



Resiliencia empresarial en el clúster agroindustrial del Quindío: un enfoque prospectivo basado en redes empresariales

Business resilience in the Quindío agro-industrial cluster: a forward-looking approach
based on business networks

Resiliência empresarial no cluster agroindustrial de Quindío: uma abordagem
prospectiva baseada em redes empresariais

Adriana María Flórez Laiseca; Elkin Argiro Muñoz Arroyave

Magister en medio ambiente y desarrollo sostenible de la Universidad de Manizales, directora y docente investigadora del programa de Economía de la Universidad del Quindío. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1439-1236>. E-mail: amflores@uniquindio.edu.co, Armenia - Colombia.

Doctor en estudios territoriales de la Universidad de Caldas. Docente Escuela de Planeación Urbano Regional de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín. ORCID: 0000-0003-1667-5849. E-mail: elmunoza@unal.edu.co. Medellín - Colombia.

Recibido: 7 de septiembre de 2024

Aceptado: 19 de mayo de 2025

DOI: <https://doi.org/10.22267/rtend.252602.281>

Cómo citar este artículo: Flórez, A. y Muñoz, E. (2025). Resiliencia empresarial en el clúster agroindustrial del Quindío: un enfoque prospectivo basado en redes empresariales. *Tendencias*, 26(2), 217-240. <https://doi.org/10.22267/rtend.252602.281>

Resumen

Introducción: Este estudio examina la resiliencia del clúster agroindustrial del Quindío frente a los choques económicos, analizando cómo la integración y la colaboración entre empresas, influyen en su capacidad de adaptación. **Objetivo:** Evaluar el impacto de las redes empresariales en la resiliencia del clúster, considerando diferentes niveles de integración y su efecto en la absorción de choques económicos y la difusión de ideas. **Metodología:** Se utilizó un enfoque cualitativo, complementado con simulaciones de redes empresariales para modelar escenarios de baja y alta integración. **Resultados:** Una mayor integración entre las empresas del clúster, fortalece significativamente su resiliencia ante las perturbaciones del mercado y facilita el acceso al conocimiento y la innovación. Además, se destaca la importancia de fortalecer los vínculos interempresariales y las actividades de I+D para potenciar la competitividad del sector. **Conclusiones:** Se encontró que, a distintos niveles de integración, las redes influyen en la capacidad del clúster para absorber los choques y difundir innovaciones, aspectos determinantes para garantizar la sostenibilidad y competitividad en el largo plazo. Lo anterior, aporta evidencia empírica sobre los clústeres y destaca la necesidad de fortalecer las redes empresariales, además de ofrecer orientaciones para el diseño y formulación de políticas e instrumentos de planificación territorial.

Palabras clave: agroindustria; cooperación empresarial; innovación científica; métodos cualitativos; perturbaciones económicas; prospectiva; resiliencia.

JEL: C45; M21; O13; O33; L23; Q13.



Abstract

Introduction: This study examines the resilience of the Quindío agroindustrial cluster in the face of economic shocks, analyzing how integration and collaboration between firms, influence its adaptive capacity. **Objective:** To evaluate the impact of business networks on the resilience of the cluster, considering different levels of integration and their effect on the absorption of economic shocks and the diffusion of ideas. **Methodology:** A qualitative approach was used, complemented with business network simulations to model low and high integration scenarios. **Results:** Higher integration among cluster firms significantly strengthens their resilience to market shocks and facilitates access to knowledge and innovation. In addition, the importance of strengthening inter-firm linkages and R&D activities to enhance the competitiveness of the sector is highlighted. **Conclusions:** It was found that, at different levels of integration, networks influence the cluster's capacity to absorb shocks and disseminate innovations, determining aspects to guarantee sustainability and competitiveness in the long term. This provides empirical evidence on clusters and highlights the need to strengthen business networks, in addition to offering guidelines for the design and formulation of territorial planning policies and instruments.

Keywords: agribusiness; business cooperation; scientific innovation; qualitative methods; economic shocks; foresight; resilience.

JEL: C45; M21; O13; O33; D71.

Resumo

Introdução: Este estudo examina a resiliência do cluster agroindustrial de Quindío em face de choques econômicos, analisando como a integração e a colaboração entre as empresas influenciam sua capacidade de adaptação. **Objetivo:** Avaliar o impacto das redes de negócios sobre a resiliência do cluster, considerando diferentes níveis de integração e seu efeito sobre a absorção de choques econômicos e a difusão de ideias. **Metodologia:** Foi utilizada uma abordagem qualitativa, complementada com simulações de redes de negócios para modelar cenários de baixa e alta integração. **Resultados:** A maior integração entre as empresas do cluster fortalece significativamente sua resistência aos choques do mercado e facilita o acesso ao conhecimento e à inovação. Além disso, destaca-se a importância de fortalecer os vínculos entre as empresas e as atividades de P&D para aumentar a competitividade do setor. **Conclusões:** Constatou-se que, em diferentes níveis de integração, as redes influenciam a

capacidade do cluster de absorver choques e disseminar inovações, determinando aspectos para garantir a sustentabilidade e a competitividade no longo prazo. Isso fornece evidências empíricas sobre os clusters e destaca a necessidade de fortalecer as redes de negócios, além de oferecer diretrizes para o desenho e a formulação de políticas e instrumentos de planejamento territorial.

Palavras-chave: agroindústria; agrupamentos económicos; cooperação empresarial; métodos qualitativos; prospectiva; resiliência.

JEL: C45; M21; O13; O33; D71.

Introducción

En un entorno globalizado y altamente competitivo, las empresas enfrentan retos constantes para mantener su sostenibilidad y crecimiento. Este desafío es particularmente evidente en sectores como la agroindustria, la cual implica el manejo, preservación y transformación industrial de las materias primas provenientes de la agricultura, la ganadería, el sector forestal y el pesquero (Corella, 1993, p. 87), donde la integración y la colaboración empresarial se convierten en elementos clave para mejorar la competitividad y la resiliencia. Es importante resaltar que este sector representa una gran alternativa para el crecimiento económico en países en vía de desarrollo y para el desarrollo territorial, considerando las tendencias de consumo del siglo XXI (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2017).

Así las cosas, los clústeres empresariales se han consolidado como una estrategia efectiva que permite a las empresas reducir costos, consolidar la demanda y potenciar sus ingresos a través de la colaboración y el aprovechamiento de sinergias (Zadorozhna, 2014). Este artículo aborda el análisis prospectivo de las empresas de la Iniciativa Clúster Agroindustrial del Quindío en diferentes escenarios de perturbaciones económicas, centrándose en cómo la integración y la cooperación empresarial pueden influir en la capacidad de adaptación y recuperación.

Lo anterior, permite dimensionar la importancia del estudio de las redes empresariales como propulsoras del crecimiento y éxito empresarial, ya que estas crean o consolidan un

ambiente propicio para el desempeño de los recursos internos de la compañía, logrando la sostenibilidad en el tiempo de la empresa y de toda su cadena productiva, es decir, desde sus proveedores hasta sus consumidores finales. En este sentido, los objetivos de este estudio son tres: (i) identificar las dinámicas de cambio que influyen en la evolución del clúster agroindustrial del Quindío; (ii) evaluar cómo las asociaciones entre empresas dentro del clúster, impactan la absorción de choques económicos y la difusión de ideas; y (iii) proponer recomendaciones para mejorar la integración y colaboración entre las empresas del clúster, con el fin de potenciar su capacidad de recuperación ante las perturbaciones económicas y aumentar su competitividad. Para cumplir estos objetivos, se empleó una metodología basada en un análisis cualitativo del entorno, complementada con simulaciones de redes empresariales para representar diferentes niveles de evolución del clúster. Este estudio se centra en la importancia de los clústeres como herramientas para el desarrollo económico regional y empresarial.

