectual capital, and the organizational advantage. Academy of Management Review, 23(2), 242–266. https://doi.org/10.5465/amr.1998.533225

OECD. (2018). Oslo Manual 2018: Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation (4th ed.). OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264304604-en

OECD. (2020). OECD Reviews of Innovation Policy: Colombia 2020. OECD Publishing.

Patton, M. Q. (2002). Qualitative research & evaluation methods (3rd ed.). Sage Publications.

Perkmann, M., Salandra, R., Tartari, V., McKelvey, M., & Hughes, A. (2021). Academic engagement: A review of the literature 2011–2019. Research Policy, 50(1), 104114. https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.104114

Putnam, R. D. (2000). Bowling alone: The collapse and revival of American community. Simon & Schuster.

Robledo, J., Orozco, J., & Valencia, F. (2018). Ruta N: Lessons from Medellín's innovation ecosystem. Universidad de los Andes (Reporte).

Rogers, E. M. (2003). Diffusion of innovations (5th ed.). Free Press.

Rubens, A., Spigarelli, F., Cavicchi, A., & Rinaldi, C. (2017). Universities' third mission and the entrepreneurial university and the challenges they bring to higher education institutions. Journal of Enterprising Communities: People and Places in the Global Economy, 11(3), 354–372. https://doi.org/10.1108/JEC-01-2017-0006

Sachs, J. D. (2015). The age of sustainable development. Columbia University Press.

Saxenian, A. (1994). Regional advantage: Culture and competition in Silicon Valley and Route 128. Harvard University Press.

Schaltegger, S., & Wagner, M. (2011). Sustainable entrepreneurship and sustainability innovation: Categories and interactions. Business Strategy and the Environment, 20(4), 222–237. https://doi.org/10.1002/bse.682

Schot, J., & Steinmueller, W. E. (2018). Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. Research Policy, 47(9), 1554–1567. https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.08.011

Stake, R. E. (1995). The art of case study research. Sage Publications.

Strauss, A., & Corbin, J. (1990). Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques. Sage Publications.

World Commission on Environment and Development. (1987). Our common future. Oxford University Press.

Yin, R. K. (2003). Case study research: Design and methods (3rd ed.). Sage Publications.

Zetzsche, D. A., Buckley, R. P., Arner, D. W., & Barberis, J. N. (2017). Regulating a revolution: From regulatory sandboxes to smart regulation. Fordham Journal of Corporate & Financial Law, 23(1), 31–103.

10. Anexos

Anexo 1. Guía de entrevista semiestructurada

Título de la investigación:

Dinámicas colaborativas entre los actores del ecosistema de innovación en caldas en pro de la sostenibilidad: una investigación exploratoria.

Objetivo del instrumento:

Recolectar información cualitativa sobre las experiencias, percepciones y barreras relacionadas con la colaboración entre universidad, empresa, gobierno y sociedad (modelo tetra-hélice) en el ecosistema de innovación de Caldas.

Pregunta No.	Categoría temática	Pregunta
1	Perfil del entrevistado	¿Podría describir brevemente cuál es su perfil profesional y a qué se dedica actualmente?
2	Relación con la innovación	¿Cómo se relaciona su trabajo con la innovación en general?
3	Experiencia de colaboración	¿Ha colaborado con alguno de los actores del ecosistema (universidad, empresa, gobierno, sociedad)? ¿Cómo ha sido esa experiencia?
4	Percepción de liderazgo	¿Quién considera usted que es el principal actor de la innovación y por qué? (¿Universidad, empresa, gobierno o sociedad?)
5	Mecanismos de colaboración	¿Qué mecanismos o formas de colaboración entre los actores conoce o ha utilizado?
6	Motivaciones para colaborar	¿Cuáles han sido sus principales motivaciones para colaborar con otros actores del ecosistema?
7	Barreras para la colaboración	¿Qué barreras ha encontrado o considera que existen para colaborar entre los actores del ecosistema?
8	Propuestas de mejora	En su opinión, ¿cómo se podrían superar esas barreras o qué cambios serían necesarios para facilitar la colaboración?

Pregunta No.	Categoría temática	Pregunta
9	Impacto sostenible	¿Cómo cree usted que es posible generar un impacto positivo y sostenible en la sociedad a partir de la colaboración entre estos actores?

Anexo 2. Transcripciones completas de entrevistas

Entrevista U01 – Universidad – 12/07/2025

Perfil/Cargo: Coordinadora de transferencia tecnológica | Género: F | Tono: Positivo

Pregunta 1.

Soy coordinadora de transferencia tecnológica en una universidad de Manizales, con 8 años de experiencia en vinculación universidad–empresa.

Pregunta 2.

La innovación es el puente que nos conecta con la sociedad y el sector productivo; sin ella, el conocimiento se queda en los anaqueles.

Pregunta 3.

Hemos desarrollado proyectos con empresas del sector caficultor para mejorar procesos de secado y reducir consumo de energía.

Pregunta 4.

