

ANÁLISIS DE REDES SOCIALES: CONCEPTOS CLAVE Y CÁLCULO DE INDICADORES

NORMAN AGUILAR GALLEGOS
ENRIQUE GENARO MARTÍNEZ GONZÁLEZ
JORGE AGUILAR ÁVILA

5

SERIE

METODOLOGÍAS Y
HERRAMIENTAS PARA
LA INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Análisis de redes sociales: conceptos clave y cálculo de indicadores

5



Universidad Autónoma Chapingo

Dr. José Sergio Barrales Domínguez
Rector

Ing. Edgar López Herrera
Director General Académico

Dr. José Luis Romo Lozano
Director General de Investigación y Posgrado

MC. Ma. Patricia Vera Caletti
Directora General de Administración

Dra. Elida Estela Treviño Siller
Directora General de Patronato Universitario

Lic. Silvia Castillejos Peral
Directora General de Difusión Cultural y Servicio

Dr. J. Reyes Altamirano Cárdenas
Director del CIESTAAM



Autores

Norman Aguilar-Gallegos¹
Enrique Genaro Martínez-González²
Jorge Aguilar-Ávila²

Comité Editorial

Dr. J. Reyes Altamirano Cárdenas
Dr. Vinicio Horacio Santoyo Cortés
Dr. Jorge G. Ocampo Ledesma
Dr. Manrubio Muñoz Rodríguez
Dr. Roberto Rendón Medel

Comité Revisor

Dr. Holmes Rodríguez
Dr. Isidro Maya Jariego

Diseño de portada: Lucía Santos
Ilustración de portada: Carlos de la Cruz
Cuidado editorial: Gloria Villa Hernández

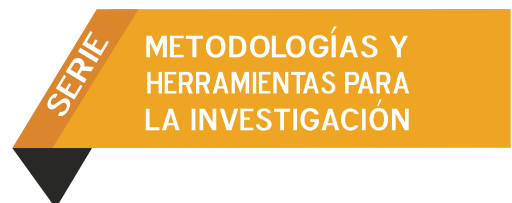
¹ Investigador en el CIESTAAM. Universidad Autónoma Chapingo (naguilar@ciestaam.edu.mx).

² Profesores investigadores del CIESTAAM. Universidad Autónoma Chapingo
(enriquemartinez@ciestaam.edu.mx; jaguilar@ciestaam.edu.mx).

Análisis de redes sociales: conceptos clave y cálculo de indicadores

Norman Aguilar Gallegos
Enrique Genaro Martínez González
Jorge Aguilar Ávila

5



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
MÉXICO, 2017

Cita correcta de este trabajo (APA6):

Aguilar-Gallegos, N., Martínez-González, E. G., & Aguilar-Ávila, J. (2017). *Análisis de redes sociales: Conceptos clave y cálculo de indicadores*. Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). Serie: Metodologías y herramientas para la investigación, Volumen 5.

*Esta investigación, arbitrada por pares académicos,
se privilegia con el aval de la institución editora.*

Primera edición, noviembre 2017

ISBN: 978-607-12-0433-2 (obra completa)

ISBN: 978-607-12 0487-5 (volumen)

D.R.© Universidad Autónoma Chapingo
km 38.5 carretera México-Texcoco
Chapingo, Texcoco, Estado de México, CP 56230
Tel: 01(595)95 21500 Ext. 5142
Correo electrónico: isbnchapingo@gmail.com

Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria
y la Agricultura Mundial (CIESTAAM) <http://www.ciestaam.edu.mx>

Impreso en México

Contenido

Presentación	7
1. El Análisis de Redes Sociales	11
2. Colecta y generación de datos de red	15
2.1. Generadores de nombres	15
2.2. Interpretadores de nombres	16
2.3. Formato de las preguntas	17
2.4. Fuentes de información	20
3. Captura de los datos de red	23
3.1. Formato de captura de los datos de red	23
3.2. Formato de matriz	24
3.3. Formato de lista de nodos	28
3.3.1. El Editor DL de UCINET	35
3.4. Formato de lista de vínculos	37
3.5. Formato Edgelist23	39
3.6. Formato para los atributos de los actores	42
4. Visualización de redes	45
4.1. Uso de NetDraw para la visualización de redes	47
4.2. Uso de atributos de los nodos en la visualización de la red	55
4.2.1. Añadir archivo de atributos a una red	56
4.2.2. Atributos a través de colores	58
4.2.3. Atributos a través de formas	60
4.2.4. Atributos a través de tamaño	63
4.3. Filtrado de nodos con el uso de atributos	65
4.4. Uso de atributos en los vínculos en la visualización de la red	67
4.4.1. Fuerza de los vínculos	67
4.4.2. Filtrado de vínculos	70
4.5. Guardando la visualización de la red	72

5. Análisis de la red: indicadores del ARS	75
5.1. Indicadores a nivel de redes completas	77
5.1.1. Densidad	78
5.1.2. Centralización	80
5.2. Indicadores a nivel nodal	83
5.2.1. Centralidad de Grado	84
5.2.2. Centralidad de Cercanía	87
5.2.3. Centralidad de Intermediación	91
5.2.4. Eigenvector	94
5.2.5. Centralidad Beta de Bonacich	98
5.2.6. Integración y Radialidad	102
5.3. Interpretación de los indicadores del ARS	107
6. Selección de actores clave	111
6.1. El conjunto-kp negativo: Fragmentación	113
6.2. El conjunto-kp positivo: Cobertura o alcance de la red	118
6.3. Los nodos requeridos e intocables	130
7. Consideraciones finales	137
8. Referencias	141

Presentación

Jorge Gustavo Ocampo Ledezma¹
J. Reyes Altamirano Cárdenas²

Desde el surgimiento del CIESTAAM en 1990, la investigación que se desarrolla en este Centro ha estado caracterizada por utilizar enfoques multidisciplinarios, trabajo de campo, contrastación de hipótesis de forma empírica, conglomeración de datos actuales y la aplicación de análisis cualitativos y cuantitativos vigentes, lo cual ha derivado en el abordaje teórico y metodológico de diferentes problemas propios del sector agrícola y rural mexicano, desde la desaparición de los precios de garantía, el surgimiento del PROCAMPO, la firma del Tratado de Libre Comercio, hasta la transferencia de tecnología, la adopción de innovaciones y las redes de innovación como detonantes de la productividad agrícola.

Trabajar sobre un tema de investigación obliga a desarrollar diferentes actividades. Por una parte requiere precisar con claridad su campo de acción, al tiempo que se formulan las bases teóricas y conceptuales necesarias para comprenderlo. Enseguida, es menester establecer las metodologías de análisis en las que, con rigurosidad y resultados, se mantengan las explicaciones lo más completas posibles, a fin de proporcionar directrices en el acopio y manejo de la información. Después se debe elaborar un plan de trabajo que permita obtener resultados y se mantenga una continuidad fructífera que, con aportes regulares, logren la fundamentación cada vez más precisa del campo de acción.

