

Análisis y Predicción de Redes de Colaboración de Alianzas Estratégicas en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA)

Oscar Javier Vásquez Casallas

Tutor: Rafael Luque Ocaña

Maestría en Ciencia de Datos

Junio 2025

Índice

1. Introducción y Estado del Arte

- a. Contexto
- b. Objetivos
- c. Impacto CCEG y ODS
- d. Metodología
- e. Estado del arte

2. Materiales y métodos

- a. Descripción del conjunto de datos
- b. Análisis exploratorio y visualización de redes de colaboración
- c. Desarrollo de modelos predictivos

3. Resultados

- a. Descripción del conjunto de datos
- b. Análisis exploratorio y visualización de redes de colaboración
- c. Desarrollo de modelos predictivos
- d. Interpretación y Recomendaciones

4. Conclusiones y trabajos futuros

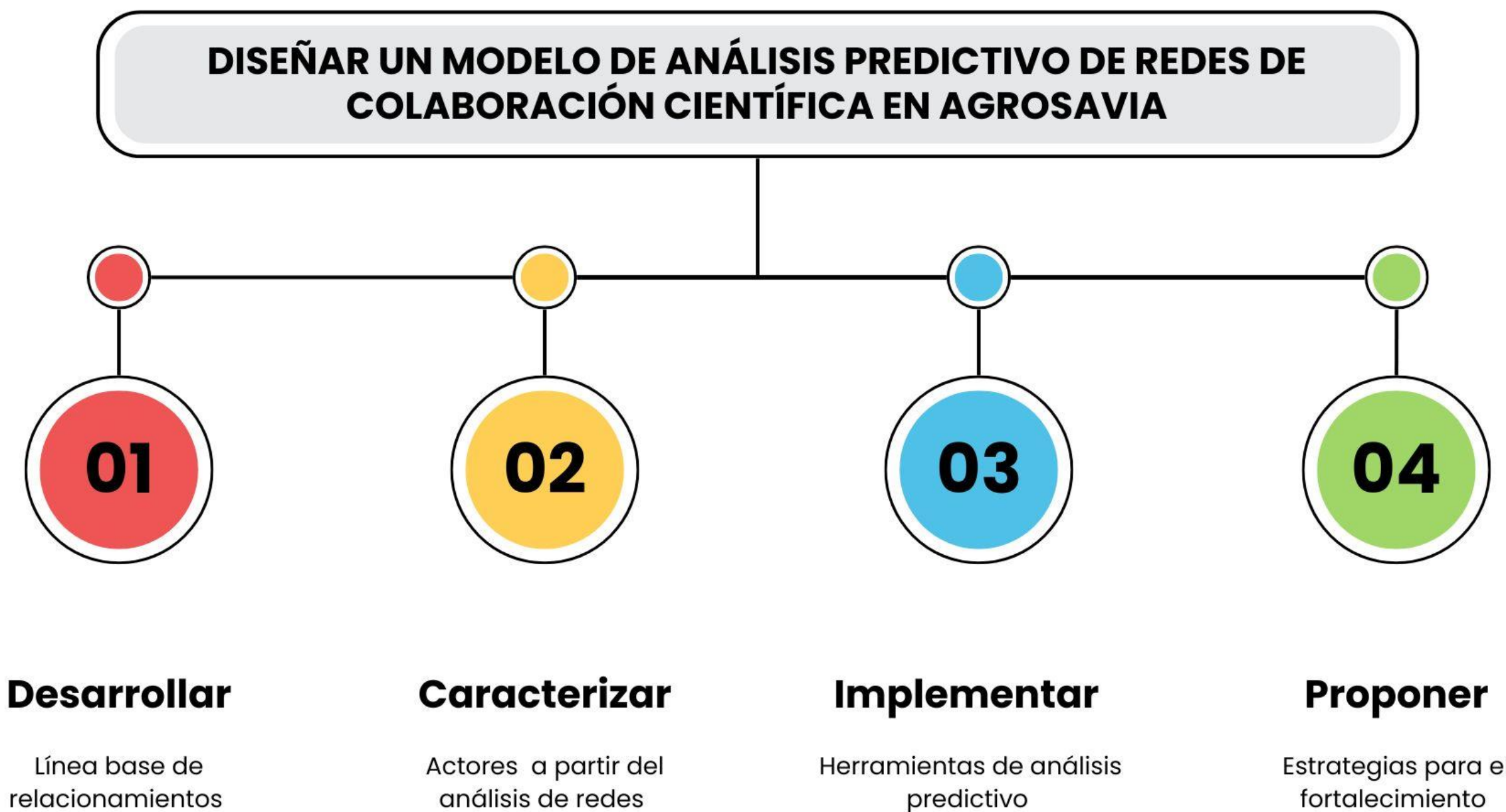
- a. Conclusiones
- b. Trabajos futuros

1. Introducción y Estado del Arte

a. Contexto

- **Problema Actual:** La identificación de oportunidades de colaboración científica en el sector agropecuario se realiza de forma manual y fragmentada, dificultando la toma de decisiones estratégicas.
- **Solución Propuesta:** El proyecto plantea una herramienta basada en ciencia de datos y análisis de redes para mapear, visualizar y predecir colaboraciones de forma sistemática y eficiente.
- **Impacto Esperado:** Fortalecer las alianzas estratégicas de AGROSAVIA para enfrentar desafíos como el cambio climático y la seguridad alimentaria, potenciando la innovación científica y tecnológica.
- **Motivación Técnica y Estratégica:** Integrar información de convenios, publicaciones y eventos para desarrollar un sistema de recomendación de aliados que apoye la toma de decisiones y promueva una cultura institucional basada en datos.