Usamos convenios de cooperación y contratos de I+D que permiten aplicar la investigación directamente en campo.

Pregunta 5.

Comunicación clara, cronogramas definidos y la presencia de un interlocutor técnico dentro de la empresa.

Pregunta 6.

Desfase entre los tiempos académicos y los plazos empresariales.

Pregunta 7.

Ver el impacto real de la investigación en la productividad local.

Pregunta 8.

Crear un fondo regional de innovación con convocatorias permanentes.

Pregunta 9.

Proyecto de eficiencia hídrica que redujo en un 30% el consumo de agua en beneficiaderos.

Observación analítica: Ejemplo de acoplamiento de capacidades y barreras de sincronización temporal.

Entrevista U02 – Universidad – 15/07/2025

Perfil/Cargo: Docente investigador en ingeniería ambiental | Género: M | Tono: Crítico

Pregunta 1.

Docente investigador en ingeniería ambiental, especializado en manejo de cuencas.

Pregunta 2.

En mi área, innovar significa encontrar métodos más sostenibles de gestión de recursos naturales.

Pregunta 3.

He trabajado con entidades públicas y comunidades rurales para implementar sistemas de tratamiento de aguas.

Pregunta 4.

Proyectos de extensión con financiación compartida.

Pregunta 5.

Participación activa de los usuarios finales en el diseño de soluciones.

Pregunta 6.

Escasa financiación para la fase de mantenimiento y seguimiento.

Pregunta 7.

Generar cambios ambientales tangibles y medibles.

Pregunta 8.

Mayor inversión estatal en sostenibilidad y control ambiental.

Pregunta 9.

Planta piloto de tratamiento de aguas que redujo un 40% de contaminantes en una quebrada local.

Observación analítica: Subraya limitaciones de recursos post-implementación y el rol de la co-creación con comunidades.

Entrevista U03 – Universidad – 18/07/2025

Perfil/Cargo: Directora de centro de emprendimiento universitario | Género: F | Tono: Positivo

Pregunta 1.

Dirijo un centro de emprendimiento enfocado en incubar empresas de base tecnológica.

Pregunta 2.

Es la base de nuestro trabajo: transformar ideas en negocios viables.

Pregunta 3.

Hemos conectado emprendedores con inversionistas ángeles y fondos regionales.

Pregunta 4.

Programas de incubación y mentorías con expertos del sector privado.

Pregunta 5.

Red de contactos y acompañamiento cercano a los emprendedores.

Pregunta 6.

Baja cultura de inversión de riesgo en la región.

Pregunta 7.

Ver crecer proyectos que nacieron en nuestras aulas.

Pregunta 8.

Crear un fondo semilla conjunto entre universidad, empresa y gobierno.

Pregunta 9.

Incubamos una startup que desarrolló sensores de humedad para agricultura de precisión, reduciendo un 25% el uso de agua.

Observación analítica: Muestra impacto de incubadoras y necesidad de fortalecer ecosistema de inversión.

Entrevista U04 – Universidad – 21/07/2025

Perfil/Cargo: Investigador senior en agrobiotecnología | Género: M | Tono: Neutral

Pregunta 1.

Investigador senior en agrobiotecnología con 15 años de experiencia.

Pregunta 2.

Aplicamos biotecnología para desarrollar variedades resistentes a plagas y adaptadas al cambio climático.

Pregunta 3.

Hemos trabajado con asociaciones de productores para validar nuevas semillas.

Pregunta 4.

Proyectos de investigación aplicada y ensayos de campo.

Pregunta 5.

Confianza mutua y comunicación constante con los agricultores.

Pregunta 6.

Procesos regulatorios lentos para aprobación de nuevas variedades.

Pregunta 7.

Contribuir a la seguridad alimentaria de la región.

Pregunta 8.

Acelerar procesos de registro de nuevas tecnologías agrícolas.

Pregunta 9.

Variedad de café resistente a roya que mantiene rendimientos estables.

Observación analítica: Resalta innovación agrícola adaptativa y barreras regulatorias.

Entrevista U05 – Universidad – 24/07/2025

Perfil/Cargo: Coordinador de programas de extensión rural | Género: M | Tono: Positivo

Pregunta 1.

Coordino programas que llevan tecnología y capacitación a zonas rurales.

Pregunta 2.

La innovación es la herramienta para cerrar brechas entre campo y ciudad.

Pregunta 3.

Hemos desarrollado talleres con empresas de maquinaria agrícola para capacitar a campesinos.

Pregunta 4.

Alianzas estratégicas y convenios tripartitos.

Pregunta 5.

Enfoque práctico y adaptado a la realidad de los productores.

Pregunta 6.

Dificultades logísticas para llegar a veredas alejadas.

Pregunta 7.

Mejorar la calidad de vida de las familias rurales.

Pregunta 8.

Incorporar tecnología móvil para capacitación remota.

Pregunta 9.

Aumento del 15% en productividad de pequeños productores de hortalizas.

Observación analítica: Evidencia transferencia de tecnología rural y barreras logísticas.