Los temas en que hemos incursionado en nuestros más de 25 años son los estudios sobre ciencia, tecnología e innovación que abordamos desde hace más de una década cada vez con mayor precisión, aunque con diversidad metodológica. Diversos colectivos de nuestro Centro impulsaron trabajos al respecto, y con resultados novedosos nos encontramos siempre con la disposición para unificar esfuerzos y caminar juntos. En uno de estos colectivos las formulaciones han

¹Coordinador de la línea de “Historia Agraria” del CIESTAAM.

²Director del CIESTAAM.

sido ambiciosas y referidas a los mecanismos de transferencia de tecnología e innovación, en una orientación amplia lo cual ha propiciado estar presentes tanto en debates nacionales como internacionales.

De esta manera se han desplegado referentes empíricos sobre diversos temas, entre ellos los sistema-producto, que analizados desde la versión de la innovación evidenció una riqueza importante de explicar que pronto se orientó hacia el diseño, implementación y evaluación de las Agencias de Gestión de la Innovación y de las Agencias de Desarrollo, los cuales son equipos de extensionistas que buscan impulsar procesos de innovación en los territorios rurales. La tendencia se desarrolló hacia la formulación de metodologías de trabajo en campo que pronto mostró la necesidad de conceptualizar y teorizar al respecto, rebasando el estrecho marco instrumental que constantemente acecha a estas explicaciones.

Poco a poco fueron surgiendo las precisiones teóricas y las adscripciones a diferentes escuelas de pensamiento que, pese a sus grandes aportes, mostraron insuficiencias para nuestros propósitos, y motivaron adaptaciones y búsquedas más ambiciosas. Apareció así una serie de conceptos y explicaciones que se aproximan a las formulaciones teóricas necesarias, con las cuales perfilamos una escuela de pensamiento, cada vez más reconocida nacional y mundialmente. Con todo, la necesidad de afinar metodologías e indicadores en los trabajos de campo y en las investigaciones se mantiene. Y la búsqueda tiene que manifestarse en estas otras áreas. Es entonces que nuevos conceptos nos refuerzan.

Es el caso del concepto redes, que si bien se desarrolla en el ámbito académico y científico, requiere de precisiones y elaboraciones apropiadas surgidas de referentes empíricos que las validen para su difusión. Nuestra cercanía con los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, en donde destaca la presencia estimulante de los grupos ESOCITE latinoamericanos, nos orienta a reconocer los esfuerzos de la escuela de sociología de la innovación, con Bruno Latour, Michel Callon y John Law, y la presencia mexicana de Antonio Arellano desde la Universidad Autónoma del Estado de México, donde se propone la teoría del actor-red, o las derivaciones latinoamericanas de la escuela de economía de la innovación promovida por Chistofer Freeman, Carlota Pérez y Giovanni Dosi, entre otros, y sus ampliaciones con Gabriela Dútrenit y un creativo equipo de la UAM-Xochimilco, de la distinción de Rosalba Casas del Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM y sus propuestas sobre redes de conocimiento, hasta arribar a los equipos argentinos de la Universidad de Quilmes y de la Universidad de Buenos Aires, donde desarrollan sus trabajos Pablo Kreimer y Hernan Thomas, con un amplio espectro de participaciones, y con la fortaleza de la revista *Redes*.

En esta tendencia se incorporan los esfuerzos desde el CIESTAAM de la Universidad Autónoma Chapingo por desarrollar sus propias aportaciones. Los autores de este manual metodológico demuestran con creces la madurez que tenemos con los estudios y trabajos. Uno de sus conceptos básicos ha sido el de *agricultor más referido*, además de su propia definición de *innovación* y de *redes de innovación*, así como las aplicaciones metodológicas que los han llevado a mantener relaciones académicas con los líderes mundiales en la temática adscritos a la Universidad de Kentucky, a la Universidad de Wageningen y con los editores de la Revista hispana para el análisis de redes sociales de la Universidad Autónoma de Barcelona y de la Universidad de Sevilla.

En específico, para los temas de difusión de innovaciones y redes de innovación, entre otros, uno de los enfoques que se ha venido utilizando ampliamente y que cada vez está cobrando mayor relevancia a nivel nacional e internacional, es el del Análisis de Redes Sociales (ARS por sus siglas en español y SNA en inglés). En el CIESTAAM, el enfoque del ARS se ha utilizado para explicar diferentes fenómenos, pero principalmente los asociados a la difusión de información y conocimiento para incrementar la adopción de innovaciones por parte de los productores agrícolas; pero también se ha utilizado para mapear los actores participantes en una actividad agroalimentaria específica, así como para la selección de actores que ayuden a catalizar los procesos de difusión, para diseñar estrategias basadas en red, entre otros.

Ahora, y con el objetivo de aproximarse con mayor rigor a los referentes empíricos, han elaborado, con apoyo de herramientas y *software* adecuados, un instrumental para ubicar, registrar, graficar y visualizar la información, donde el requisito es manejar programas. Más allá de tener sólo un manual o instructivo, este documento se amplía de manera implícita hacia destacar actores o nodos, identificándolos en apretadas tipologías. En su caracterización puede parecer que no queda precisa la distinción entre actores y nodos, pero cuando se aprecian los gráficos y las metodologías empleadas se evidencia que se refieren a lo mismo. Sin embargo, queda aún pendiente la precisión conceptual de estos términos en un amplio conjunto de usuarios de estas metodologías, pues las redes manifiestan una mayor complejidad, en tanto conjunto de relaciones con múltiples determinaciones, por lo que se deben generar explicaciones con mayor profundidad.

Bajo este contexto, los autores de esta obra se plantean el objetivo general de proveer un documento que contenga los conceptos fundamentales del Análisis de Redes Sociales, así como proporcionar los elementos mínimos a considerar al momento de coleccionar datos de red, sistematizarlos y, posteriormente, analizarlos e interpretarlos. Sin lugar a duda, creemos que lo han logrado y han sintetizado

una serie de experiencias y desarrollos tanto conceptuales como metodológicos plasmados en este documento; mismo que, más que ser un manual de procedimientos, sea un libro de apoyo y consulta para lograr “desenredar” el complejo e interesante proceso de la aplicación e interpretación del ARS.

De la misma forma, como los autores lo recalcan, se tiene un interés particular sobre el manejo de uno de los *software* más populares en el ARS: UCINET. Pero durante la lectura de este documento, los usuarios encontrarán los conceptos básicos para aplicar el ARS con el apoyo de otros *software* y, también, en otras áreas de investigación.