Una vez analizadas las investigaciones previas sobre la importancia de las redes empresariales y la asociatividad para mejorar la competitividad de las empresas, se establece el marco teórico, el cual define los elementos centrales y las teorías que respaldan esta investigación. En consecuencia, resulta necesario comprender el concepto de redes empresariales, lo que implica reconocer que estas se fundamentan en la asociatividad, entendida como la cooperación entre sus integrantes para alcanzar beneficios comunes.

En efecto, en la teoría económica y empresarial, el concepto de red empresarial posee una gran relevancia debido a su impacto en el crecimiento organizacional y la economía en general. En este sentido, Galán et al. (2010) proponen un análisis de las redes empresariales desde un nivel inferior, disminuyendo la complejidad del estudio. Su investigación desarrolla una tipología de redes y subredes que facilita la comprensión de las relaciones interorganizativas.

En esta línea, Urrutia y Cuevas (2016, p. 425) afirman que la asociatividad en la empresa “es un medio que les facilita hacer frente a la incertidumbre en ambientes de constante cambio e inestabilidad a través de la creación y desarrollo de estrategias que les faciliten competir en igualdad de condiciones”. Esta colaboración no solo fortalece la competitividad, sino que también permite enfrentar desafíos como los choques económicos u otras perturbaciones que puedan afectar el desempeño empresarial.

De acuerdo con Galán et al. (2010), las redes empresariales no solo actúan como sistemas de apoyo, sino que además permiten que la heterogeneidad de sus integrantes genere nuevas ventajas competitivas. Estos autores señalan que “la búsqueda de beneficios dentro de redes o de colectividades empresariales son fundamentales para las organizaciones de menor tamaño, ya que de esa forma pueden competir a nivel global y con rivales, en principio, más poderosos” (p. 28). En este sentido, las redes empresariales facilitan el acceso al conocimiento, la ampliación de mercados y la transferencia de información y tecnologías, elementos clave para competir en entornos dinámicos y globalizados.

En este mismo contexto, Becerra (2008) sostiene que “las redes son una forma de organizar las relaciones entre empresas que, sin dejar de competir, incluyen a la cooperación como parte de su estrategia de negocios con el propósito de alcanzar un mejor desempeño en una determinada industria”.

La innovación dentro de las redes empresariales y los clústeres no constituye un proceso lineal, sino un fenómeno emergente que se nutre de la interacción y diversidad de sus miembros (Powell et al., 1996). La proximidad geográfica y la densidad de conexiones facilitan la circulación de ideas y conocimientos tácitos, lo que estimula la experimentación y la adopción de nuevas tecnologías y prácticas (Maskell & Malmberg, 1999). Asimismo, la colaboración en proyectos de investigación y desarrollo, junto con el intercambio informal de información, permite a las empresas superar las limitaciones individuales de recursos y capacidades, acelerando el ritmo de innovación y mejorando su capacidad de respuesta frente a los cambios del mercado (Rosenberg, 1983).

Por otro lado, el éxito y la sostenibilidad de las redes empresariales y los clústeres dependen en gran medida de los mecanismos de gobernanza y del nivel de confianza entre sus participantes (Grandori & Soda, 1995). La gobernanza puede adoptar diversas formas, desde acuerdos formales y estructuras organizativas específicas hasta normas sociales y culturales compartidas, las cuales fomentan la cooperación y mitigan el riesgo de comportamientos oportunistas (Williamson, 1985). La confianza, por su parte, actúa como un lubricante de las interacciones, reduce los costos de transacción y promueve la colaboración a largo plazo, facilitando así la creación de valor colectivo (Nahapiet & Ghoshal, 1998).

Las redes empresariales densamente conectadas suelen ser más efectivas en la difusión

de información y conocimiento. Desde la perspectiva de la teoría de redes, es posible mapear el flujo de conocimiento dentro de un clúster, identificando barreras y oportunidades para mejorar la transferencia de tecnología y la adopción de prácticas innovadoras entre las empresas (Sepúlveda, 2023). Además, estas redes se pueden clasificar en horizontales y verticales. Las redes horizontales implican la colaboración entre empresas que pertenecen al mismo eslabón de la cadena productiva, mientras que las redes verticales se refieren a las relaciones entre empresas de distintos eslabones, como proveedores y distribuidores. Esta clasificación permite comprender mejor las diversas formas de interacción y cooperación en un clúster (Instituto Alemán de Desarrollo y Sostenibilidad [IDOS], 2019).

Resulta necesario mencionar que un clúster empresarial es una concentración geográfica de empresas, proveedores, instituciones académicas y entidades gubernamentales que operan en un mismo sector productivo y colaboran para mejorar su competitividad e innovación (Porter, 1998). Estos clústeres facilitan el intercambio de conocimientos, el acceso a mercados y la optimización de recursos, generando beneficios tanto para las empresas participantes como para la economía regional y nacional (Enright, 2003).

La proximidad física entre las empresas que conforman un clúster favorece la colaboración y reduce los costos logísticos (Jankowska et al., 2017). Este entorno propicia relaciones de cooperación entre los diferentes actores, incluso en contextos de competencia. De esta manera, las empresas no solo compiten en el mercado, sino que también colaboran en áreas estratégicas como la innovación, el desarrollo tecnológico y la formación de talento humano (Enright, 2003).

Este tipo de relación ha sido conceptualizado como cooportunidad, es decir, la coexistencia de competencia y cooperación entre organizaciones que comparten intereses comunes. Según Enright (2003), esta dinámica genera eficiencias significativas al integrar a productores, proveedores y distribuidores, lo cual se traduce en mejoras tanto en los procesos de producción como en las estrategias de comercialización (Porter, 1998).

El papel de los clústeres como mecanismos generadores de redes empresariales es fundamental, ya que promueven la asociatividad entre distintas empresas del sector, con el objetivo de optimizar su desempeño colectivo sin comprometer su autonomía. Además, porque:

Incluyen no sólo a las empresas sino también a instituciones como programas académicos, asociaciones de comercio y organizaciones estandarizadoras. A su vez, aprovechan los bienes públicos de la comunidad en que se encuentran, como escuelas y universidades, agua potable, leyes de libre competencia, estándares de calidad y transparencia de mercado. (Porter & Kramer, 2011, p. 13)

Adicionalmente, los clústeres no son estáticos; evolucionan con el tiempo. La teoría de redes proporciona herramientas para analizar cómo cambian las relaciones y estructuras dentro del clúster, permitiendo entender su adaptación a nuevos desafíos y oportunidades del mercado (Sepúlveda, 2023).

En el contexto agroindustrial, la formación de clústeres facilita la colaboración entre empresas, instituciones de investigación, entidades gubernamentales y otros actores relevantes, promoviendo la innovación, la transferencia de tecnología y el desarrollo económico regional. Un ejemplo destacado es la labor de la Red Clúster Colombia, que trabaja en el fortalecimiento de la competitividad de sectores agropecuarios prioritarios mediante iniciativas de articulación productiva. Estas iniciativas permiten alinear y focalizar políticas públicas orientadas al desarrollo sectorial, con el objetivo de potenciar el crecimiento empresarial a lo largo de las cadenas de valor agroindustriales (Red Clúster Colombia [RCC], 2022).