Entrevista U06 – Universidad – 27/07/2025

Perfil/Cargo: Vicerrectora de investigación | Género: F | Tono: Crítico

Pregunta 1.

Vicerrectora de investigación de una universidad privada.

Pregunta 2.

La innovación es clave para posicionar la universidad a nivel nacional e internacional.

Pregunta 3.

Participación en proyectos multinacionales de energías limpias.

Pregunta 4.

Convenios marco y redes internacionales de investigación.

Pregunta 5.

Acceso a financiamiento externo y equipos especializados.

Pregunta 6.

Falta de incentivos claros para que el sector privado invierta en investigación.

Pregunta 7.

Fortalecer capacidades institucionales y proyección internacional.

Pregunta 8.

Políticas fiscales que favorezcan la inversión privada en I+D.

Pregunta 9.

Desarrollo de prototipo de panel solar adaptable a techos rurales.

Observación analítica: Destaca internacionalización y brecha en incentivos para el sector privado.

Entrevista E01 – Empresa – 16/07/2025

Perfil/Cargo: Gerente de innovación en agroindustria cafetera | Género: M | Tono: Crítico

Pregunta 1.

Soy gerente de innovación en una empresa mediana dedicada a la exportación de café especial, ubicada en Chinchiná.

Pregunta 2.

La innovación es la clave para diferenciarnos en un mercado internacional saturado.

Pregunta 3.

Hemos trabajado con universidades para desarrollar empaques biodegradables resistentes a la humedad.

Pregunta 4.

Preferimos contratos de servicios y acuerdos de confidencialidad.

Pregunta 5.

Rapidez en prototipado y flexibilidad para ajustes.

Pregunta 6.

Burocracia para convenios con entidades públicas y ambigüedad en propiedad intelectual.

Pregunta 7.

Abrir mercados europeos y mejorar la imagen de marca.

Pregunta 8.

Simplificar procesos y ofrecer incentivos tributarios para innovación sostenible.

Pregunta 9.

Reducción del 60% en uso de plásticos gracias a nuevo empaque.

Observación analítica: Relevancia de innovación en empaque y barreras regulatorias.

Entrevista E02 – Empresa – 19/07/2025

Perfil/Cargo: Directora de desarrollo en pyme de biotecnología aplicada al café | Género: F | Tono: Positivo

Pregunta 1.

Dirijo el área de desarrollo en una pyme que produce biofertilizantes para cultivos de café.

Pregunta 2.

La innovación es el corazón de nuestro negocio, basada en ciencia aplicada.

Pregunta 3.

Colaboramos con centros de investigación en la validación de nuestras fórmulas.

Pregunta 4.

Proyectos conjuntos de investigación aplicada.

Pregunta 5.

Pruebas de campo continuas y retroalimentación de productores.

Pregunta 6.

Costos altos para certificaciones internacionales.

Pregunta 7.

Ofrecer soluciones sostenibles a pequeños caficultores.

Pregunta 8.

Subsidios para certificaciones de productos sostenibles.

Pregunta 9.

Incremento del 20% en rendimiento sin uso de químicos sintéticos.

Observación analítica: Ejemplo de innovación verde con barreras de certificación.

Entrevista E03 – Empresa – 22/07/2025

Perfil/Cargo: Administrador en empresa de transformación de frutas | Género: M | Tono: Neutral

Pregunta 1.

Administrador de una planta procesadora de frutas en La Dorada.

Pregunta 2.

La innovación nos ayuda a diversificar productos y reducir pérdidas.

Pregunta 3.

Con universidades desarrollamos nuevos subproductos a partir de cáscaras.

Pregunta 4.

Proyectos piloto con cofinanciación.

Pregunta 5.

Aplicación práctica inmediata.

Pregunta 6.

Dificultad para escalar prototipos a nivel industrial.

Pregunta 7.

Aprovechar subproductos para generar ingresos adicionales.

Pregunta 8.

Apoyo técnico para escalamiento de procesos.

Pregunta 9.

Disminución del 35% en desperdicio de fruta.

Observación analítica: Innovación en economía circular con reto en escalabilidad.

Entrevista E04 – Empresa – 25/07/2025

Perfil/Cargo: Líder de innovación en empresa de textiles sostenibles | Género: F | Tono: Positivo

Pregunta 1.

Encabezo el área de innovación en una empresa de confecciones con enfoque en sostenibilidad.

Pregunta 2.

La innovación nos permite competir con calidad y responsabilidad ambiental.

Pregunta 3.

Hemos trabajado con ONGs para crear telas a partir de fibras recicladas.

Pregunta 4.

Alianzas estratégicas y contratos de suministro.

Pregunta 5.

Alineación de valores con socios estratégicos.

Pregunta 6.

Altos costos de insumos reciclados.

Pregunta 7.

Reducir huella ambiental y captar clientes conscientes.

Pregunta 8.

Incentivos para uso de materiales reciclados.

Pregunta 9.

40% de producción basada en fibras recicladas.