Es así que la importancia del documento que se presenta reviste entonces diferentes aristas. Por una parte consolida a un equipo de trabajo dentro del colectivo del CIESTAAM que estudia la ciencia, la tecnología y los procesos de innovación. Por otra, evidencia el grado de madurez obtenido por nuestras apreciaciones al respecto. Una más es que atiende una necesidad surgida de nuestras experiencias en campo y en la formación de profesionistas, práctica que requiere materiales instrumentales que faciliten el manejo de datos y nos inscriban en una dinámica de atender nuevas preocupaciones teóricas y metodológicas.

Invitamos a los lectores a estudiar este texto y promover sus aplicaciones, con lo que seguramente el propósito inicial de este esfuerzo se habrá cumplido.

1. El Análisis de Redes Sociales

El Análisis de Redes Sociales (ARS, o SNA por sus siglas en inglés) es muy popular y está siendo ampliamente usado en diferentes áreas de estudio. El interés de entender ciertos fenómenos con una perspectiva de red se ha extendido a todas las áreas de las ciencias sociales y está creciendo (incluso más rápido) en física, epidemiología y, biología (Borgatti & Halgin, 2011b; Borgatti, Mehra, Brass, & Labianca, 2009; Wasserman & Faust, 1994). Es así como el ARS ha ampliado su rango de aplicación debido a que representa una forma de pensar sobre un sistema social, lo cual da oportunidad de abordar estudios de este tipo desde otra perspectiva. En este sentido, el ARS permite focalizar sobre la relaciones existentes entre diferentes entidades que constituyen un sistema (Borgatti, Everett, & Johnson, 2013), por ejemplo en un sistema social; estas entidades son comúnmente llamadas actores o nodos. De esta forma, con la perspectiva del ARS, un ambiente social puede ser expresado con el uso de patrones y regularidades de relaciones establecidas entre los actores que lo conforman; estos patrones dan forma a lo que se conocen como estructuras, mismas que derivan en indicadores estructurales de la red social (Wasserman & Faust, 1994).

Los nodos o actores tienen características distintivas, llamadas comúnmente atributos, que precisamente distinguen a unos actores de otros y que pueden explicar el comportamiento de un conjunto de actores, o de la red en su totalidad. En el mismo sentido, si los actores poseen atributos, los vínculos que se establecen entre ellos también los pueden tener, así es posible distinguir entre fuerza e intensidad de los vínculos, frecuencia de los mismos, entre otros (Granovetter, 1973). Sin duda, uno de los elementos más importantes de los vínculos es el tipo de relación que están expresando; por ejemplo, dos actores pueden estar unidos porque son familiares o, porque uno proporciona consejo y asesoría al otro, o porque ambos son dueños fundadores de la misma organización empresarial, por mencionar algunos.

De esta forma, una red está compuesta por un conjunto de actores o nodos que están unidos a través de un conjunto de enlaces que representan un tipo específico de relación. Los nodos en una red pueden ser casi cualquier cosa, aunque, generalmente, cuando se habla de redes sociales se espera implícitamente que los nodos sean agentes activos, como son individuos o personas (Borgatti et al., 2013), por ejemplo agricultores (Aguilar-Gallegos et al., 2016; Aguilar-Gallegos, Muñoz-Rodríguez,

Santoyo-Cortés, Aguilar-Ávila, & Klerkx, 2015; Muñoz Rodríguez, Rendón Medel, Aguilar Ávila, García Muñiz, & Altamirano Cárdenas, 2004); sin embargo, existen redes en donde los nodos representan animales, objetos (un tractor o una máquina), empresas, ciudades, especies vegetales, páginas de internet, cuentas asociadas a perfiles sociales, entidades de gobierno, organizaciones no gubernamentales (ONG), entre otros. Es así que el ARS permite la visualización y análisis de dichos vínculos y de los actores que participan en la red (Borgatti et al., 2009; Valente, 1996; Wasserman & Faust, 1994). Precisamente son los vínculos establecidos los que estructuran de formas particulares a las redes, en donde los nodos tienen diferentes posiciones dentro de estas estructuras (Borgatti & Halgin, 2011b). Estas características de la red, de los nodos y de sus vínculos son el sustrato primordial para el ARS. Por tanto, los elementos básicos de cualquier red serán los actores o nodos y los vínculos o enlaces que se establecen entre ellos. Así, la presencia de información relacional entre actores es una característica crucial y que, además, definen a la red (Wasserman & Faust, 1994). De forma subyacente a la información relacional, es importante considerar un tercer elemento básico de la red, que es la direccionalidad del vínculo; por lo cual, existen redes no dirigidas y dirigidas (Hanneman & Riddle, 2011). Esto a su vez proporciona nuevos elementos, pues a través de los vínculos es que se forman “*caminos*” por donde puede fluir algún tipo de recurso y a su vez, estos “*caminos*” permiten conectar indirectamente partes de la red que no están conectadas directamente. Es así que, recursos que parecieran socialmente distantes pueden llegar a ser alcanzados por diversos actores (Granovetter, 1973).

Bajo este breve contexto es que la importancia y aplicabilidad del ARS ha venido aumentando y cada vez es más común observar su uso tanto como herramienta metodológica como elemento teórico para ayudar a explicar ciertos fenómenos en el que participan diversos actores. Es así como, en la parte académica, de investigación y en la actividad profesional cada vez es más común encontrarse con estudios (tesis, proyectos de investigación, consultorías, entre otros) que buscan incorporar dentro de sus procesos de colecta de información datos relacionales que, posteriormente, son analizados con métodos y teorías que ofrece el ARS; el detalle es que varios de ellos lo hacen de forma empírica y autodidacta, en algunos casos intentando replicar análisis vistos en otras publicaciones, lo cual puede llevar a hallazgos sumamente útiles, pero también a errores tanto en la aplicación como en la interpretación. Así, a pesar de su popularidad y amplio uso, se han detectado en la literatura (específicamente en el campo de la agricultura) algunos casos donde el ARS se ha utilizado sin considerar elementos importantes que subyacen a la información de red y, por tanto, se han cometido errores de análisis e interpretación, principalmente por el escaso fundamento en el tema mismo.

Bajo el contexto anterior, el objetivo general de este documento es proveer los conceptos fundamentales del ARS, así como proporcionar los elementos clave a considerar al momento de coleccionar datos de red, sistematizarlos y, posteriormente analizarlos e interpretarlos. De la misma forma, el documento tiene la finalidad de mostrar el uso del software más popular para generar indicadores en el ARS, es decir de UCINET (Borgatti, Everett, & Freeman, 2002), mismo que se puede descargar directamente de la página oficial (<https://sites.google.com/site/ucinetsoftware/downloads>), y además de dos softwares asociados a éste: i. NetDraw (Borgatti, 2002), para visualizar redes y; ii. *KeyPlayer 2* (Borgatti, 2006; Borgatti & Dreyfus, 2005), para identificar actores clave. De esta forma, con este documento se pretende contribuir a clarificar las bases fundamentales del cálculo de los indicadores elementales utilizados en el ARS; también se hace énfasis en la interpretación de éstos, a la luz de la información que representa la red.