Un grupo de investigación y desarrollo empresarial, realizó un análisis prospectivo del sector industrial de plásticos en la ciudad de Bogotá D.C. usando el método Delphi para la construcción de escenarios futuros para el año 2019. El objetivo de este estudio fue orientar las decisiones empresariales para la mejora de la productividad y la comprensión del comportamiento futuro del sector. Los hallazgos indican que, para ese año, se preveía el uso de materiales a partir de fuentes renovables y materias primas naturales; sin embargo, el 67 % de los expertos encuestados sostiene que, para el año 2019, el clúster del plástico en Bogotá, no alcanzaría un desempeño de clase mundial con un desarrollo tecnológico e industrial acorde con los estándares internacionales. Esto se atribuyó a la falta de investigaciones que respaldan su crecimiento y fortalecimiento, así como a la baja inversión y a la ausencia de asociaciones que representen este tipo de iniciativas (Guarín et al., 2013).

Por otra parte, dentro de los estudios comparativos, Aguilar y Cruz (2015) analizaron el

clúster automotriz de San Luis Potosí, en Bolivia, con el propósito de describir y examinar la cadena productiva del clúster, su integración y el nivel de consolidación. Mediante una metodología cualitativa basada en entrevistas semiestructuradas, concluyeron que el clúster se encontraba en la fase inicial de formación. Identificaron que tanto la cadena productiva como las instituciones de apoyo requerían ser fortalecidas, toda vez que no se había logrado un encadenamiento productivo sólido en torno a la industria automotriz.

En coherencia con lo anterior, Becerra y Serna (2012) analizaron en Colombia la incidencia de los vínculos de empresas e instituciones locales en el desarrollo de innovación e I+D en la ciudad de Manizales. Para ello, recopilieron información de 246 empresas que conforman el clúster textil de la ciudad y utilizaron un modelo logit para la contrastación empírica de los datos. Los resultados evidenciaron un bajo nivel de actividades de I+D en las empresas, y el modelo estimó que la existencia de vínculos entre empresas para desarrollar actividades de I+D incrementa en un 49 % la probabilidad de generar innovación en el sector. Como conclusión principal, los autores resaltan que las empresas vinculadas, fortalecen significativamente las actividades de I+D, en comparación con aquellas que operan de manera aislada. Además, enfatizan que esta vinculación repercute directamente en la competitividad del sector.

Finalmente, en 2018 se publicó un artículo titulado “Análisis de modelos de clústeres aeroespaciales más representativos a nivel mundial y su incidencia para el desarrollo del Clúster Aeroespacial del Valle del Cauca”. Este estudio ofreció un panorama de los clústeres aeroespaciales a nivel mundial, tomando como referencia los más representativos de Europa, Canadá, Estados Unidos y Latinoamérica, donde se identificaron estrategias competitivas aplicables al desarrollo del sector en el Valle del Cauca. Mediante técnicas de análisis y síntesis de información, se encontró que el intercambio de políticas de clúster con Europa y la adopción de modelos innovadores con Estados Unidos, pueden fortalecer esta industria. También se identificó a México como líder regional de desarrollo tecnológico, con un crecimiento sostenido durante los últimos ocho años. Los hallazgos evidenciaron que el análisis de clústeres internacionales facilita el intercambio de información, innovación y tecnología que contribuyen a mejorar el sector, la competitividad y la economía de un país (Morante y López, 2018).

Lo anterior, resulta determinante para comprender los factores que influyen en el éxito de una empresa. Según Porter y Kramer (2011), “las necesidades sociales, y no solo las

necesidades económicas convencionales, son las que definen los mercados. También reconoce que los males o las debilidades de la sociedad suelen crear costos internos para las empresas” (p. 4). Esto implica que, para las organizaciones, no es suficiente crear un entorno favorable internamente; también es necesario forjar redes en su entorno externo para garantizar un óptimo desempeño.

Metodología

La teoría de redes permite detectar y analizar las formas en que las empresas dentro de un clúster se conectan y colaboran. Al representar a las organizaciones como nodos y sus relaciones como enlaces, es posible visualizar la estructura del clúster y evaluar el grado de cohesión de sus componentes (Fortunato, 2009). Esta representación facilita la identificación de subgrupos o comunidades que cooperan de manera estrecha, también del análisis del impacto de dichas interacciones sobre la eficiencia, la difusión de información y la innovación.

Además, mediante el uso de métricas como la centralidad, la teoría de redes permite identificar actores estratégicos que actúan como intermediarios clave en la circulación de recursos, conocimientos y prácticas innovadoras. Estas empresas ocupan posiciones privilegiadas dentro de la red y desempeñan un papel fundamental en el desarrollo, fortalecimiento y sostenibilidad del clúster (Serrano & Boguñá, 2006).

Con base en estos fundamentos teóricos, el presente estudio desarrolló un análisis cualitativo del entorno (Ochoa, 2013), apoyado en resultados obtenidos a través de grupos focales y encuestas semiestructuradas aplicadas a 45 empresas del departamento del Quindío (Colombia) durante los años 2019, 2020 y 2021. Las organizaciones analizadas pertenecen al clúster agroindustrial, en la categoría de alimentos, y se dedican a la transformación de productos en distintas líneas: hortofruticultura y aromáticas, confitería, mieles, panela y cacao, panificación, galletería y harinas, lácteos y cárnicos, licores y bebidas, así como snacks de plátano y banano.

Para complementar el análisis cualitativo, se implementó un modelo de simulación de redes que representó a las empresas como nodos, y sus encadenamientos productivos como enlaces entre ellos o como factores comunes relevantes. A cada vínculo se le asignó un valor aleatorio entre 0 y 1, con el fin de representar la intensidad de la relación comercial. El modelo

configuró dos escenarios contrastantes: un Clúster de Baja Evolución (CBE) y un Clúster de Alta Evolución (CAE), con el propósito de explorar el impacto de distintos niveles de integración y colaboración. La simulación trabajó con datos generados aleatoriamente, centrándose en variables clave como la difusión de ideas, los choques económicos, la adopción de tecnología y las interacciones de negocio, expresadas por la intensidad de las relaciones entre nodos.

Asimismo, se diseñaron cuatro escenarios de validación para examinar el comportamiento dinámico de la red:

- **Difusión de ideas:** en este escenario, cada empresa accede a información específica que puede retener y compartir con otras organizaciones conectadas. La información adquirida no se pierde; una vez incorporada, se mantiene y se transmite a lo largo de la red.
- **Choques o perturbaciones económicas:** se simula el impacto de eventos adversos sobre las empresas, cuyo efecto se propaga debido a la interconexión entre nodos. Este escenario destaca la importancia de la acción colectiva y coordinada para enfrentar la duración de la crisis y promover el aprendizaje organizacional que permita mitigar o reducir futuros impactos.
- **Adopción de tecnología:** este escenario analiza cómo las organizaciones adoptan tecnologías, las retienen, las comparten o eventualmente las abandonan si sus empresas vecinas no las incorporan. Esto refleja dinámicas de presión o influencia al interior de la red.
- **Interacciones de negocio:** este escenario simula la evolución de las relaciones comerciales y de cadena de valor entre las empresas del clúster, mostrando cómo estas se fortalecen o debilitan en función del grado de integración. Las interacciones generan impactos diferenciados que inciden en el desempeño colectivo.