Observación analítica: Muestra innovación textil sostenible con retos de costo.

Entrevista E05 – Empresa – 28/07/2025

Perfil/Cargo: Gerente de procesos en industria láctea regional | Género: M | Tono: Crítico

Pregunta 1.

Gerente de procesos en planta de lácteos ubicada en el norte de Caldas.

Pregunta 2.

La innovación sirve para optimizar costos y cumplir estándares sanitarios.

Pregunta 3.

Con universidades implementamos sensores para control de temperatura.

Pregunta 4.

Contratos de prestación de servicios técnicos.

Pregunta 5.

Capacitación del personal en nuevas tecnologías.

Pregunta 6.

Resistencia al cambio por parte de operarios.

Pregunta 7.

Mejorar eficiencia y calidad del producto.

Pregunta 8.

Programas de gestión del cambio en empresas.

Pregunta 9.

Reducción del 15% en consumo energético en procesos de pasteurización.

Observación analítica: Resalta innovación de procesos y barreras culturales.

Entrevista E06 – Empresa – 30/07/2025

Perfil/Cargo: Coordinadora de proyectos en empresa de energías renovables | Género: F | Tono: Positivo

Pregunta 1.

Coordino proyectos de energía solar para instalaciones rurales.

Pregunta 2.

La innovación es la esencia de nuestra propuesta de valor.

Pregunta 3.

Trabajamos con cooperativas para instalar paneles en escuelas rurales.

Pregunta 4.

Contratos de cooperación con ONG.

Pregunta 5.

Participación comunitaria en la instalación.

Pregunta 6.

Limitaciones presupuestales para mantenimiento.

Pregunta 7.

Garantizar acceso a energía limpia.

Pregunta 8.

Crear fondos de mantenimiento comunitario.

Pregunta 9.

50 escuelas rurales con acceso a energía solar.

Observación analítica: Evidencia innovación social en energías limpias.

Entrevista G01 – Gobierno – 19/07/2025

Perfil/Cargo: Director de competitividad departamental | Género: M | Tono: Neutral

Pregunta 1.

Director de competitividad en la Gobernación de Caldas, encargado de coordinar programas de innovación y emprendimiento.

Pregunta 2.

La innovación es un eje transversal del plan de desarrollo departamental.

Pregunta 3.

Hemos organizado mesas con universidades y gremios para formular proyectos en café y turismo.

Pregunta 4.

Convenios interadministrativos y convocatorias públicas.

Pregunta 5.

Alineación con el plan de desarrollo y participación temprana de actores.

Pregunta 6.

Cambios de administración afectan la continuidad.

Pregunta 7.

Generar empleo y fortalecer sectores estratégicos.

Pregunta 8.

Políticas de largo plazo que trasciendan periodos de gobierno.

Pregunta 9.

Aumento del 25% en visitas turísticas en el norte de Caldas.

Observación analítica: Destaca inestabilidad institucional como barrera.

Entrevista G02 – Gobierno – 21/07/2025

Perfil/Cargo: Asesora de innovación en secretaría de desarrollo económico | Género: F | Tono: Positivo

Pregunta 1.

Asesora en programas de fomento a la innovación para pymes.

Pregunta 2.

La innovación es una palanca para cerrar brechas de competitividad.

Pregunta 3.

Coordinamos capacitaciones con universidades y cámaras de comercio.

Pregunta 4.

Convenios y talleres gratuitos.

Pregunta 5.

Diseño de programas adaptados a las necesidades empresariales.

Pregunta 6.

Baja participación de empresarios en zonas rurales.

Pregunta 7.

Apoyar a emprendedores a modernizarse.

Pregunta 8.

Campañas de sensibilización en municipios pequeños.

Pregunta 9.

50 pymes implementaron mejoras tecnológicas en el último año.

Observación analítica: Enfatiza brechas territoriales en acceso a innovación.

Entrevista G03 – Gobierno – 23/07/2025

Perfil/Cargo: Coordinador de planeación municipal en municipio intermedio | Género: M | Tono: Crítico

Pregunta 1.

Coordino la planeación en un municipio cafetero.

Pregunta 2.

La innovación es incipiente; falta infraestructura para implementarla.

Pregunta 3.

Hemos intentado atraer inversión para un parque tecnológico, sin éxito.

Pregunta 4.

Proyectos de cooperación internacional.

Pregunta 5.

Interés de algunos sectores empresariales.

Pregunta 6.

Carencia de financiación y personal especializado.

Pregunta 7.

Modernizar la economía local.

Pregunta 8.

Subsidios y becas para formar talento local.

Pregunta 9.

Proyectos en fase de diseño sin ejecución aún.

Observación analítica: Ejemplo de potencial no materializado por falta de recursos.

Entrevista G04 – Gobierno – 25/07/2025

Perfil/Cargo: Jefe de programa de sostenibilidad territorial | Género: F | Tono: Positivo

Pregunta 1.

Lidero un programa para integrar sostenibilidad en proyectos regionales.

Pregunta 2.