Debido a que el ARS ofrece un conjunto de métodos y conceptos analíticos que son distintos a los métodos tradicionales de análisis estadístico de datos (Wasserman & Faust, 1994), la tarea de interpretación puede ser compleja, pero se ha buscado cumplirla sin necesidad de recurrir a complicadas notaciones matemáticas o de álgebra de matrices; en su lugar, algunos de los indicadores se explican a través de ejemplos sencillos y en otros con aplicaciones empíricas de fácil entendimiento. El lector más avanzado podrá recurrir a la literatura especializada sugerida a lo largo del texto para encontrar mayores detalles tanto teóricos como matemáticos de los temas expuestos. De esta forma, los autores esperamos que el documento pueda ser utilizado por diferentes actores con intereses variados (por ejemplo, estudiantes, académicos, profesionales, consultores, funcionarios públicos, entre otros), en distintas áreas del conocimiento (tales como la agricultura, ciencias sociales, informática, desarrollo rural, entre otros), y para analizar diferentes fenómenos (difusión de innovaciones, selección de actores clave, intercambio de información y conocimiento, intervenciones basadas en red, entre otros).

2. Colecta y generación de datos de red

Sin lugar a dudas, el diseño correcto de la pregunta de red y los formatos a utilizar son cuestiones críticas para el éxito de cualquier estudio que involucre datos de red (Borgatti et al., 2013) en donde la precisión de términos como “*es amigo de*”, “*se comunica con*”, “*socializa en*” (entre otros), ayuda a tener mejores datos de red. Por supuesto, la gestión, almacenamiento y el análisis de la información también son importantes pues de ello depende la correcta interpretación de la misma. En general, en los estudios de gestión de innovación (Aguilar-Gallegos et al., 2016, 2017, 2015), que consideran el intercambio de información y conocimiento entre diferentes actores, es común que se colecten datos de red utilizando preguntas generadoras de nombres.

2.1. Generadores de nombres

La técnica de los “*generadores de nombres*” es muy utilizada en el ARS y básicamente consiste en preguntar a cada uno de los encuestados (conocidos como, “*egos*”) que indique con quién está en contacto o con quién está vinculado (conocidos como “*alters*”¹), dependiendo del tipo de relación de interés (Marsden, 1990). Algunos ejemplos de este tipo de preguntas generadoras de nombres (es decir, para generar el listado de los nombres con los cuales los actores están en contacto), se muestra en el Cuadro 1. Uno de los elementos más importantes a considerar es que la pregunta está asociada a un tipo de relación específico y, por lo tanto, la red representará ese tipo de relación y no otra más. Por ejemplo, si se pregunta sobre las relaciones de intercambio de información, entonces la red representará el intercambio de información; si se pregunta sobre vínculos de cooperación, entonces la red será de cooperación entre los actores; si se pregunta sobre vínculos de amistad, entonces la red representará vínculos de amistad de los actores; entre otros. Adicionalmente, es posible que en el diseño del instrumento de colecta de datos de red se incluyan múltiples generadores de nombres, pero es importante considerar que esto puede llevar a desgastar a los “*egos*” (actores encuestados) porque la encuesta consume más tiempo durante su aplicación.

¹En este documento se aplica el término en plural de “*alter*” como “*alters*”, el cual se utiliza en la literatura en inglés. Sin embargo, el usuario puede encontrar en otros documentos el uso de “*Alteri*”, que es un término consensuado y muy usado en la literatura en español. Para mayor información se recomienda revisar el Glosario de términos de Análisis de Redes, de la traducción de Wasserman y Faust, mismo que fue revisado por Verónica de Miguel.

Cuadro 1. Ejemplos de preguntas generadoras de nombres utilizadas en el ARS, aplicado a la agricultura.

Pregunta generadora de nombres	Referencia
¿Con quién habla a menudo a través de la radio mientras está Usted de pesca?	Johnson (1986)
¿Persona, organización o evento de la que aprende o acude cuando tiene problemas relacionados con la producción de jitomate?	García Sánchez, Aguilar Ávila, y Bernal Muñoz (2011)
¿Con quién se pone en contacto para obtener información sobre el manejo y operación de la agro-biodiversidad en su finca de cacao?	Isaac (2012)
¿Podría decir, con que otros agricultores Usted discute del manejo y protección de los cultivos?	Compagnone y Hellec (2014)
¿De quién aprende y/o a quién consulta cuando tienen un problema en su plantación de palma de aceite?	Aguilar-Gallegos et al. (2015)
Construya una lista de los nombres de todas las organizaciones con quienes Usted colabora.	Hermans, Sartas, van Schagen, van Asten, y Schut (2017)

Fuente: elaboración propia.

Derivado de las preguntas realizadas durante la colecta de datos, se debe considerar al menos lo siguiente:

- Verificar si la pregunta implica la obtención de vínculos dirigidos.
- Clarificar si la pregunta sólo establece la existencia o no del vínculo entre los actores o si el vínculo tiene niveles de intensidad; es decir, los vínculos son binarios o ponderados.
- Definir si con la pregunta se establece un límite específico de “*alters*” que el “*ego*” puede mencionar o elegir. Algunos estudios preguntan por “los 3 más importantes...” o “los 5 más relevantes...” o “los últimos 3...”, etcétera.
- Explicar cómo se analizará la información obtenida.

2.2. Interpretadores de nombres

Como se ha mencionado, los datos de red se pueden coleccionar con uno o más generadores de nombres, pero siempre es importante complementar esta información con datos adicionales vía “*interpretadores de nombres*”, los cuales por lo regular se refieren a (Marsden, 1990, 2011):

1. Datos sobre los atributos de los “*egos*”, como pueden ser: edad, género, tipo de agricultor, parentesco, nivel educativo, entre otros. También se

podría obtener información indirecta de los “*alters*” (mencionados por los encuestados o “*egos*”).

2. Referencias sobre las propiedades del vínculo entre el “*ego*” (encuestado) y el “*alter*” (mencionado por el “*ego*”), entre ellos: frecuencia de contacto, intensidad de la relación, entre otros. Como puede notarse, este tipo de atributos están referidos al vínculo, en lugar de al actor.

La importancia de los interpretadores de nombres radica en que después de la colecta de datos de red y su sistematización, se combinan con los datos provenientes de los generadores de nombres para medir y representar una variedad de propiedades de la red, de los actores y de sus vínculos (Marsden, 2011).