La validación de los resultados se realizó mediante el análisis gráfico de las redes generadas tras la simulación. Se observó que, a mayor nivel de encadenamiento dentro del clúster, mayor densidad presentaba la red, lo que sugiere un incremento en la conectividad y en las relaciones de colaboración entre las empresas. La gestión de los datos se llevó a cabo utilizando números pseudoaleatorios generados en Excel, los cuales fueron posteriormente incorporados al software de simulación ORA-LITE, desarrollado por el Center for Computational Analysis of Social and Organizational Systems (CASOS) de la Universidad

Carnegie Mellon. Este software permitió implementar los tres escenarios previamente descritos a través de los subprocesos específicos disponibles para la modelación de redes dinámicas.

Teniendo en cuenta que los clústeres se identifican como redes de colaboración entre empresas que facilitan la reducción de costos y la consolidación de la demanda, lo que a su vez potencia los ingresos, las empresas actúan como nodos dentro del clúster, mientras que las interacciones entre ellas, expresan las conexiones entre estos nodos. Esta estructura se puede visualizar a través de grafos o redes, lo que proporciona una representación clara de las dinámicas que operan en el entorno económico. Con el fin de simular el clúster, se generan encadenamientos de los nodos de acuerdo con el nivel de evolución del clúster y para representar el nivel de evolución, se definen dos niveles: bajo y alto encadenamiento.

El clúster de baja evolución o encadenamiento, se caracteriza por tener muchas de sus relaciones poco desarrolladas, lo que resulta en un bajo nivel de asociatividad entre las empresas, representado por el hecho de que solo el 15% de las asociaciones posibles están presentes. En contraste, el clúster de alto nivel tiene desarrollado el 75% de las asociaciones posibles entre las empresas que lo conforman. En la simulación de redes, la propagación de eventos se configura como un fenómeno que se extiende a través de la red. Hay cuatro formas de considerar esto en las redes: difusión de ideas, choques económicos negativos o positivos, y adopción de tecnología.

Resultados

Difusión de ideas

Cada organización tiene acceso a una información, que puede retener y compartir con otros nodos. La información recibida no se pierde. Si una empresa recibe información, la mantiene en el tiempo y la comparte con los nodos anexos.

Choques económicos negativos o positivos

Los choques o perturbaciones económicas afectan a toda la organización empresarial, y al estar interconectadas con otras estructuras del entorno productivo, el impacto tiende a propagarse; en este sentido, resulta fundamental promover una acción conjunta que permita

afrontar la duración de la crisis, fomentar el aprendizaje colectivo para evitar que se repitan o para minimizar su recurrencia en el futuro.

Adopción de tecnología

La adopción de tecnología evidencia el proceso mediante el cual las organizaciones adoptan nuevas tecnologías, la retienen en función de su utilidad, la comparten con otras empresas dentro del clúster, y en algunos casos las abandonan si perciben que sus empresas vecinas no las acogen. Este comportamiento demuestra la influencia que ejerce en la toma de decisiones tecnológicas, a su vez refleja situaciones de presión y adaptación colectiva dentro de la red, afectando la velocidad y el alcance de los procesos de innovación tecnológica o científica.

Configuración de los clústeres

Se definió el total de empresas del clúster que son 45; sobre estas se generaron relaciones con valores aleatorios para representar estos clústeres. Para configurar la red de baja evolución, se optó por activar las relaciones con un valor superior a 0.85, lo que significa que solo el 15% de todos los encadenamientos son considerados válidos.

Para un clúster de alta evolución, se definió sobre las 45 empresas, relaciones que representan el 75% de los encadenamientos, seleccionando aquellas que tienen el valor mayor a 0.25.

Definición de los parámetros de la simulación

En cada red que representa un clúster, se llevó a cabo la simulación de un evento para analizar cómo responden las empresas de acuerdo con el nivel de evolución del clúster. Los parámetros de la simulación incluyen un horizonte de tiempo de tres años. Además, la resistencia de cada nodo al evento se establece en 0.25 para el clúster de alta evolución y de 0.75 para el clúster de baja evolución, lo que refleja la capacidad de las empresas para integrar los encadenamientos de valor derivado de su pertenencia al clúster. Estos valores indican que, si las empresas están en un clúster de baja evolución, las empresas no han desarrollado los mecanismos eficientes para colaborar con los encadenamientos de valor, mientras que, en un clúster de alta evolución, las empresas tienen desarrollado los mecanismos para colaborar y generar valor agregado, con lo que la transmisión de los efectos es más rápida.

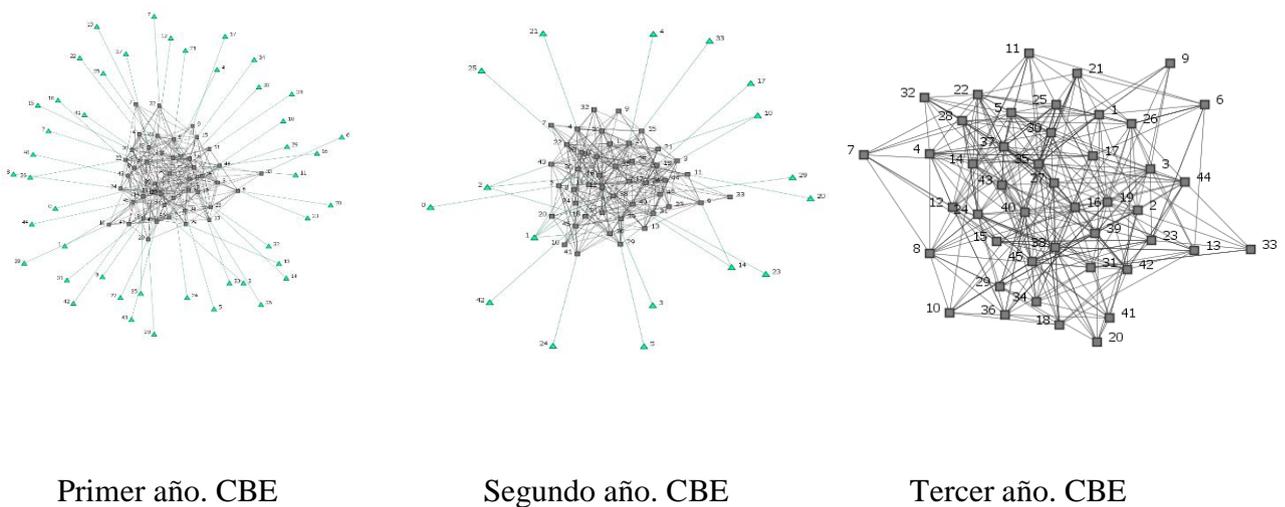
Simulación prospectiva de pandemia

Choque económico clúster de baja evolución

Sobre la red se simuló un choque económico negativo o positivo durante tres periodos, que corresponden a la ventana de tres años del estudio. El nivel de inmunización de las organizaciones se estableció en cero, lo que significa que todas están expuestas al contagio. El impacto del choque económico se extiende por un año. Los triángulos verdes indican el orden de organizaciones que se ven afectadas por el evento. Los resultados del primer año se exponen en la Figura 1.

Figura 1

Simulación de un choque económico (Clúster de Baja Evolución)



Fuente: Elaboración propia.

A pesar de que los encadenamientos son de baja evolución, la mayoría de las empresas sufren los efectos del choque, ya sea positivo o negativo. Al final del primer periodo, las empresas han sufrido el impacto económico. Para el segundo periodo, las empresas que se contagiaron de últimas, son las que quedan experimentando los efectos del evento, que para este caso son 17. Para el tercer año, el choque económico se ha disipado por completo.