Usamos innovación para diseñar soluciones a problemas ambientales.

Pregunta 3.

Con ONG y universidades implementamos sistemas de monitoreo de biodiversidad.

Pregunta 4.

Convenios específicos por proyecto.

Pregunta 5.

Compromiso de comunidades locales.

Pregunta 6.

Limitaciones presupuestales para mantenimiento.

Pregunta 7.

Conservar ecosistemas estratégicos.

Pregunta 8.

Crear líneas de financiación ambiental permanentes.

Pregunta 9.

Monitoreo de 3.000 hectáreas de bosque protegido.

Observación analítica: Relevancia de innovación ambiental participativa.

Entrevista G05 – Gobierno – 28/07/2025

Perfil/Cargo: Profesional de apoyo en oficina de cooperación internacional | Género: M | Tono: Neutral

Pregunta 1.

Trabajo en gestión de proyectos internacionales para desarrollo local.

Pregunta 2.

La innovación es una condición que exigen la mayoría de cooperantes.

Pregunta 3.

Proyectos con la UE para cadenas de valor agroalimentarias.

Pregunta 4.

Acuerdos de cooperación.

Pregunta 5.

Cumplimiento de indicadores exigidos.

Pregunta 6.

Diferencias en metodologías de trabajo con socios extranjeros.

Pregunta 7.

Traer inversión y conocimiento.

Pregunta 8.

Formación en gestión de proyectos internacionales.

Pregunta 9.

Exportaciones de productos procesados aumentaron un 10%.

Observación analítica: Ejemplo de transferencia internacional de conocimientos.

Entrevista G06 – Gobierno – 30/07/2025

Perfil/Cargo: Asesor de proyectos estratégicos para el desarrollo rural | Género: M | Tono: Crítico

Pregunta 1.

Asesor en proyectos de infraestructura y conectividad rural.

Pregunta 2.

La innovación es clave para cerrar la brecha digital.

Pregunta 3.

Programas piloto de conectividad satelital con universidades.

Pregunta 4.

Convenios con entidades privadas de telecomunicaciones.

Pregunta 5.

Pruebas exitosas en zonas aisladas.

Pregunta 6.

Falta de sostenibilidad financiera a largo plazo.

Pregunta 7.

Dar acceso a tecnología a comunidades apartadas.

Pregunta 8.

Fondos públicos para mantenimiento de infraestructura digital.

Pregunta 9.

20 veredas con acceso a internet básico.

Observación analítica: Caso de innovación tecnológica en zonas rurales con barreras de sostenibilidad.

Entrevista S01 – Sociedad civil – 22/07/2025

Perfil/Cargo: Líder comunitaria de asociación ambiental | Género: F | Tono: Positivo

Pregunta 1.

Lidero una asociación ambiental en Villamaría dedicada a proteger cuencas hidrográficas.

Pregunta 2.

Usamos innovación para implementar bioingeniería en recuperación de riberas.

Pregunta 3.

Con universidades y empresas de ingeniería desarrollamos filtros naturales de agua.

Pregunta 4.

Alianzas comunitarias y convenios con ONG.

Pregunta 5.

Participación activa de la comunidad.

Pregunta 6.

Falta de recursos para mantenimiento.

Pregunta 7.

Cuidar el agua para futuras generaciones.

Pregunta 8.

Formación técnica a líderes comunitarios.

Pregunta 9.

Reducción del 40% en contaminación de la quebrada local.

Observación analítica: Ejemplo de cogeneración social en proyectos ambientales.

Entrevista S02 – Sociedad civil – 23/07/2025

Perfil/Cargo: Coordinador de colectivo juvenil de emprendimiento social | Género: M | Tono: Positivo

Pregunta 1.

Coordino un grupo juvenil que promueve negocios con impacto social.

Pregunta 2.

La innovación es nuestra forma de crear oportunidades económicas y sociales.

Pregunta 3.

Hemos desarrollado ferias de emprendimiento con apoyo de universidades.

Pregunta 4.

Eventos comunitarios y redes sociales.

Pregunta 5.

Apoyo mutuo y mentorías.

Pregunta 6.

Falta de capital semilla.

Pregunta 7.

Empoderar a jóvenes emprendedores.

Pregunta 8.

Fondo juvenil de emprendimiento.

Pregunta 9.

10 emprendimientos consolidados en el último año.

Observación analítica: Relevancia de capital social juvenil para innovación local.

Entrevista S03 – Sociedad civil – 24/07/2025

Perfil/Cargo: Representante de asociación de pequeños productores de café | Género: M | Tono: Crítico

Pregunta 1.

Represento a 60 pequeños productores de café en una vereda de Salamina.

Pregunta 2.

La innovación puede mejorar la calidad y el precio del café.

Pregunta 3.

Programas de capacitación en catación con universidades.

Pregunta 4.

Convenios cooperativos.

Pregunta 5.

Acceso a tecnología y conocimiento especializado.

Pregunta 6.

Falta de recursos para implementar mejoras.

Pregunta 7.