2.3. Formato de las preguntas

Como se mostró en el Cuadro 1, existen diferentes ejemplos sobre el formato de la pregunta generadora de datos de red. De esta forma, hay algunas ventajas y desventajas que se recomienda tener en cuenta, pero al final la selección del formato a utilizar dependerá del objetivo de la investigación, así como del interés particular del investigador, estudiante o profesionalista.

Es importante mencionar que por lo regular se realizan preguntas abiertas en los generadores de nombres, por lo cual el encuestado tiene la posibilidad de mencionar a los actores que él considere más oportunos relacionados a la pregunta de red; en el Cuadro 2 se muestra un ejemplo. Sin embargo, el problema principal y desventaja de estas preguntas radica en “*recordar los nombres*” de los “*alters*”, lo cual puede llevar a olvidar nombres de actores importantes. Por otra parte, la ventaja es que en las preguntas abiertas no se requiere conocimiento

Cuadro 2. Ejemplo de una pregunta abierta generadora de nombres.

Si usted quisiera aprender más sobre técnicas innovadoras de producción en su cultivo, ¿a quién le preguntaría o consultaría? Por favor, enliste tantos nombres como usted guste.

Fuente: elaboración propia.

(completo) previo de los actores que forman parte de la red, por lo que ésta se va construyendo conforme los “egos” mencionan a los “alters”. Sin embargo, en estas preguntas se tiene la necesidad de hacer su formulación con la mayor precisión posible para así evitar errores de interpretación. Otra de las posibles desventajas de este tipo de preguntas es que, por lo regular, deben ser administradas por personal especializado cara a cara (conocedor de la temática y del lugar en donde se levantará la información), por dos cuestiones: 1. La explicación e interpretación correcta de la pregunta y, 2. Para apoyar al encuestado en el proceso de recordar los nombres de los actores o para incitarlo a recordar alguno más.

En las Figura 1 y Figura 2, se ofrecen dos ejemplos de preguntas generadoras de nombres, ambas son abiertas para que el encuestado mencione a los actores que asocia con las preguntas mostradas (columna 1). En el primer caso (Figura 1), la pregunta se aplicó a ganaderos con cabras (Aguilar-Gallegos et al., 2017) para identificar el flujo de información y conocimiento para la adopción de prácticas, tecnologías e innovaciones en esa actividad ganadera. La pregunta va acompañada de dos interpretadores de nombres. Para ambas variables, se le pide al encuestador que sólo escriba el número que mejor represente el giro o actividad que tiene cada “alter” (actor mencionado), así como el parentesco que tiene el “ego” (ganadero encuestado) con el “alter”, por ello se incluye al pie del formato una lista con las posibles respuestas a obtener. Esto último facilita tanto el levantamiento de la información en campo como la sistematización de las encuestas.

¿De quién ha aprendido, se ha asesorado o ha preguntado, es decir, a quién recurre para obtener información y conocimiento para implementar las prácticas, tecnologías e innovaciones que realiza en su unidad de producción (caprina)?

Nombre del actor	Giro o actividad ^y	Parentesco [§]

^y Sólo escriba el número según corresponda: 1. Productor caprino, 2. Asesor técnico privado, 3. Extensionista de programa de gobierno, 4. Eventos de capacitación (institución o personas morales), 5. Proveedores de insumos para la producción caprina, 6. Proveedores de pie de cría, 7. Compradores, 8. Productores agrícolas en general, 9. No productores agrícolas, 10. Otro (especifique)

[§] Sólo escriba el número según corresponda: 1. Familiar, 2. Amigo cercano, 3. Vecino, 4. Conocido, 5. Miembros del grupo de trabajo, 6. Otro (especifique)

Fuente: Aguilar-Gallegos et al. (2017).

Figura 1. Ejemplo de una pregunta generadora de nombres aplicada a productores caprinos, con dos atributos para los “alters” mencionados.

En el segundo caso (Figura 2), se aplicó la pregunta mostrada a un conjunto de extensionistas o asesores técnicos participantes en un programa gubernamental. Básicamente se buscó identificar las fuentes de conocimiento que éstos tienen con otros actores de un sistema de innovación agrícola. En la columna 2 se preguntó sobre el “alter” (actor mencionado), haciendo referencia al giro o actividad que éste desempeña. Posteriormente, en la última columna (3) se pide información sobre la frecuencia de contacto que se tiene con el “alter”; para ello se utiliza una escala ordinal que va desde 1 hasta 5, donde 1 es Poco frecuente y, 5 Muy frecuente. Esta última información generaría un nivel de ponderación de la relación. Entonces, en este caso se tuvo un atributo para el “alter” y un atributo para la relación.

¿De quién considera Usted que ha aprendido o de quién ha obtenido información y conocimiento técnico para ser el Extensionista que hoy es? Es decir, ¿A quiénes considera como los actores que han sido determinantes para que Usted sepa técnicamente lo que sabe hoy?

(1) Nombre del Actor	(2) Giro o actividad					(3) Frecuencia de contacto				
		1	2	3	4	5				
		1	2	3	4	5				
		1	2	3	4	5				
		1	2	3	4	5				
		1	2	3	4	5				

1. En el caso del nombre del actor, intente ser lo más específico posible; por ejemplo, Juan Jiménez – Sanidad Vegetal. No es recomendable sólo especificar nombre o institución, e.g. Sanidad Vegetal o Juan.
2. Sólo escriba el número que corresponda: 1. Productor, 2. Asesor técnico, 3. Eventos de capacitación, 4. Proveedores de insumos, maquinaria, y/o equipo, 5. Compradores o clientes, 6. Institución de enseñanza-investigación, 7. Dependencia Gubernamental, 8. Otro (especifique).
3. La frecuencia de contacto, evalúela considerando que la variable va desde 1. Poco frecuente hasta 5. Muy frecuente.

Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Ejemplo de una pregunta generadora de nombres aplicada a extensionistas, con un atributo para el “alter” y otro para el vínculo.

Cabe hacer mención que, durante el diseño del formato de las preguntas de red, es importante considerar la demanda cognitiva, así como del tiempo de los encuestados, pues se les somete a procesos de cuestionamientos que pueden ser estresantes o de poco interés para él. Cuando se tienen preguntas de red muy elaboradas o de muchas secciones, el encuestado puede llegar a no contestar algunas partes o es posible que pierda el interés, contestando solamente lo primero que le venga en mente sin necesidad de priorizar sus respuestas. Por ejemplo, imagine un listado de nombres de una organización de 100 agricultores, en donde Usted quiere observar el nivel de relacionamiento entre ellos, básicamente tendría que preguntar a cada uno de ellos por la relación que

guarda el encuestado ("*ego*") con todos los otros 99 agricultores ("*alters*"). A lo anterior suma que considera colocar dos atributos por cada "*alter*" y un atributo a la relación. El tiempo que consumiría cada encuesta y la demanda de atención del encuestado podría llevar a obtener datos de red erróneos o con cierto nivel de imprecisión. Tal y como se ha señalado por otros autores (Borgatti et al., 2013), se tiene mayor probabilidad de respuesta por parte de los encuestados cuando las preguntas están estructuradas en formas que minimicen la irritación, enojo, mal entendimiento y, frustración de los encuestados. Lo anterior, cobra mayor relevancia cuando se tienen estudios longitudinales, en donde la participación mantenida y constante de los encuestados, es crucial.