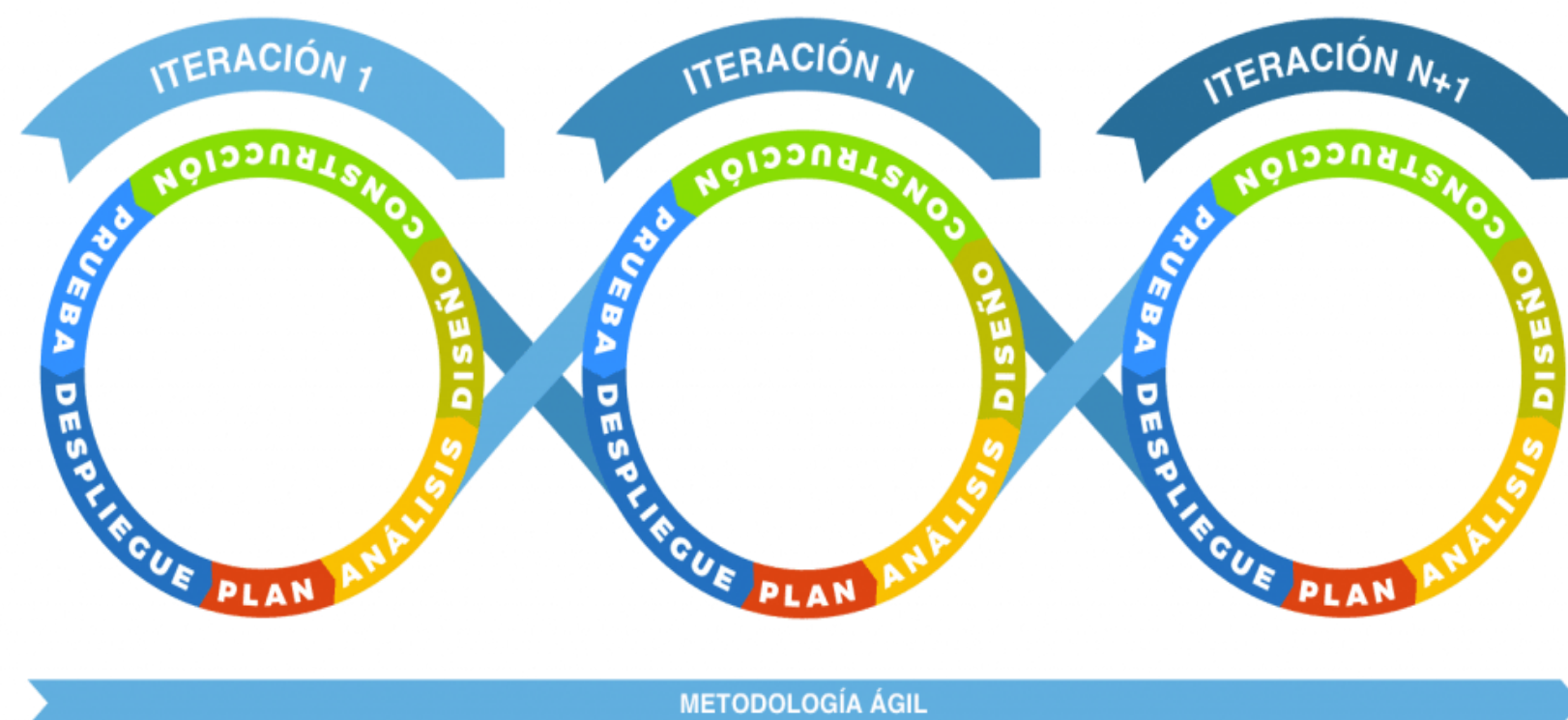
b. Objetivos



c. Impacto CCEG y ODS

Componente	Aspectos Clave	Contribuciones del Proyecto
CCEG (Competencia de Compromiso Ético y Global)	<ul style="list-style-type: none"> - Ética y responsabilidad en el uso de datos - -Respeto por la privacidad y confidencialidad - Impacto social y global positivo - Fomento de la cooperación internacional y decisiones responsables 	<ul style="list-style-type: none"> - Garantiza el tratamiento ético y responsable de los datos del proyecto - Respeta la privacidad de las instituciones colaboradoras. - Fortalece redes internacionales para abordar desafíos globales. - Promueve decisiones basadas en evidencia para el bien común.
ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible)	<ul style="list-style-type: none"> - ODS 2: Hambre Cero - ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura - ODS 13: Acción por el Clima - ODS 17: Alianzas para Lograr los Objetivos 	<ul style="list-style-type: none"> - Aporta a la agricultura sostenible y la seguridad alimentaria (ODS 2). - Impulsa innovación en infraestructuras agropecuarias (ODS 9). - Promueve redes para enfrentar el cambio climático (ODS 13). - Facilita alianzas científicas para la cooperación global (ODS 17).

d. Metodología

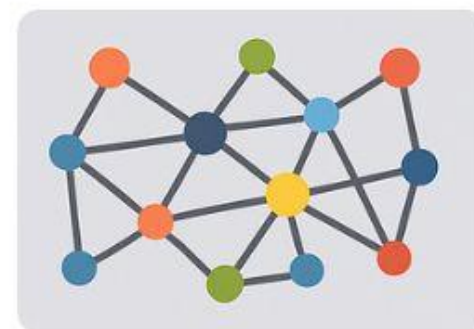


e. Estado del Arte



Fundamentos Teóricos
del Análisis de Redes

- Centralidad multidimensional
- Importancia de los hubs
- Modelos predictivos en redes
- Impacto en el agro
- Rendimiento académico y redes



Visualización de Redes
Científicas

- Visualización efectiva
- Herramientas especializadas
- Redes heterogéneas
- Técnicas analíticas
- Relaciones significativas



Predicción de
Colaboraciones Científicas

- Formalización del problema
- Métricas topológicas
- Aplicación de GNNs
- Detección de comunidades
- Captura de estructuras complejas



Aplicaciones en
Investigación Agropecuaria

- Redes colaborativas en América Latina
- Tecnología y decisiones agrícolas
- Modelos predictivos y métricas de red
- Factores sociales e IA
- Desafíos regionales

2. Materiales y métodos

a. Descripción del conjunto de datos



Fuentes

- Sistema de información misional (SIM)
- BD de generación de conocimiento
- Sistema de salidas a eventos nacionales e internacionales



BD Unificada

- Procesos ETL – Spoon de PDI
- Normalización de datos
- Base de datos relacional PostgreSQL
- Tablas principales y de referencias



Variables

- Vínculos comerciales
- Productos de conocimientos
- Participación en eventos científicos
- Unidades organizacionales