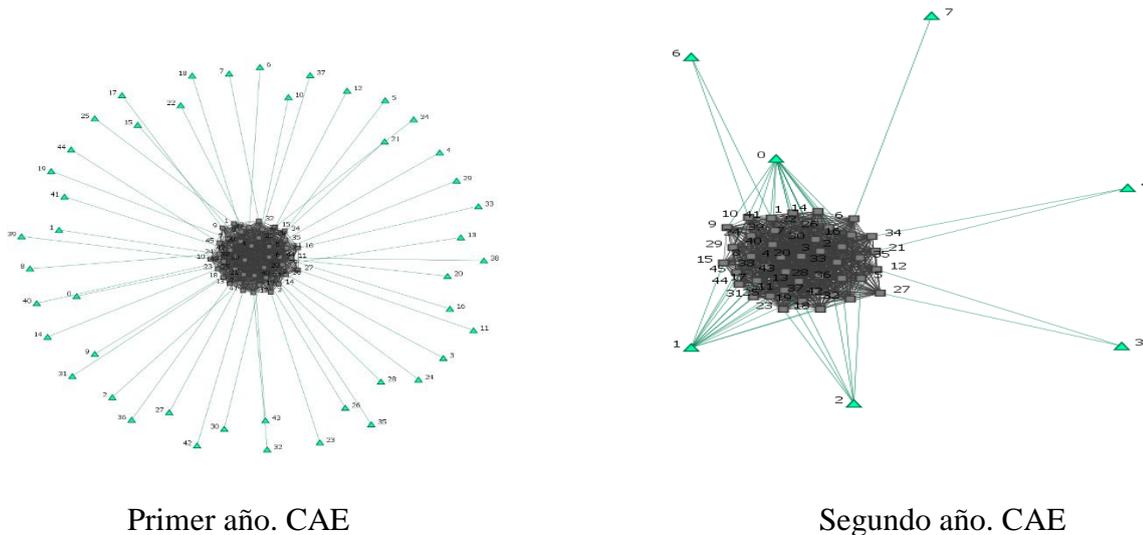
Choque económico clúster de alta evolución (CAE)

Bajo los parámetros definidos, se simuló el efecto de un choque económico (Figura 2), con un nivel de inmunidad al contagio de 0.25, lo que expone a las organizaciones a una

propagación más rápida e integrada del impacto. El periodo máximo de contagio se estableció en un año. Considerando que la red del clúster presenta una alta densidad debido al número significativo de relaciones desarrolladas entre las empresas, la difusión tanto de choques positivos como negativos ocurre de forma más acelerada en este escenario.

Figura 2

Simulación de un choque económico (Clúster de Alta Evolución)



Fuente: Elaboración propia.

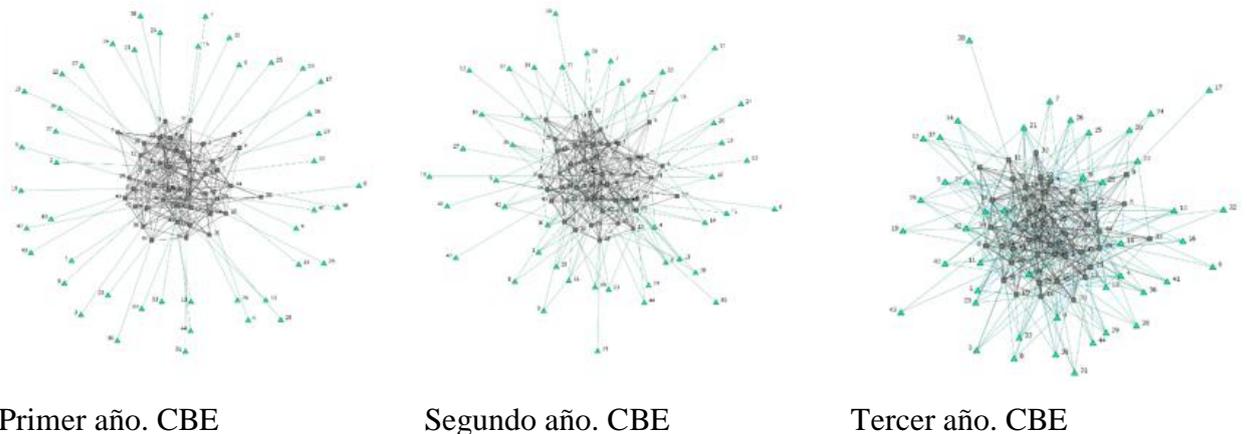
En el segundo año, las empresas contagiadas son siete, un valor muy inferior a las 17 empresas del CBE. Estas cifras demuestran que el CAE absorbe rápidamente los efectos de un choque económico, tanto positivo como negativo. Una mayor absorción significa que en conjunto las empresas estarían mejor preparadas para afrontarlo.

Simulación de la difusión de ideas

La dinámica de este tipo de difusión, parte desde el momento en que una empresa genera una idea y decide compartirla con el resto de las empresas del clúster. Una vez que la idea se transmite, no se pierde en el proceso, sino que permanece activa y disponible en el sistema, circulando para todas las demás organizaciones dentro de la red (Figura 3). Lo anterior, garantiza que cualquier empresa pueda acceder a la información en algún momento; a su vez, facilita la apropiación colectiva del conocimiento y de procesos innovadores.

Figura 3

Simulación de la difusión de ideas (Cluster de Baja Evolución)

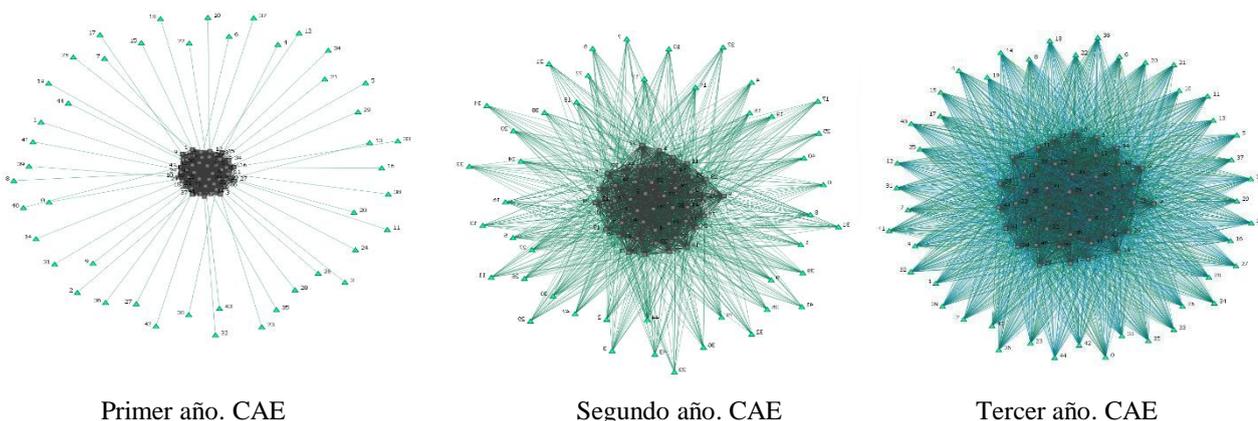


Fuente: Elaboración propia.