2.4. Fuentes de información

Los puntos abordados anteriormente han estado relacionados a fuentes de información primaria, en donde a la mayoría de actores que forman la red se les hacen preguntas específicas, entre ellas generadoras de nombres e interpretadoras de nombres. Sin embargo, existen otras fuentes de datos de red, las cuales pueden ser secundarias; el hecho de que sean secundarias no implica que en el diseño de la investigación no sea necesario generar un tipo de instrumento para la codificación y generación de los datos de red, lo cual, a su vez ayudaría en el proceso de sistematización.

Entre las fuentes secundarias están los datos históricos o provenientes de registros documentales. El ejemplo clásico de este tipo de adquisición de datos, desde fuentes secundarias, son los extraídos por Padgett y Ansell (1993), los cuales codificaron un conjunto de datos de red sobre nueve tipos de relación entre las familias élite Florentinas que sucedieron a principios del siglo 15. Otro ejemplo, más apegado al sector agrícola, se refieren al uso de información documental archivada, entre ellas propuestas de proyectos, reportes finales, minutas de varias reuniones y, notas de periódico de varios proyectos experimentales, durante periodo comprendido del año 1999 hasta el 2008; con los datos recabados y estructurados en forma de red se analizó la evolución de redes a través del proceso de formación de nichos, así como, el escalamiento de innovaciones en sistemas de innovación agrícola (Hermans, Stuiver, Beers, & Kok, 2013; Hermans, van Apeldoorn, Stuiver, & Kok, 2013).

Aunado a lo anterior, se tiene la creciente información disponible por medios electrónicos; de hecho, muchos sitios de internet contienen información que fácilmente se puede estructurar con formato de datos de red. El detalle con los datos históricos y de internet es que necesitan pasar por un proceso de depuración y limpieza para evitar errores y aumentar la precisión del análisis.

Existen numerosos ejemplos al respecto, entre ellos, los que han analizado colaboración internacional entre autores de artículos científicos a escalas globales (Barabási et al., 2002; Leydesdorff & Wagner, 2008); lo mismo se ha aplicado para analizar tópicos específicos, por ejemplo relacionados a temas de extensión agrícola (Rodríguez, Ramírez-Gómez, Aguilar-Gallegos, & Aguilar-Ávila, 2016); incluso se ha utilizado para analizar a un *Journal* especializado (Valderrama-Zurián, González-Alcaide, Valderrama-Zurián, Aleixandre-Benavent, & Miguel-Dasit, 2007). Otros autores, han aplicado el enfoque de redes para estudiar el complejo entramado de relaciones en Twitter (e.g., Del-Fresno-García, 2014; Del Fresno García, Daly, & Supovitz, 2015) y Facebook, aunque en estos últimos dos casos todavía existen desafíos de interpretación de los relacionamientos, debido a que las conexiones entre los actores no siempre reflejan una situación en un mundo *off-line* (Borgatti et al., 2013); por ejemplo, el término 'Amigo' en Facebook no necesariamente implica que en la vida real sean amigos, inclusive puede ser que ni se conozcan.

3. Captura de los datos de red

Posterior al proceso de coleccionar datos de red, otra de las tareas complementarias y que debe ser ejecutada con sumo cuidado y atención, es la sistematización y administración de los datos de red; es decir, el proceso de capturar la información de las encuestas levantadas en campo, la edición de los datos y su correcta depuración. En general, esto se realiza para dar el correcto formateo a los datos y así puedan ser manejados en el software de análisis de redes (Borgatti et al., 2013), que en nuestro caso será UCINET (Borgatti et al., 2002).

3.1. Formato de captura de los datos de red

Con relación al proceso de cómo capturar los datos de red, es importante remarcar que no es recomendable efectuarlo directamente en el software para el Análisis de Redes Sociales; por tanto, será necesario hacer uso de otro tipo de archivos como pueden ser: hojas de cálculo, bases de datos o archivos de texto. En este sentido, para la mayoría de los usuarios, es más recomendable el uso de una hoja de cálculo de Microsoft Excel, pues es de uso más amplio y, además, lo tienen la mayoría de las computadoras personales.

Por otra parte, una vez capturados los datos en la hoja de cálculo, será necesario utilizar archivos de texto, pues a través de ellos se generan archivos en formato DL (*Data Language*), mismos que son leídos tanto por UCINET (Borgatti et al., 2002) como por NetDraw (Borgatti, 2002). Estos archivos pueden ser considerados como intermediarios entre las hojas de cálculo de Excel y los archivos que se manejan en los softwares mencionados.

Otra posibilidad para no manejar los archivos intermedios tipo texto, es usar el Editor de archivos DL, disponible en UCINET (Borgatti et al., 2002), (Figura 3); básicamente ahorra el paso de generar el archivo de texto. De esta forma, los datos se pueden capturar y administrar en una hoja de cálculo para que, posteriormente, sólo se copien y peguen en el Editor de archivos DL (*DL Editor*, en UCINET). Para abrir el *Editor DL* (Figura 3), se tiene que presionar el cuarto ícono de la barra de íconos de UCINET; también se puede hacer a través de la ruta *Data>Data Editors>DL Editor*. Su uso se verá con mayor detalle en las secciones 3.3.1 y 3.5.

A continuación, se describen las formas básicas para manejar los datos de red; estos son en forma de matriz, formato de lista y lista de vínculos. No se abunda en otros tipos, aunque se advierte que existen.