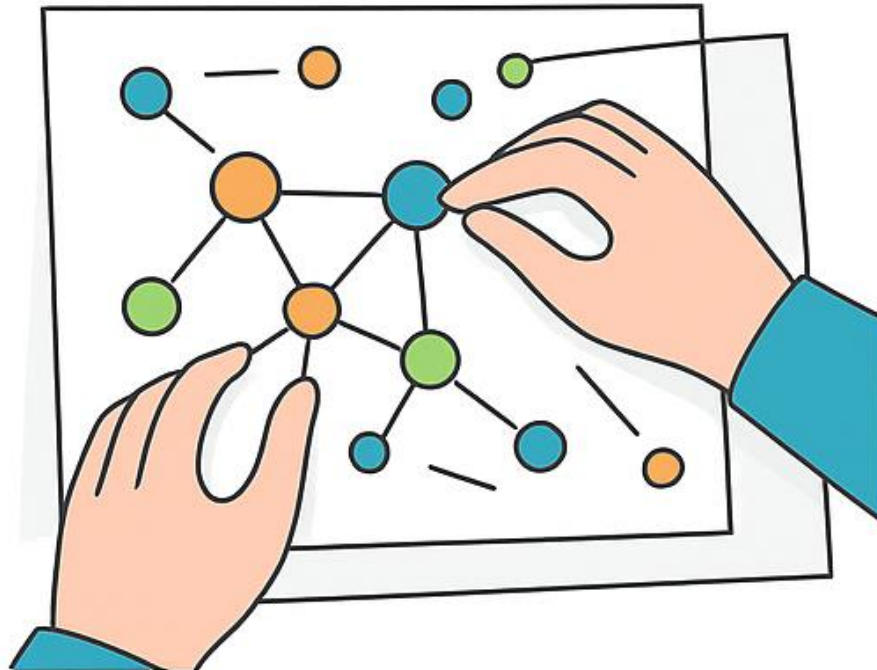


**Limpieza y
preprocesado**

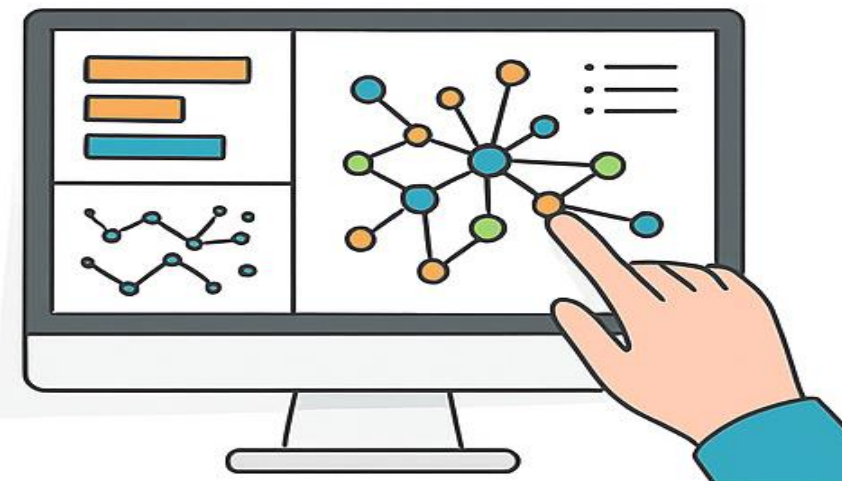
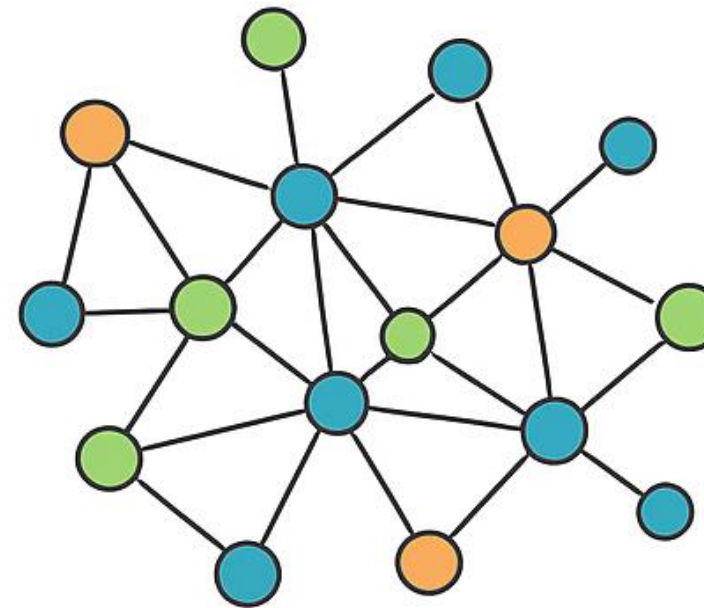
- Consolidación de datos mediante consulta SQL
- Limpieza de los datos
- Transformación y preprocesamiento
- Preparación para análisis de redes

b. Análisis exploratorio y visualización de redes de colaboración

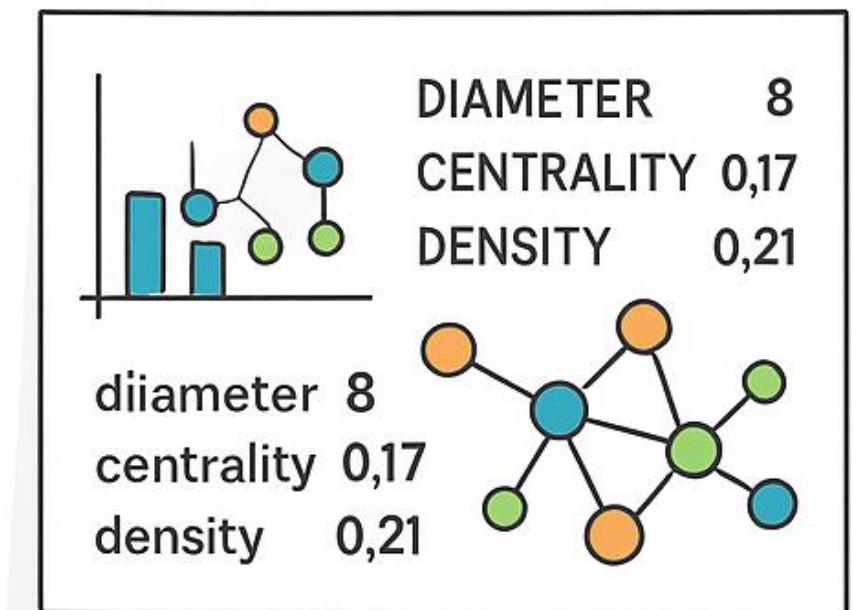
Construcción del subgrafo
y detección de comunidades