Inicialmente, compartir una idea resulta positivo en el sentido que su propagación puede tener eco en otras empresas del clúster. En el segundo año, la difusión comienza a intensificarse, incrementando la densidad de la red a medida que más organizaciones se suman al intercambio del conocimiento. Para el tercer año, el proceso de difusión se consolida, indicando que la idea ha circulado de manera efectiva a través de la red empresarial (Figura 4).

Figura 4

Simulación de la difusión de ideas (Clúster Alta Evolución)



Fuente: Elaboración propia.

La fase inicial de la difusión de ideas es similar a la anterior. La diferencia se da en tiempo, el segundo año genera una red mucho más densa, indicando que la difusión de ideas se expande a un número mayor de empresas dadas las características del clúster. El tercer año, la

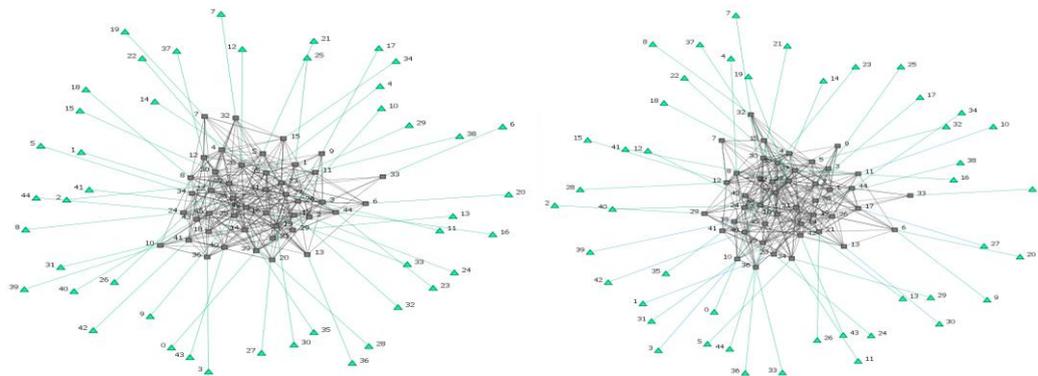
difusión de ideas logra una densidad donde las empresas comparten sus ideas al resto del clúster.

Simulación de interacciones de negocios

Otro de los eventos similares, corresponde a las interacciones de negocio en la red. Esto considera que la integración de la cadena de valor en el clúster logra generar sinergias entre las empresas, con lo que se simula su evolución y cómo se puede observar en la Figura 5.

Figura 5

Simulación de Interacciones de Negocio (Clúster Baja Evolución)

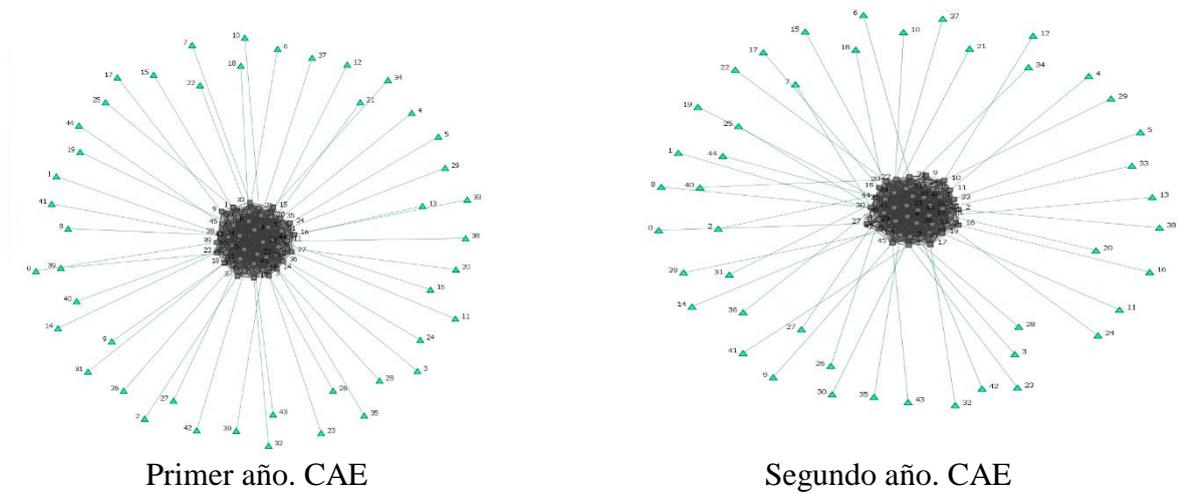


Fuente: Elaboración propia.

Para las redes de alta evolución del clúster, puede comprobarse que la interacción de los negocios permanece en el tiempo. La CBE genera negocios en su interior, proporcionales a la configuración de sus relaciones (Figura 6).

Figura 6

Simulación de Interacciones de Negocio (Clúster Alta Evolución)



Fuente: Elaboración propia.

El CAE genera negocios entre las organizaciones de una manera más estable en el tiempo, con lo que los beneficios generados de las sinergias internas son más grandes en comparación con el CBE.

Discusión

Los resultados obtenidos a través de la simulación de redes en el clúster agroindustrial del Quindío, revelan hallazgos significativos sobre la dinámica de las redes empresariales y su impacto en la resiliencia y el desarrollo del sector. En primer lugar, la simulación de choques o perturbaciones económicas, tanto positivos como negativos, demostró que los clústeres con una alta evolución, caracterizados por una mayor integración entre las empresas, exhiben una mayor capacidad de absorción y recuperación ante las perturbaciones. Esta resiliencia se atribuye a la eficiente difusión de información y recursos, facilitada por la integración de la red, lo cual concuerda con los postulados de la teoría de redes (Sepúlveda, 2023) y sugiere una recomendación clave para la política pública: la implementación de iniciativas que promuevan activamente la colaboración y la conectividad entre las empresas del clúster, fortaleciendo así su capacidad de adaptación y mitigación de riesgos frente a los choques económicos.

La perspectiva de la complejidad y los sistemas adaptativos ofrece una lente valiosa

para comprender la evolución dinámica de las redes empresariales y los clústeres (Holland, 1995). Estas estructuras no son entidades estáticas, sino sistemas complejos que se autoorganizan y adaptan continuamente a las condiciones cambiantes del entorno. Las interacciones entre los agentes, la retroalimentación y la emergencia de propiedades, son elementos clave para entender cómo los clústeres se transforman, enfrentan desafíos y aprovechan nuevas oportunidades a lo largo del tiempo (Stacey, 1996).

La simulación de redes indica que una mayor integración, potencia los beneficios del clúster. En este sentido, se observó que el clúster de alta evolución comparte un nivel superior de conocimiento. Los resultados sugieren que, cuando las empresas están más integradas, un mayor número de organizaciones se contagia más rápidamente; sin embargo, dado que el contagio inicial es mayor, el clúster puede salir en un tiempo menor de la crisis. Esto resulta positivo, debido a que las organizaciones experimentan con una mayor aceleración los efectos, lo que les permite adaptarse con mayor rapidez a la realidad empresarial. En conjunto, pueden superar los efectos del choque negativo en un tiempo más corto. Estos hallazgos coinciden con lo que afirma Sepúlveda (2023), quien sostiene que la cohesión del clúster se refiere a la fortaleza de los vínculos entre sus miembros. Un análisis de redes, facilita evaluar la densidad de las conexiones y la posible existencia de cuellos de botella o puntos de falla que comprometan la estabilidad del clúster. Comprender la robustez de la red es crucial para diseñar estrategias que fortalezcan las relaciones interempresariales y mitiguen los riesgos.