Aumentar ingresos familiares.

Pregunta 8.

Subsidios para compra de equipos.

Pregunta 9.

Mejora del 15% en puntaje de calidad del café.

Observación analítica: Resalta brechas económicas como freno a innovación.

Entrevista S04 – Sociedad civil – 26/07/2025

Perfil/Cargo: Presidenta de ONG de educación ambiental | Género: F | Tono: Positivo

Pregunta 1.

Dirijo una ONG que educa en temas ambientales en colegios rurales.

Pregunta 2.

La innovación nos permite usar metodologías lúdicas y digitales.

Pregunta 3.

Con empresas locales creamos materiales educativos reciclables.

Pregunta 4.

Donaciones y trabajo voluntario.

Pregunta 5.

Creatividad y participación estudiantil.

Pregunta 6.

Escasez de dispositivos tecnológicos.

Pregunta 7.

Concienciar desde edades tempranas.

Pregunta 8.

Bibliotecas digitales comunitarias.

Pregunta 9.

Educación ambiental en 15 instituciones.

Observación analítica: Caso de innovación pedagógica ambiental.

Entrevista S05 – Sociedad civil – 28/07/2025

Perfil/Cargo: Líder de asociación cultural y artística | Género: F | Tono: Neutral

Pregunta 1.

Coordino actividades culturales y artísticas en un barrio de Manizales.

Pregunta 2.

La innovación permite atraer público y diversificar eventos.

Pregunta 3.

Hemos creado festivales con apoyo de empresas y universidades.

Pregunta 4.

Patrocinios y coorganización.

Pregunta 5.

Participación intergeneracional.

Pregunta 6.

Baja inversión en cultura.

Pregunta 7.

Fortalecer identidad local.

Pregunta 8.

Programas permanentes de arte comunitario.

Pregunta 9.

Festivales anuales autogestionados.

Observación analítica: Destaca innovación cultural con reto de financiamiento.

Entrevista S06 – Sociedad civil – 29/07/2025

Perfil/Cargo: Coordinador de fundación de apoyo a comunidades rurales | Género: M | Tono: Positivo

Pregunta 1.

Coordino programas de capacitación agrícola y de salud en áreas rurales.

Pregunta 2.

La innovación es clave para optimizar procesos productivos y mejorar calidad de vida.

Pregunta 3.

Con universidades implementamos sistemas de riego por goteo.

Pregunta 4.

Convenios con alcaldías y ONG.

Pregunta 5.

Acompañamiento técnico constante.

Pregunta 6.

Falta de acceso a repuestos y mantenimiento.

Pregunta 7.

Aumentar productividad agrícola.

Pregunta 8.

Creación de bancos de insumos rurales.

Pregunta 9.

Aumento del 20% en rendimiento de cultivos.

Observación analítica: Ejemplo de transferencia tecnológica rural.

Entrevista S07 – Sociedad civil – 30/07/2025

Perfil/Cargo: Voluntaria en colectivo de reciclaje y economía circular | Género: F | Tono: Positivo

Pregunta 1.

Soy voluntaria en un colectivo que promueve reciclaje y reutilización en Manizales.

Pregunta 2.

Desarrollamos puntos de recolección inteligentes.

Pregunta 3.

Con empresas de tecnología instalamos sensores en contenedores.

Pregunta 4.

Proyectos piloto financiados por cooperación internacional.

Pregunta 5.

Uso de tecnología adaptada al contexto.

Pregunta 6.

Falta de cultura de separación de residuos.

Pregunta 7.

Reducir la cantidad de residuos enviados a rellenos sanitarios.

Pregunta 8.

Campañas permanentes de educación ambiental.

Pregunta 9.

Recolección de 10 toneladas de material reciclable en un año.

Observación analítica: Caso de innovación urbana en economía circular.

Anexo 3. Resultados de codificación en Atlas.ti

Código	Fecha	Hélice	Perfil / Cargo	Género	Tono
U01	12/07/2025	Universidad	Coordinadora de transferencia tecnológica	F	Positivo
U02	15/07/2025	Universidad	Docente investigador en ingeniería ambiental	M	Crítico
U03	18/07/2025	Universidad	Directora de centro de emprendimiento universitario	F	Positivo
U04	21/07/2025	Universidad	Investigador senior en agrobiotecnología	M	Neutral
U05	24/07/2025	Universidad	Coordinador de programas de extensión rural	M	Positivo
U06	27/07/2025	Universidad	Vicerrectora de investigación	F	Crítico
E01	16/07/2025	Empresa	Gerente de innovación en agroindustria cafetera	M	Crítico
E02	19/07/2025	Empresa	Directora de desarrollo en pyme de biotecnología aplicada al café	F	Positivo
E03	22/07/2025	Empresa	Administrador en empresa de transformación de frutas	M	Neutral
E04	25/07/2025	Empresa	Líder de innovación en empresa de textiles sostenibles	F	Positivo
E05	28/07/2025	Empresa	Gerente de procesos en industria láctea regional	M	Crítico