Visualización de la red



Cálculo de métricas
estructurales



c. Desarrollo de modelos predictivos



3. Resultados

a. Descripción del conjunto de datos

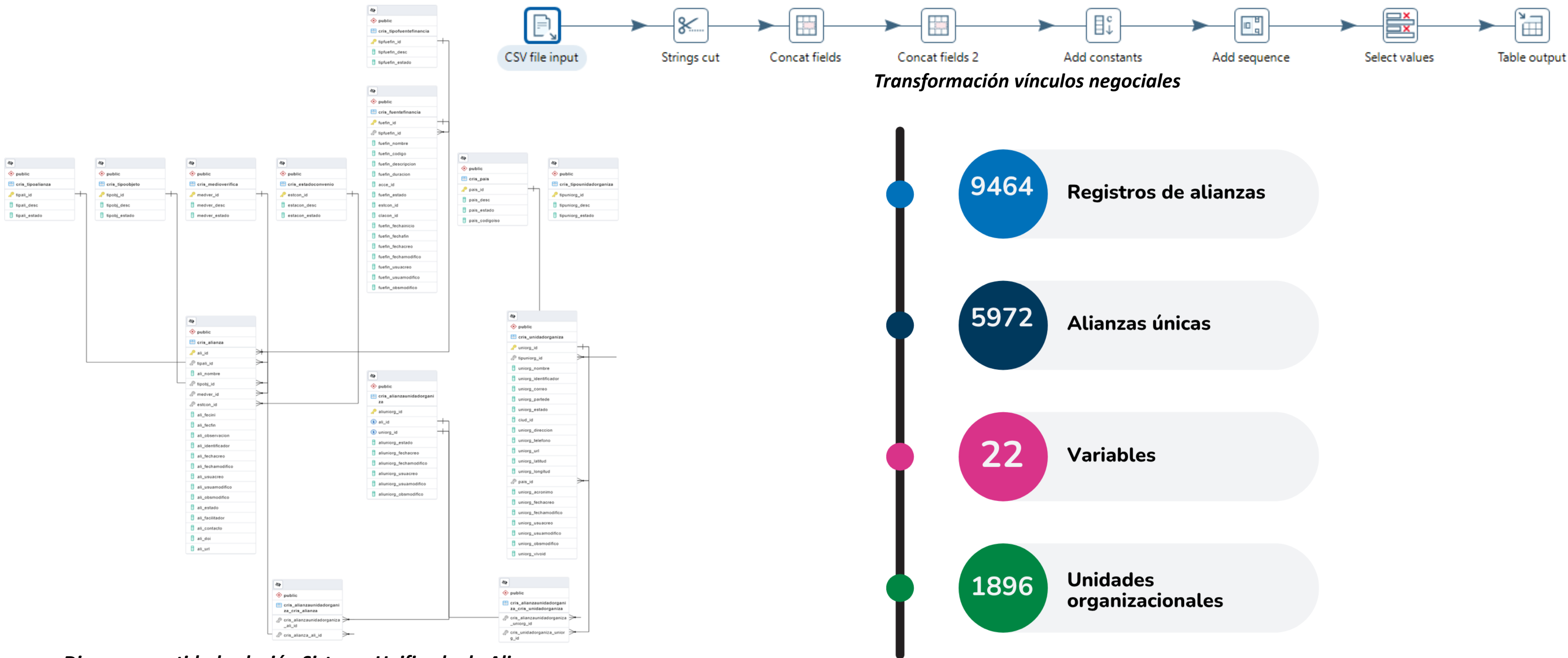
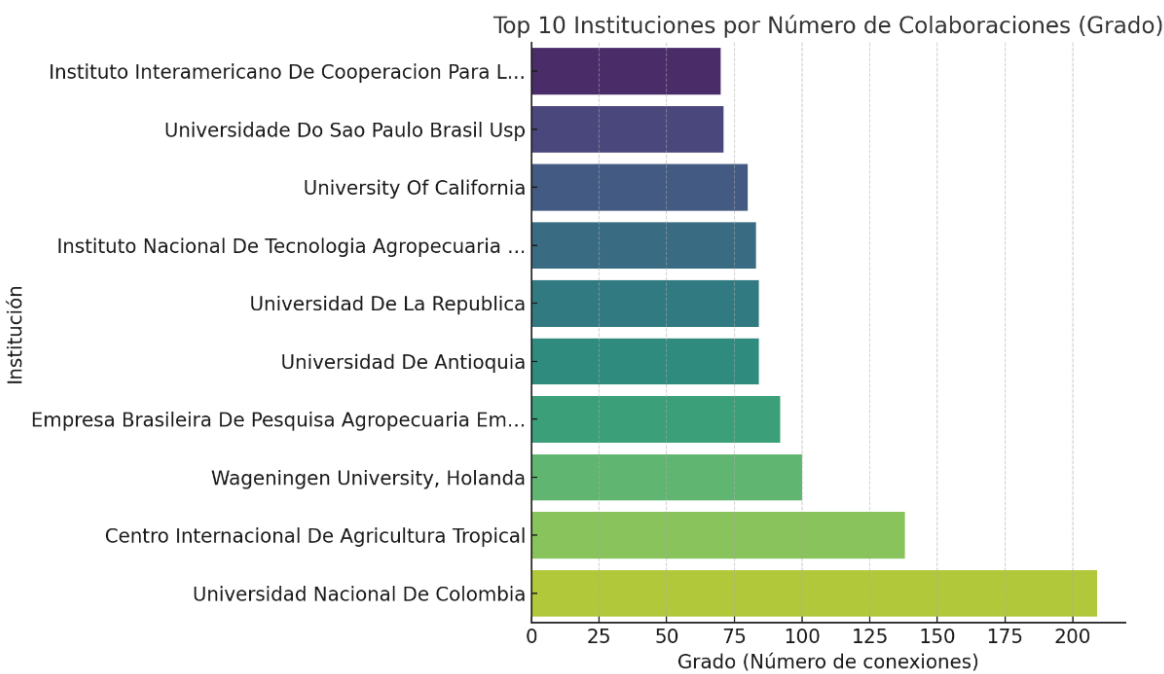
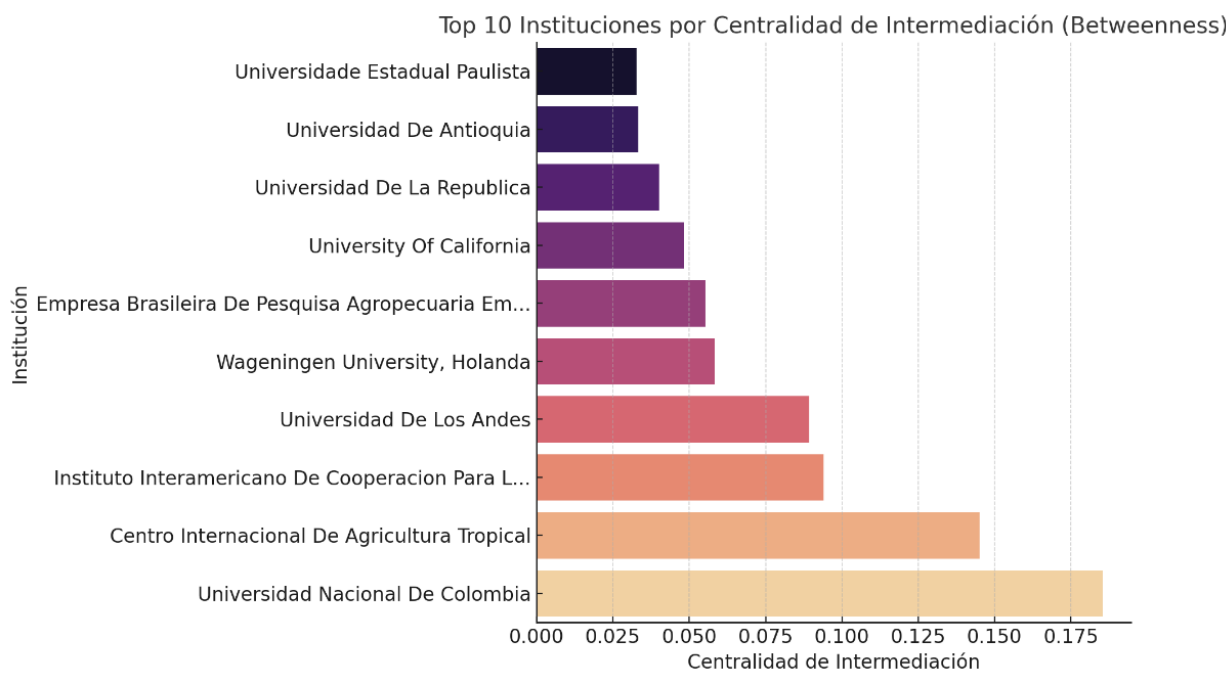