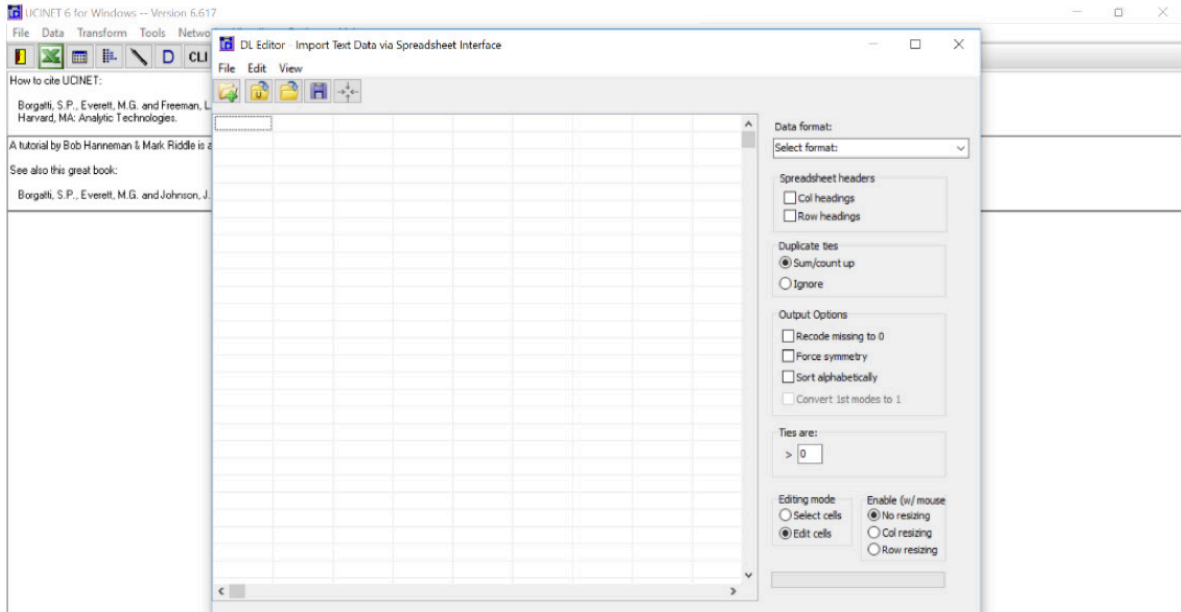


Figura 3. Vista del Editor DL en UCINET.

3.2. Formato de matriz

Es uno de los formatos iniciales y comunes de trabajo para capturar datos de red. Básicamente es el formato más sencillo de entender conceptualmente, pero no es el más adecuado cuando los datos de red son abundantes. De hecho, algunos autores se han centrado en explicar el uso de este formato (Velázquez Álvarez & Aguilar Gallegos, 2005). En el **formato de matriz**, es común que se trabajen conjuntos de datos de red modo-uno, en donde se tendrá el mismo número de filas y columnas; por tanto, los títulos de filas y columnas son los mismos; dichos títulos corresponden a las etiquetas de los nodos que conforman la red. De tal forma, cuando se sistematizan en una hoja de Excel, las etiquetas deben quedar tanto en la primera fila como en la primera columna.

La Figura 4 muestra un ejemplo de datos de red formada por siete nodos y siete vínculos dirigidos (Aguilar-Gallegos et al., 2016). Dicho ejemplo guarda las características mencionadas anteriormente. Es importante destacar que los vínculos en este ejemplo sólo están midiendo presencia/ausencia (1/0) de la

Datos de red en matriz - Excel

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista ¿Qué desea hacer?

Calibri 11 A A Ajustar texto General

Pegar Fuente Alineación Número Formato Dar formato Estilos de condicional como tabla celda Estilos

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		A	B	C	D	E	F	G		
2	A		1							
3	B			1						
4	C						1			
5	D	1								
6	E	1								
7	F			1						
8	G			1						
9										
10										
11										
12										
13										
14										

Figura 4. Ejemplo de captura de datos de red en formato de matriz, usando una hoja de cálculo de Excel.

relación, por lo cual la matriz se llena con “1” en las celdas donde exista la relación entre los pares de nodos. Otra característica del ejemplo es que los vínculos son dirigidos; por tanto, la matriz es asimétrica. Esto último se puede notar entre los pares de nodos A-B, donde A refiere a B, pero B no refiere al nodo A (Figura 4). Por supuesto, en el formato de matriz se pueden capturar tanto redes no dirigidas como ponderadas.

Una vez capturados los datos de red en Excel, éstos fácilmente se pueden copiar y pegar en el Editor de matrices (*Matrix spreadsheet editor*) de UCINET (Figura 5). En algunos casos, es importante configurar el tamaño de la matriz de datos, esto se realiza del lado derecho de la pantalla en las opciones de “*Matrix size*”. En algunas otras ocasiones sólo se copian y pegan los datos para que el tamaño de la matriz se ajuste automáticamente (Figura 6). Nótese como en la Figura 4 sólo se han capturado las relaciones existentes en la red; sin embargo, para una correcta gestión de los datos es importante rellenar las celdas vacías con “0”, porque eso indica que no existe la relación. Esto se puede realizar desde Excel o en su caso en el Editor de matrices. En el último caso, se deberá utilizar el menú *Transform>Fill* y aparecerá una ventana de configuración (Figura 7a.); en esta ventana sólo se debe seleccionar la opción “*Blank values*” en la opción de “*Replace*” y también la opción “*Zeros*” en la opción “*With*” (Figura 7a), esto indicará al programa que “reemplazará las celdas en blanco con valores de 0”,

esto se aplica a toda la hoja y todas las celdas. El resultado se puede observar en la Figura 7b, en donde todas las celdas están llenas, ya sea con 1 o con 0. Para guardar los datos se puede seguir una de las siguientes opciones:

1. Ir al menú *File>Save*.
2. Presionar la combinación de teclas *Ctrl + S*.
3. Presionar el tercer botón de la barra de íconos del Editor de matrices, que hace alusión a un disco de almacenamiento.

Al guardar el archivo en formato de UCINET, se crearán dos archivos, uno con extensión *##h* y otro con *##d*. Es importante mencionar que ambos archivos trabajan en conjunto y, por tanto, los dos son necesarios. Si esta red que se acaba de trabajar se abriera con NetDraw (Borgatti, 2002), se obtendría una ilustración muy similar a la mostrada en la Figura 8. El uso de la visualización de datos de red se abordará a más detalle en la sección 4, por ello no se explica en este momento.