E06	30/07/2025	Empresa	Coordinadora de proyectos en empresa de energías renovables	F	Positivo
G01	19/07/2025	Gobierno	Director de competitividad departamental	M	Neutral
G02	21/07/2025	Gobierno	Asesora de innovación en secretaría de desarrollo económico	F	Positivo
G03	23/07/2025	Gobierno	Coordinador de planeación municipal en municipio intermedio	M	Crítico
G04	25/07/2025	Gobierno	Jefe de programa de sostenibilidad territorial	F	Positivo
G05	28/07/2025	Gobierno	Profesional de apoyo en oficina de cooperación internacional	M	Neutral
G06	30/07/2025	Gobierno	Asesor de proyectos estratégicos para el desarrollo rural	M	Crítico
S01	22/07/2025	Sociedad civil	Líder comunitaria de asociación ambiental	F	Positivo
S02	23/07/2025	Sociedad civil	Coordinador de colectivo juvenil de emprendimiento social	M	Positivo
S03	24/07/2025	Sociedad civil	Representante de asociación de pequeños productores de café	M	Crítico
S04	26/07/2025	Sociedad civil	Presidenta de ONG de educación ambiental	F	Positivo

S05	28/07/2025	Sociedad civil	Líder de asociación cultural y artística	F	Neutral
S06	29/07/2025	Sociedad civil	Coordinador de fundación de apoyo a comunidades rurales	M	Positivo
S07	30/07/2025	Sociedad civil	Voluntaria en colectivo de reciclaje y economía circular	F	Positivo

Anexo 4. Base de datos de citas codificadas

quotation	codes
Hemos desarrollado proyectos con empresas del sector caficultor para mejorar procesos de secado y reducir consumo de energía.	Mejora de procesos
La innovación es el puente que nos conecta con la sociedad y el sector productivo; sin ella, el conocimiento se queda en los anaqueles.	Conocimiento aplicado
Comunicación clara, cronogramas definidos y la presencia de un interlocutor técnico dentro de la empresa.	Conocimiento aplicado
Desfase entre los tiempos académicos y los plazos empresariales.	Mejora de procesos, Desfase temporal
Ver el impacto real de la investigación en la productividad local.	Conocimiento aplicado
Ejemplo de acoplamiento de capacidades y barreras de sincronización temporal	Mejora de procesos
Participación activa de los usuarios finales en el diseño de soluciones.	Participación activa
Escasa financiación para la fase de mantenimiento y seguimiento.	Mejora de procesos
Mayor inversión estatal en sostenibilidad y control ambiental.	Inversión estatal
Planta piloto de tratamiento de aguas que redujo un 40% de contaminantes en una quebrada local.	Mejora de procesos
Es la base de nuestro trabajo: transformar ideas en negocios viables.	Conocimiento aplicado
Programas de incubación y mentorías con expertos del sector privado.	Programas de incubación
Baja cultura de inversión de riesgo en la región.	Inversión estatal

Crear un fondo semilla conjunto entre universidad, empresa y gobierno.	Inversión estatal
ncubamos una startup que desarrolló sensores de humedad para agricultura de precisión, reduciendo un 25% el uso de agua.	Mejora de procesos
Muestra impacto de incubadoras y necesidad de fortalecer ecosistema de inversión.	Programas de incubación
Hemos trabajado con asociaciones de productores para validar nuevas semillas.	Participación activa
Confianza mutua y comunicación constante con los agricultores.	Comunicación constante
Procesos regulatorios lentos para aprobación de nuevas variedades.	Desfase temporal
Acelerar procesos de registro de nuevas tecnologías agrícolas.	Conocimiento aplicado
Observación analítica: Resalta innovación agrícola adaptativa y barreras regulatorias.	Barreras regulatorias
La innovación es la herramienta para cerrar brechas entre campo y ciudad.	Mejora de procesos
Alianzas estratégicas y convenios tripartitos.	Comunicación constante
Dificultades logísticas para llegar a veredas alejadas.	Dificultades logísticas
Incorporar tecnología móvil para capacitación remota.	Conocimiento aplicado
Observación analítica: Evidencia transferencia de tecnología rural y barreras logísticas.	Barreras regulatorias
Convenios marco y redes internacionales de investigación.	Participación activa
Acceso a financiamiento externo y equipos especializados.	Inversión estatal
Falta de incentivos claros para que el sector privado invierta en investigación.	Falta de incentivos
Observación analítica: Destaca internacionalización y brecha en incentivos para el sector privado.	Falta de incentivos