Diagrama entidad-relación Sistema Unificado de Alianzas

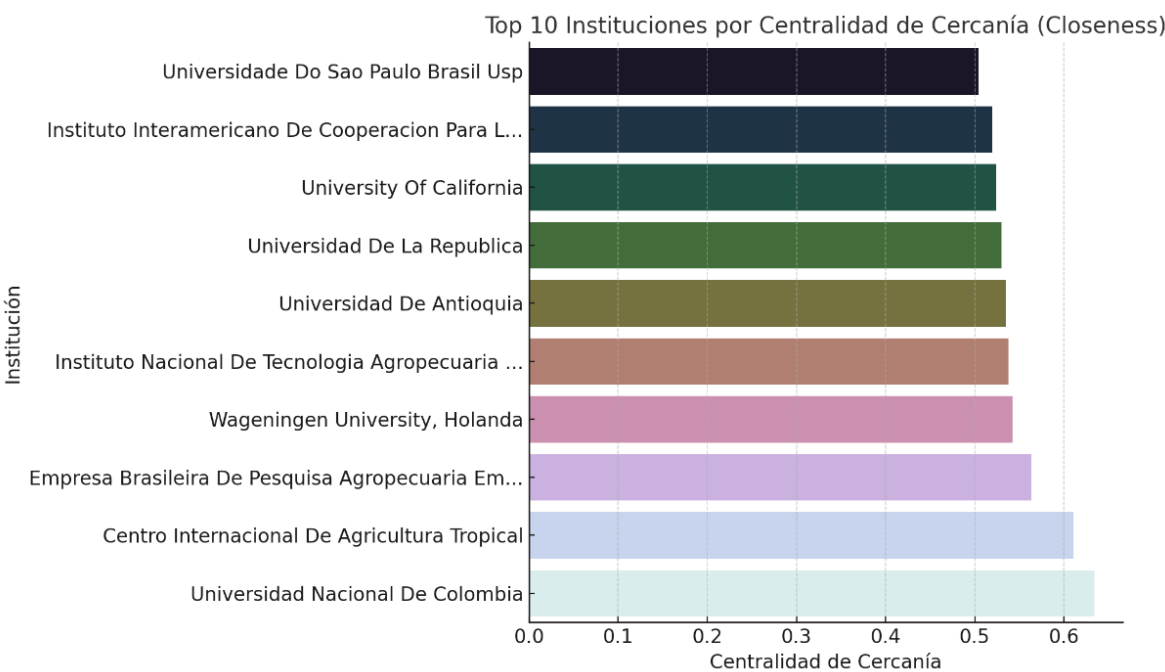
b. Análisis exploratorio y visualización de redes de colaboración