Esto se evidencia en el segundo año, cuando solo seis organizaciones perciben efectos del choque, a diferencia del clúster de baja evolución, donde diez organizaciones experimentan los efectos del evento en el mismo periodo. Los choques económicos se propagan agresivamente en la red, de modo que, para el primer año, la mayoría de las organizaciones han experimentado sus efectos. Para el segundo año, solo permanecen los remanentes o aquellas que se ven afectadas de forma tardía. Para el tercer año, todas las organizaciones han superado el impacto del evento. En contraste, los clústeres de baja evolución, con relaciones menos desarrolladas, presentan una mayor vulnerabilidad y una recuperación más lenta. Esto subraya la importancia de fortalecer los vínculos interempresariales para aumentar la resiliencia del sector agroindustrial.

En segundo lugar, la simulación de la difusión de ideas evidenció que la integración del clúster desempeña un papel crucial para la circulación del conocimiento. En los clústeres de alta evolución, las ideas se difunden más rápido y de forma extensa, alcanzando un mayor

número de empresas en menor tiempo. Este resultado es consistente con la literatura de clústeres y redes empresariales, que destaca la importancia de la proximidad y la colaboración para el intercambio de conocimientos y la innovación (Enright, 2003; Porter, 1998). La capacidad de compartir ideas y conocimientos eficientemente, no solo fortalece la competitividad de las empresas individuales, sino que también impulsa el desarrollo del clúster en su conjunto. Por ejemplo, un estudio sobre el clúster de nanotecnología en Nuevo León utilizó el ARS para analizar las relaciones de colaboración entre organizaciones y su impacto en la creación de ciencia, tecnología e innovación. (Sepúlveda, 2023)

Además, la simulación de las interacciones de negocio, reveló que los clústeres de alta evolución generan sinergias más estables y beneficiosas para las empresas. La integración de la cadena de valor y la colaboración entre las empresas permiten optimizar los procesos, reducir los costos y aumentar la eficiencia, lo que se traduce en una mayor competitividad y sostenibilidad (Zadorozhna, 2014). Por el contrario, los clústeres de baja evolución, presentan una menor interacción entre las empresas, lo que limita la generación de sinergias y afecta su desempeño. Para aprovechar su potencial, es fundamental diseñar e implementar políticas públicas que fortalezcan la cadena de valor del clúster. Esto implica facilitar la coordinación de proveedores, productores y distribuidores, fomentar la adopción de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), promoviendo el desarrollo de estándares de calidad e impulsar la internacionalización.

En conclusión, los resultados de este estudio, respaldan la importancia de las redes empresariales y la colaboración para el desarrollo y la resiliencia del clúster agroindustrial del Quindío. La alta evolución del clúster, caracterizada por una mayor integración, facilita la absorción de choques económicos, la difusión de ideas y la generación de sinergias, lo que impulsa la competitividad y el crecimiento del sector. Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), los clústeres y las redes empresariales son espacios donde empresas e instituciones, con cierta proximidad geográfica o sectorial, interactúan para mejorar su desempeño. Para ello, es esencial desarrollar agendas estratégicas compartidas que intensifiquen la interacción y profundicen la confianza mutua. (CEPAL, 2023). Estos hallazgos tienen implicaciones importantes para las políticas de desarrollo regional, que deben promover la creación y el fortalecimiento de redes empresariales como una estrategia clave para el desarrollo económico y la sostenibilidad del sector agroindustrial.

Conclusiones

Los hallazgos derivados de la investigación empírica, confirman la premisa teórica que concibe la integración de redes como un factor determinante de la resiliencia del clúster. Esta conclusión se alinea con los postulados de la teoría de redes, que enfatiza la importancia de las interconexiones entre los actores para el flujo eficiente de información, recursos y capacidades. En este sentido, la densidad y la estructura de las redes empresariales se erigen como elementos configuradores de la capacidad del clúster para adaptarse y responder eficazmente a las disrupciones del entorno.

Desde una perspectiva teórica, este estudio fortalece el corpus de conocimiento existente en el ámbito de los clústeres y las redes empresariales, al proporcionar evidencia empírica que cuantifica y cualifica la relación entre la estructura de las redes y la resiliencia organizacional. Se corrobora, en particular, la relevancia de conceptos clave como la "competencia" (Enright, 2003) y la "fuerza de los lazos débiles" (Granovetter, 1973) para comprender las dinámicas de colaboración y competencia que subyacen a la resiliencia del clúster. Asimismo, se evidencia la pertinencia de la teoría de la dependencia de recursos para analizar cómo las redes facilitan el acceso a recursos críticos y la mitigación de la incertidumbre.

En el plano práctico, los resultados de la investigación sugieren imperativamente la necesidad de que las políticas de desarrollo regional adopten un enfoque estratégico centrado en el fomento activo de la colaboración y la creación de redes empresariales sólidas y cohesionadas. Esta orientación demanda la implementación de intervenciones que promuevan la confianza interorganizacional, el intercambio fluido de conocimiento y la ejecución coordinada de iniciativas conjuntas de innovación y desarrollo. Se destaca, en este contexto, el papel fundamental de las instituciones de apoyo (agencias de desarrollo, cámaras de comercio, universidades, entre otras) como catalizadores de la formación y el fortalecimiento de estas redes, proveyendo plataformas de encuentro, servicios de intermediación y programas de capacitación especializados.

En efecto, este estudio subraya la importancia crítica de las redes empresariales como infraestructuras intangibles que sustentan la resiliencia y la competitividad de los clústeres

agroindustriales frente a los choques económicos. Se espera que los hallazgos y las reflexiones aquí presentadas contribuyan a informar la formulación de políticas públicas y estrategias empresariales que promuevan el desarrollo sostenible y la prosperidad económica de las regiones, promoviendo sinergias entre la academia, el sector público y empresarial, de tal modo que aporten a la consolidación y fortalecimiento de líneas de investigación aplicada al análisis del tejido empresarial, en especial su nivel de integración y la asociatividad como un factor determinante para la competitividad y el desarrollo regional.

Es importante mencionar que, dentro de las limitaciones del estudio, la metodología podría complementarse. Se propone para futuras investigaciones la incorporación de métodos cuantitativos y mixtos que permitan una triangulación más completa de los resultados. Así mismo, resulta necesario analizar en profundidad la resiliencia no solo de los clústeres, sino del tejido empresarial en diferentes sectores económicos, como lo es el turismo, agricultura, comercio, construcción, entre otros, para establecer comparaciones de las relaciones de integración, niveles de tecnologías, transferencia del conocimiento y de ideas e interacción de negocios, para evaluar su capacidad de respuesta ante las crisis y de esta manera generar estrategias empresariales o políticas públicas que fortalezcan su resiliencia.

Finalmente, promover escenarios de discusión y evaluación del rol que desempeñan las instituciones de apoyo como el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), la Cámara de Comercio, la Comisión Regional de Competitividad e Innovación, el Comité Intergremial y Empresarial, las agencias de desarrollo, las incubadoras de empresas, las universidades y los gremios, en la consolidación de redes que impulsen la asociatividad y estrategias de prospectiva para hacer frente a los desafíos del mercado y las crisis económicas. Lo anterior, requiere de la articulación de estas instituciones para la evaluación de políticas públicas orientadas a garantizar una eficiente asociatividad e innovación permanente.