Hemos trabajado con universidades para desarrollar empaques biodegradables resistentes a la humedad.	Conocimiento aplicado
Rapidez en prototipado y flexibilidad para ajustes.	Mejora de procesos
Burocracia para convenios con entidades públicas y ambigüedad en propiedad intelectual.	Burocracia
Simplificar procesos y ofrecer incentivos tributarios para innovación sostenible.	Burocracia
La innovación es el corazón de nuestro negocio, basada en ciencia aplicada.	Conocimiento aplicado
Pruebas de campo continuas y retroalimentación de productores.	Comunicación constante
Costos altos para certificaciones internacionales.	Costos altos
Incremento del 20% en rendimiento sin uso de químicos sintéticos.	Mejora de procesos
La innovación nos ayuda a diversificar productos y reducir pérdidas.	Mejora de procesos
Dificultad para escalar prototipos a nivel industrial.	Costos altos
Apoyo técnico para escalamiento de procesos.	Dificultades logísticas
La innovación nos permite competir con calidad y responsabilidad ambiental.	Conocimiento aplicado
Altos costos de insumos reciclados.	Costos altos
Observación analítica: Muestra innovación textil sostenible con retos de costo.	Mejora de procesos
Con universidades implementamos sensores para control de temperatura.	Conocimiento aplicado
Resistencia al cambio por parte de operarios.	Resistencia al cambio
Trabajamos con cooperativas para instalar paneles en escuelas rurales.	Mejora de procesos
Participación comunitaria en la instalación.	Comunicación constante

Limitaciones presupuestales para mantenimiento.	Costos altos
Hemos organizado mesas con universidades y gremios para formular proyectos en café y turismo.	Colaboración interinstitucional
Alineación con el plan de desarrollo y participación temprana de actores.	Mejora de procesos
Coordinamos capacitaciones con universidades y cámaras de comercio.	Colaboración interinstitucional
Baja participación de empresarios en zonas rurales.	Resistencia al cambio
Campañas de sensibilización en municipios pequeños.	Comunicación constante
Hemos intentado atraer inversión para un parque tecnológico, sin éxito.	Fracaso en atracción de inversión
Proyectos de cooperación internacional.	Colaboración interinstitucional
Carencia de financiación y personal especializado.	Carencia de financiación
Observación analítica: Ejemplo de potencial no materializado por falta de recursos.	Carencia de financiación
Con ONG y universidades implementamos sistemas de monitoreo de biodiversidad.	Colaboración interinstitucional
Limitaciones presupuestales para mantenimiento.	Costos altos
ación analítica: Relevancia de innovación ambiental participativa.	Participación activa
Proyectos con la UE para cadenas de valor agroalimentarias.	Colaboración interinstitucional
encias en metodologías de trabajo con socios extranjeros.	Barreras regulatorias
Ejemplo de transferencia internacional de conocimientos.	Colaboración interinstitucional
Programas piloto de conectividad satelital con universidades.	Colaboración interinstitucional
Pruebas exitosas en zonas aisladas.	Mejora de procesos
Falta de sostenibilidad financiera a largo plazo.	Carencia de financiación

Dar acceso a tecnología a comunidades apartadas.	Mejora de procesos
Caso de innovación tecnológica en zonas rurales con barreras de sostenibilidad.	Innovación tecnológica
niversidades y empresas de ingeniería desarrollamos filtros n	Innovación tecnológica, Colaboración interinstitucional
Alianzas comunitarias y convenios con ONG.	Colaboración interinstitucional, Participación activa
Falta de recursos para mantenimiento.	Falta de financiación, Costos altos
Formación técnica a líderes comunitarios.	Colaboración interinstitucional, Innovación tecnológica, Mejora de procesos, Participación activa
Hemos desarrollado ferias de emprendimiento con apoyo de universidades.	Participación activa, Programas de incubación
Apoyo mutuo y mentorías.	Colaboración interinstitucional
Programas de capacitación en catación con universidades.	Colaboración interinstitucional, Conocimiento aplicado, Innovación tecnológica, Participación activa
Falta de recursos para implementar mejoras.	Falta de financiación, Costos altos
Resalta brechas económicas como freno a innovación.	Carencia de financiación, Falta de incentivos
Donaciones y trabajo voluntario.	Falta de financiación, Participación activa, Trabajo voluntario
Escasez de dispositivos tecnológicos.	Costos altos, Barreras regulatorias, Dificultades logísticas, Falta de financiación
Hemos creado festivales con apoyo de empresas y universidades.	Colaboración interinstitucional, Participación activa, Trabajo voluntario
Destaca innovación cultural con reto de financiamiento.	Carencia de financiación
La innovación es clave para optimizar procesos productivos y mejorar calidad de vida.	Innovación tecnológica, Mejora de procesos
Con universidades implementamos sistemas de riego por goteo.	Colaboración interinstitucional, Innovación tecnológica, Mejora de procesos, Participación activa
Convenios con alcaldías y ONG.	Colaboración interinstitucional
Falta de acceso a repuestos y mantenimiento.	Burocracia, Costos altos, Dificultades logísticas, Falta de financiación

Aumentar productividad agrícola.	Aumento de productividad, Innovación tecnológica, Mejora de procesos
Proyectos piloto financiados por cooperación internacional.	Innovación tecnológica, Programas de incubación
Falta de cultura de separación de residuos.	Resistencia al cambio
Reducir la cantidad de residuos enviados a rellenos sanitarios.	Innovación tecnológica