Top 10 de instituciones por número de colaboraciones

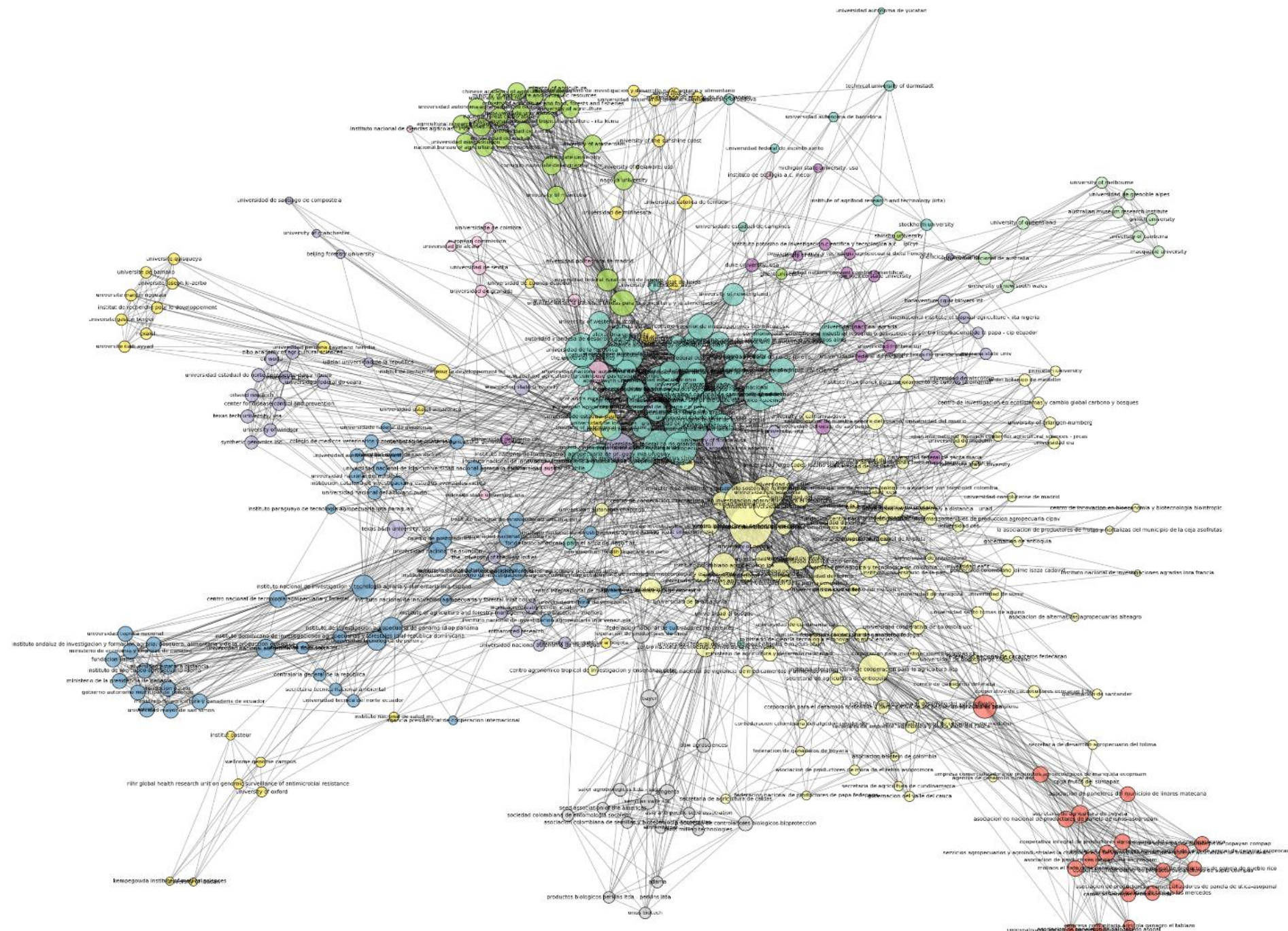


Top 10 de instituciones por centralidad de intermediación



Top 10 Instituciones por centralidad de cercanía

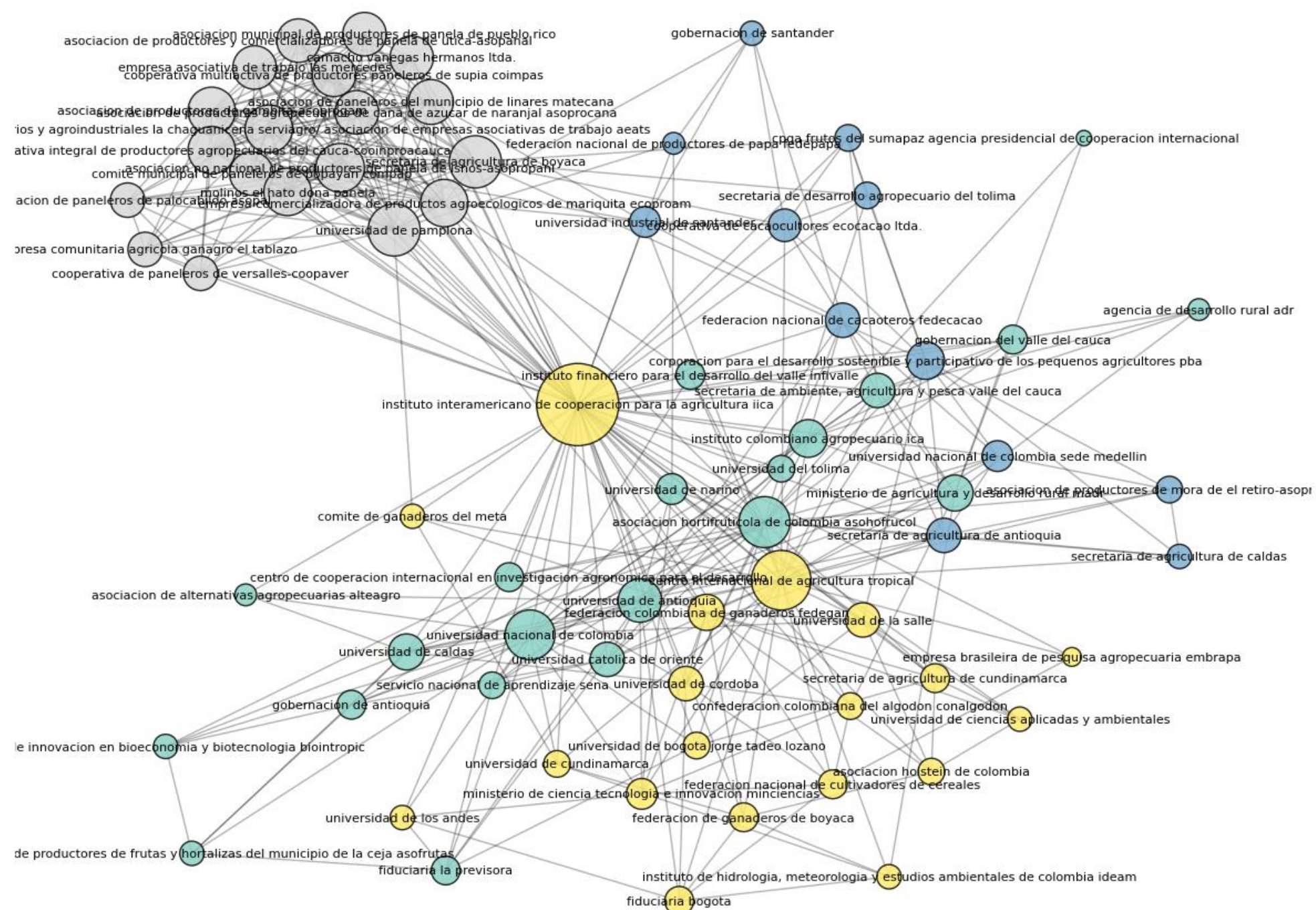
b. Análisis exploratorio y visualización de redes de colaboración

Red de Colaboración - Actores Relevantes (Grado ≥ 10)

- Se visualizaron 372 nodos y 3.722 aristas, mostrando instituciones con al menos 10 colaboraciones.
- Grafo no dirigido y ponderado, las relaciones son recíprocas y miden la intensidad de colaboración (frecuencia de alianzas).
- Estructura compleja y densa: Múltiples comunidades interconectadas con nodos puente estratégicos.
- Comunidades detectadas por Louvain: Clústeres agrupados por geografía, afinidad temática o tipo institucional.
- Subredes periféricas cohesionadas: Representan redes regionales o temáticas, con potencial de fortalecerse mediante nodos puente.

b. Análisis exploratorio y visualización de redes de colaboración

Red de colaboración filtrada



Subgrafo vínculos negociales

- Centralidad en actores clave: IICA e INFIVALLE lideran conexiones en alianzas contractuales.
- Diversidad institucional: Red integrada por universidades, entes públicos, cooperativas y gremios agrícolas.
- Comunidades especializadas: Clústeres fuertes en sectores como panela, cacao y desarrollo rural.
- Cohesión con nodos periféricos: Incluso actores con pocas conexiones están integrados mediante nodos centrales.