Consideraciones éticas

La presente investigación de tipo cualitativo, tuvo en cuenta las consideraciones éticas, fundamentadas en relaciones de confianza y reciprocidad, con el compromiso de no causar daño, para lo cual se tuvo el aval del Comité de Ética y Bioética de la Universidad del Quindío. Los consentimientos informados fueron contruidos de manera colectiva en el momento de

realizar la investigación para el tratamiento de los datos.

Conflicto de interés

Todos los autores realizaron aportes significativos al documento y declaran que no existe ningún conflicto de interés relacionado con este artículo.

Declaración de contribución de los autores

Adriana María Flórez Laiseca: Conceptualización, metodología, investigación, análisis formal, administración de proyecto, Adquisición de fondos, supervisión.

Elkin Argiro Muñoz Arroyave: Validación, software, metodología, análisis formal, investigación, escritura: redacción y revisión.

Fuente de financiación

Artículo resultado del proyecto “Análisis del Impacto de la Pandemia del COVID-19 en las Empresas de la Iniciativa Cluster Agroindustrial del Quindío: una Herramienta para la Consolidación de Iniciativas Conjuntas como Aporte al Desarrollo Regional” financiado por la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Quindío.

Referencias

- (1) Aguilar, P. y Cruz, L. P. (2015). Esquema de condicionantes en la relación proveedor cliente en la industria automotriz. Caso sector autopartes en la Zona del Bajío. *Dirección y Organización*, (56), 57-67. <https://doi.org/10.37610/dyo.v0i56.474>
 - (2) Becerra, F. (2008). Las redes empresariales y la dinámica de la empresa: aproximación teórica. *Innovar*, 18(32), 1-17. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-50512008000200002
 - (3) Becerra, F. y Serna, H. M. (2012). Redes empresariales locales y su incidencia en la innovación de la empresa. *Revista Venezolana de Gerencia*, 17(57), 113-131. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29021992007>
-

- (4) Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2023). *Redes y clústeres de empresas*. <https://www.cepal.org/es/temas/redes-clusteres-empresas>
- (5) Corella, A. (1993). Generalidades sobre la Agroindustria en Colombia. *Revista De Ciencias Agrícolas*, 12(2), 82-94. <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/1240>
- (6) Enright, M. J. (2003). Regional clusters: what we know and what we should know. In J. P. Doh & G. R. Geletkanycz (Eds.), *Innovation clusters and interregional competition* (pp. 99-129). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-24760-9_6
- (7) Fortunato, S. (2009). *Community detection in graphs*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/0906.0612>
- (8) Galán, J. L., Casanueva, C. y Castro, I. (2010). Las relaciones empresariales: una tipología de redes. *Innovar*, 20(38), 27-44. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/innovar/article/view/22286>
- (9) Grandori, A. & Soda, G. (1995). Inter-firm networks: antecedents, mechanisms and forms. *Organization Studies*, 16(2), <https://doi.org/10.1177/017084069501600201>
- (10) Granovetter, M. S. (1973). The strength of weak ties. *American Journal of Sociology*, 78(6), 1360-1380. https://www.redcimas.org/wordpress/wp-content/uploads/2012/08/m_MGranovetter_LAfuerzaDE.pdf
- (11) Guarín, A. G., Califa, J. C. y Peralta, L. L. (2013). Análisis prospectivo del sector industrial de plásticos en la ciudad de Bogotá D.C. bajo método DELPHI. *Revista de Investigación*, 6(1), 79-92. <https://doi.org/10.29097/2011-639X.143>
- (12) Holland, J. H. (1995). *Hidden order: how adaptation builds complexity*. Addison-Wesley. <https://archive.org/details/hiddenorderhowad0000holl>
- (13) Instituto Alemán de Desarrollo y Sostenibilidad [IDOS]. (2019). *Redes empresariales en América Latina: Claves para el desarrollo y la innovación*. https://www.idos-research.de/uploads/media/serie_focopymes_no_1.pdf
- (14) Jankowska, B., Götz, M., & Główka, C. (2017). Intra-cluster cooperation enhancing smes' competitiveness - the role of cluster organisations in Poland. *Investigaciones Regionales - Journal of Regional Research*, (39), 195-214. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28966569010>
- (15) Maskell, P. & Malmberg, A. (1999). Localised learning and industrial competitiveness. *Cambridge Journal of Economics*, 23(2), 167-185. <https://www.jstor.org/stable/23599582>
- (16) Morante, D. F. y López, W. E. (2018). Análisis de modelos de clústeres aeroespaciales más representativos a nivel mundial y su incidencia para el desarrollo del Clúster Aeroespacial del Valle del Cauca. *Ciencia y Poder Aéreo*, 13(1), 114-123. <https://publicacionesfac.com/index.php/cienciaypoderaereo/article/view/591>
- (17) Nahapiet, J. & Ghoshal, S. (1998). Social capital, intellectual capital, and the organizational advantage. *Academy of Management Review*, 23(2), 242-266. <https://doi.org/10.2307/259373>
- (18) Ochoa, D. R. (2013). La teoría fundamentada como metodología para la integración del análisis procesual y estructural en la investigación de las representaciones sociales. *Revista Electrónica*

- de Metodología Aplicada*, 18(2), 1-17. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S2011-30802013000100008&script=sci_arttext
- (19) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2017). *Portal de conocimiento de la FAO BETA*. <https://openknowledge.fao.org/home>
- (20) Porter, M. E. & Kramer, M. R. (2011). Creating shared value. *Harvard Business Review*, January-February, 1–17. <https://hbr.org/2011/01/the-big-idea-creating-shared-value>
- (21) Porter, M.E.(1998). Clusters and the new economics of competition. *Harvard Business Review*, 76(6), 77-90. <https://europemc.org/article/med/10187248>
- (22) Powell, W. W., Koput, K. W. & Smith-Doerr, L. (1996). Interorganizational collaboration and the locus of innovation: mnetworks of learning in biotechnology. *Administrative Science Quarterly*, 41(1), 116-145. <https://doi.org/10.2307/2393988>
- (23) Red Clúster Colombia [RCC]. (2022). *Estrategias de fortalecimiento de clústeres agroindustriales en Colombia*. https://redclustercolombia.gov.co/front_news/215/show
- (24) Rosenberg, N. (1983). *Inside the black box: Technology and economics*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511611940>
- (25) Sepúlveda, M. Y. (2023). Análisis de redes sociales de un clúster en tecnologías emergentes: el caso del clúster de nanotecnología de Nuevo León, 2009-2019. *Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales*, 34(1), 1-30. <https://doi.org/10.5565/rev/redes.940>
- (26) Serrano, M. Á. & Boguñá, M. (2006). *Clustering in complex networks. I. General formalism*. arXiv. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.74.056114>
- (27) Stacey, R. D. (1996). *Complexity and creativity in organizations*. Berrett-Koehler Publishers.
- (28) Urrutia, J. A. y Cuevas, T. J. (2016). Redes empresariales en el sector turismo y servicios para la mejora de competitividad en Ciudad Juárez, Chihuahua, México: caso Parque Central Hermanos Escobar y PYMES aledañas. *Cuadernos de Turismo*, (37), 421–436. <https://doi.org/10.6018/turismo.37.256331>
- (29) Williamson, O. E. (1985). *The economic institutions of capitalism*. Free Press. <https://doi.org/10.2307/2555390>
- (30) Zadorozhna, L. (2014). Forming agro industries clusters for reaching competitiveness of Ukrainian agro industrial sector. *Journal of Eastern European and Central Asian Research*, 1(1), 1-11. <https://doi.org/10.15549/jeecar.v1i1.26>