b. Análisis exploratorio y visualización de redes de colaboración

Red de colaboración filtrada



Subgrafo gestión del conocimiento

- Red académica e interconectada: Predominan universidades, centros de investigación y agencias internacionales.
- Comunidades globales: Clústeres regionales y temáticos en América Latina, África, Asia y Europa.
- Instituciones pivote: CIMMYT, IITA, Wageningen University lideran la articulación interinstitucional.
- Colaboración transnacional: Alta proporción de enlaces internacionales enfocados en gestión del conocimiento.

b. Análisis exploratorio y visualización de redes de colaboración

Red de colaboración filtrada



Subgrafo espacio para la construcción de alianzas

- Alta conectividad global: Nodos como la Universidad Nacional, CENICAFÉ y CIAT actúan como puentes interregionales.
- Clústeres por afinidad temática y geográfica (Andes, Caribe, América Central, etc.).
- Colaboración informal efectiva: Eventos científicos facilitan alianzas fuera de vínculos formales.
- Nodos periféricos con potencial: Instituciones con baja conexión podrían integrarse más si fortalecen vínculos actuales.

b. Análisis exploratorio y visualización de redes de colaboración

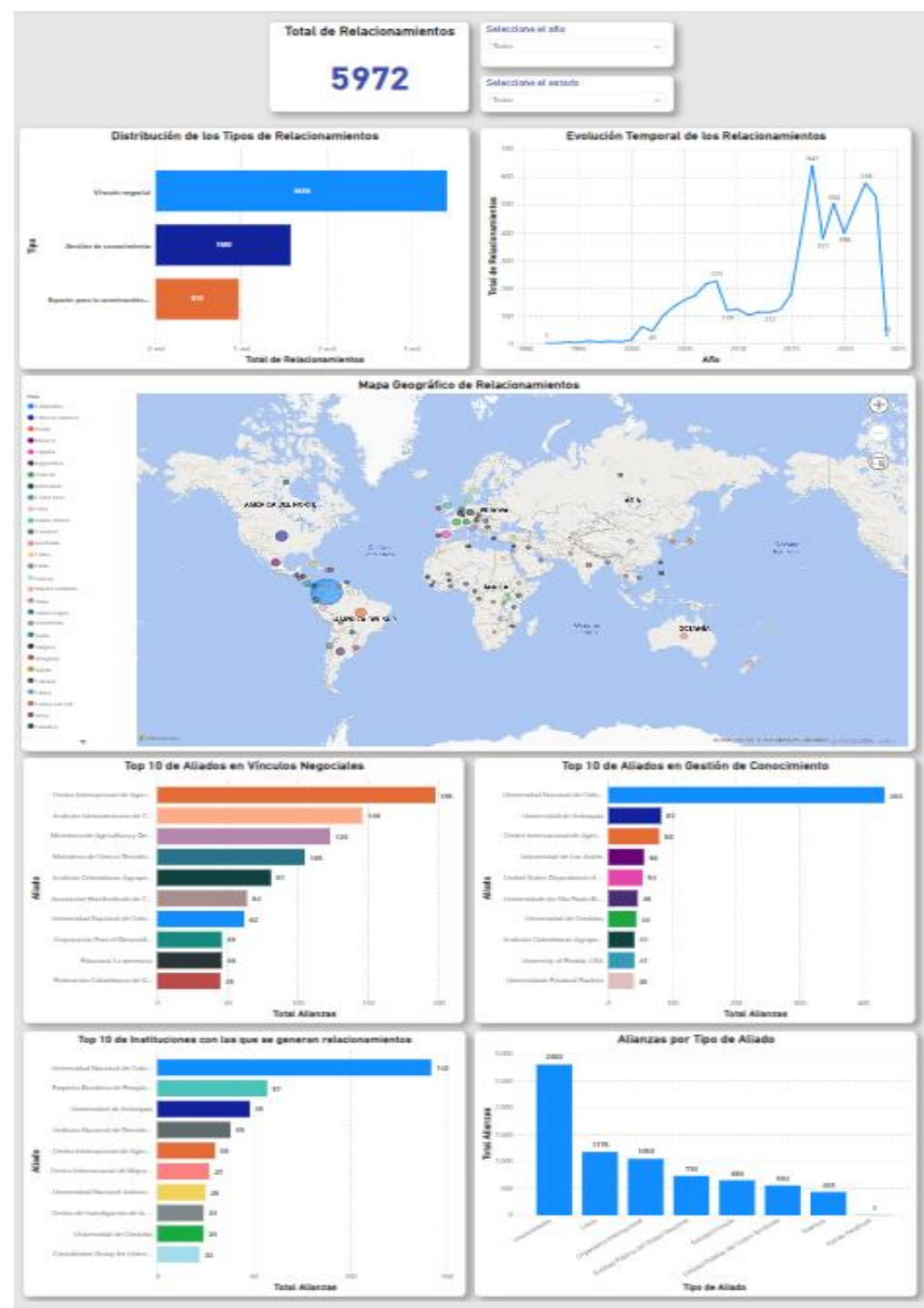
Nº	Nombre de la Institución	Betweenness	Grado
1	Universidad Nacional de Colombia	209	290
2	Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)	15	288
3	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)	8	138
4	Universidad de Antioquia	62	124
5	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina	1066	110
6	Universidade de São Paulo (USP), Brasil	2659	93
7	Universidad de los Andes	555	90
8	Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil	4336	88
9	United States Department of Agriculture (USDA)	169	85
10	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)	6	79

Top 10 Super aliados

Nº	Nombre de la Institución	Betweenness	Grado
1	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)	17	195
2	Wageningen University, Países Bajos	795	107
3	University of California, EE. UU.	788	101
4	Universidad de Buenos Aires, Argentina	2734	80
5	Swedish University of Agricultural Sciences, Suecia	5264	74
6	Asociación Hortifrutícola de Colombia (ASOHOFRUCOL)	108	73
7	Ohio State University, EE. UU.	4568	64
8	Pennsylvania State University, EE. UU.	780	60
9	Universidade Federal de Viçosa, Brasil	1127	57
10	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), AU	771	49

Top 10 aliados clave

b. Análisis exploratorio y visualización de redes de colaboración



Visualización de Relacionamientos

- Tablero interactivo en Power BI, visualiza relaciones de colaboración de AGROSAVIA con filtros dinámicos.
- Se identificaron 5.972 relaciones en total.
- Tipos y evolución de alianzas: Predominan vínculos de tipo comercial y de gestión del conocimiento; permite análisis por año.
- Mapa interactivo identifica zonas de concentración regional de aliados.
- Top de aliados estratégicos: CIAT y Universidad Nacional destacan por su alta frecuencia de colaboración.
- Gráfico por tipo de aliado muestra la pluralidad en la red de relaciones.

c. Desarrollo de modelos predictivos

Análisis de redes bipartitas, técnicas de Link Prediction y métodos de filtrado colaborativo adaptado

Nº	Nombre de la Institución	Score
1	Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)	39
2	Universidad de Antioquia	24
3	Universidad de Caldas	13
4	Pontificia Universidad Javeriana	12
5	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC)	12
6	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)	11
7	Universidad de La Salle	11
8	Universidad de Nariño	10
9	Universidad del Valle	10
10	United States Department of Agriculture (USDA)	8

Co-partición en alianzas

Nº	Nombre de la Institución	Score
1	Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)	0.087979
2	Universidad de Caldas	0.084612
3	Universidad de Zaragoza (España)	0.079181
4	Humboldt University (Alemania)	0.079181
5	Universidad de Antioquia	0.078103
6	Pontificia Universidad Javeriana	0.067187
7	Universidad de Costa Rica	0.065984
8	Agroscope Liebefeld-Posieux (Suiza)	0.064651
9	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC)	0.064060
10	Universidad de Queensland (Australia)	0.061333

Predicción de aliados por similitud de coseno

Nº	Nombre de la Institución	Score
1	Corporación Observatorio del Caribe Colombiano	40.582565
2	Universidad Tecnológica de Bolívar	38.744925
3	Universidad de Bonn	38.485786
4	Acuerdo con Productor	38.130330
5	Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria - ICTA	38.094326
6	Pizano S.A	37.858431
7	Diligent Energy Systems B.V.	37.674543
8	Asociación Integral de Tomateros - ASOINTO	37.500124
9	Asociación Municipal de Usuarios Campesinos de Colombia	37.500124
10	Asociación Colombiana de Pensionados de INRAVID	37.343677

Predicción de aliados por Índice de Adamic-Adar

Unidad Organizacional Base Universidad Nacional de Colombia

c. Desarrollo de modelos predictivos

Integración de Embeddings

Nº	Nombre de la Institución	Similitud Coseno
1	Universidad del Pacífico	0.994774
2	Red Interinstitucional de Cambio Climático y Seguridad Alimentaria	0.994450
3	Universitat de Lleida	0.994431
4	Asociación AGROPEBEL	0.994162
5	Universidad del Quindío	0.993903
6	Asociación de Productores de Frutas y Hortalizas del Norte de Nariño	0.993803
7	Instituto Biológico Campinas	0.993790
8	Gobernación de Caldas	0.993595
9	Universidad de Costa Rica	0.993146
10	Cancer Research Center	0.990000

Predicción de aliados por factorización SVD

Nº	Nombre de la Institución	Similitud Coseno
1	Universidade Federal do Rio Grande Do Sul	0.966783
2	Centro Nacional de Investigaciones de Café	0.929404
3	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria	0.924454
4	United States Department of Agriculture USDA	0.923796
5	Universidad Pública de Navarra	0.915442
6	Swedish University of Agricultural Sciences	0.905676
7	Centro Internacional de Agricultura Tropical	0.900364
8	Universidad de Pamplona	0.898621
9	Asociación Hortifrutícola de Colombia ASOHOFRUCOL	0.897870
10	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria	0.895867

Predicción de aliados por co-ocurrencia Word2Vec

Nº	Nombre de la Institución	Similitud Coseno
1	Fundación Social	0.616
2	Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente del Valle del Cauca	0.615
3	Universidad de La Amazonía	0.606
4	Corporación para el Desarrollo Sostenible y Mitigación del Cambio Climático	0.606
5	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR)	0.602
6	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	0.591
7	Sociedad Agraria de Transformación Cosechar SAT	0.590
8	Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria	0.589
9	Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)	0.586

Índice de Recomendación de aliados basada en similitud semántica – Consulta: “sostenibilidad agropecuaria”

Unidad Organizacional Base Universidad Nacional de Colombia

d. Interpretación y Recomendaciones

Nº	Tipo de Acción	Estrategia	Justificación
1	Mantenimiento de alianzas clave	Priorizar el fortalecimiento de relaciones con Super Aliados identificados (ej. Universidad Nacional, CIAT)	Alta centralidad, participación transversal en todos los tipos de alianzas
2	Expansión de redes existentes	Incentivar nuevas alianzas entre instituciones que ya tienen vecinos comunes o colaboraciones cercanas	Modelos de predicción por adamic-adar, jaccard y vecinos comunes
3	Interconexión entre comunidades	Fomentar alianzas entre instituciones de diferentes clústeres geográficos o temáticos	Análisis de comunidades (Louvain) y subgrafos por región
4	Visibilización de actores periféricos	Incluir en convocatorias o programas de fortalecimiento a aliados con baja frecuencia de colaboración	Identificación de nodos periféricos con alto potencial de conexión semántica o estructural
5	Recomendación de aliados por temática	Usar el motor de recomendación semántica para sugerir aliados según una idea textual de alianza propuesta	Implementación del modelo BGE-M3 con similitud coseno sobre ali_nombre
6	Planificación estratégica	Utilizar el dashboard de Power BI y los filtros interactivos en Python para tomar decisiones informadas	Visualización de redes filtradas por tipo de alianza, año, país, etc.
7	Ampliación internacional	Fortalecer vínculos con redes internacionales (UE, Asia, Oceanía) que muestran conexiones débiles pero crecientes	Subgrafos por región y análisis de grado promedio de instituciones extranjeras
8	Identificación de vacíos temáticos	Detectar áreas de I+D+i con baja densidad de colaboración y proponer alianzas orientadas a cerrar esas brechas	Cruce de keywords/títulos con presencia institucional en los proyectos

4. Conclusiones y trabajos futuros

a. Conclusiones



b. Trabajos futuros



Integración de
variables
temàtiques



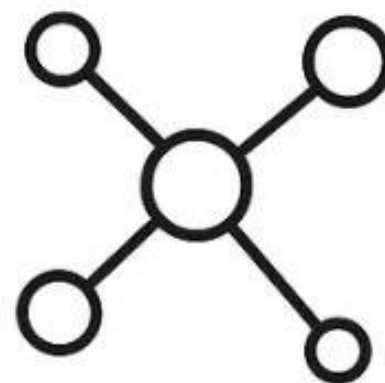
Análisis temporal
avanzado



Automatización
de actualización
de datos



Desarrollo de
plataforma
web



Redes neuronales
gráficas (GNN)



Evaluación
participativa

Universitat Oberta
de Catalunya

 facebook

 @twitter

 instagram

Gracias

 UOC.universitat

 @UOCuniversidad

 UOCuniversitat