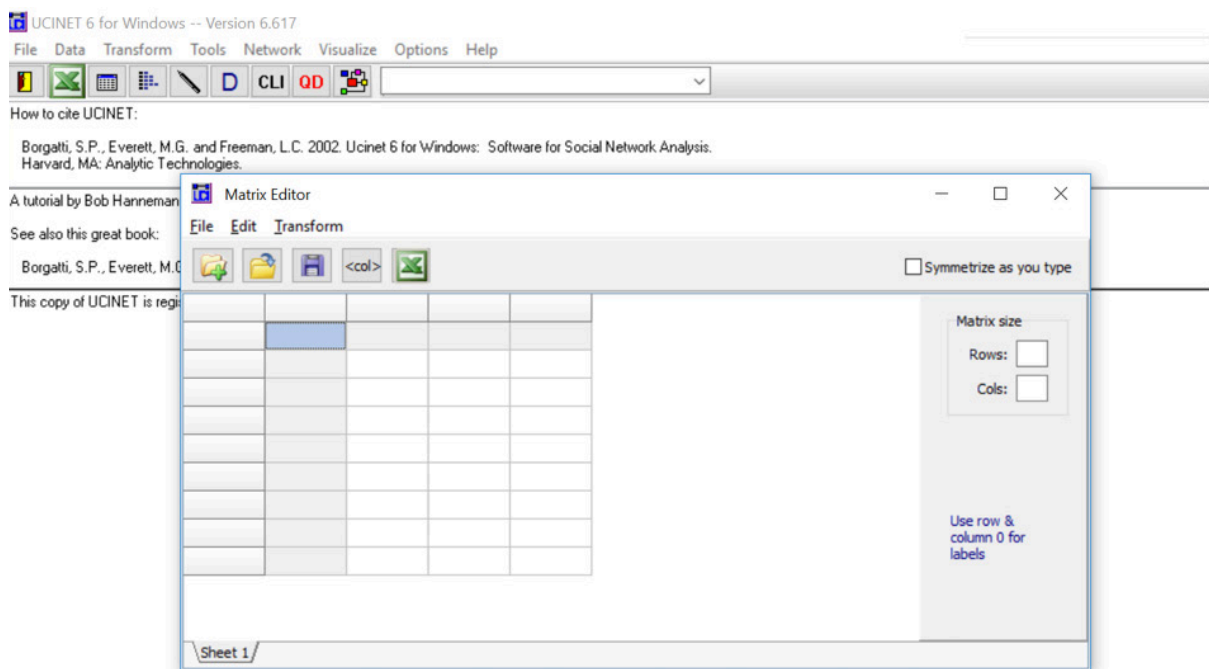


Figura 5. Editor de matrices de UCINET, tercer ícono de la barra de íconos.

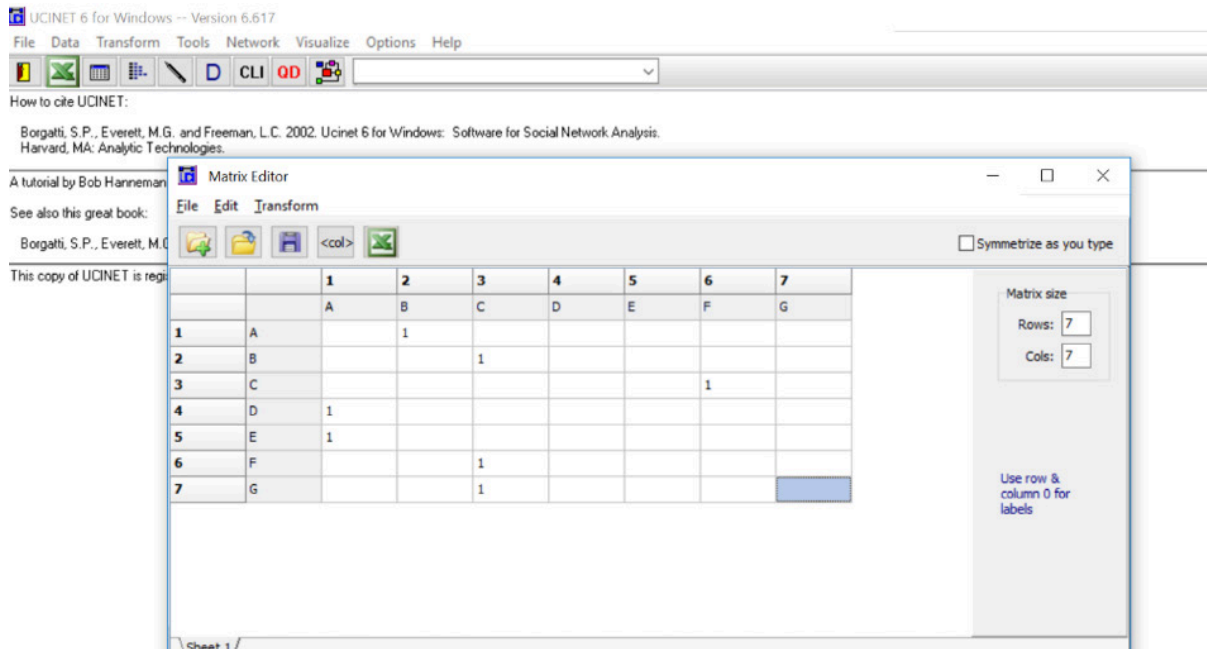
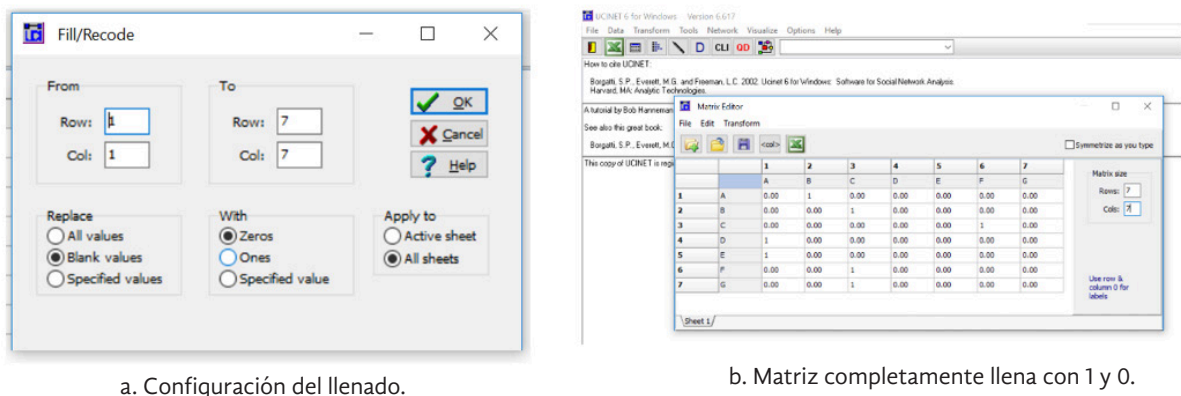


Figura 6. Datos del ejemplo copiados al Editor de matrices.



a. Configuración del llenado.

b. Matriz completamente llena con 1 y 0.

Figura 7. Proceso de llenado de las celdas vacías con 0 desde el Editor de matrices.

El uso de matrices para realizar el proceso de captura no es recomendable cuando el tamaño de la red es grande (podríamos decir, mayor a 30 nodos) y más aún cuando en la red existen muchos pares de nodos que no están vinculados, es decir, en una red dispersa, debido a que es difícil identificar los nodos que sí están vinculados y sólo en esa celda escribir el valor correspondiente. Además, este procedimiento de captura de redes en matriz puede consumir mucho tiempo,

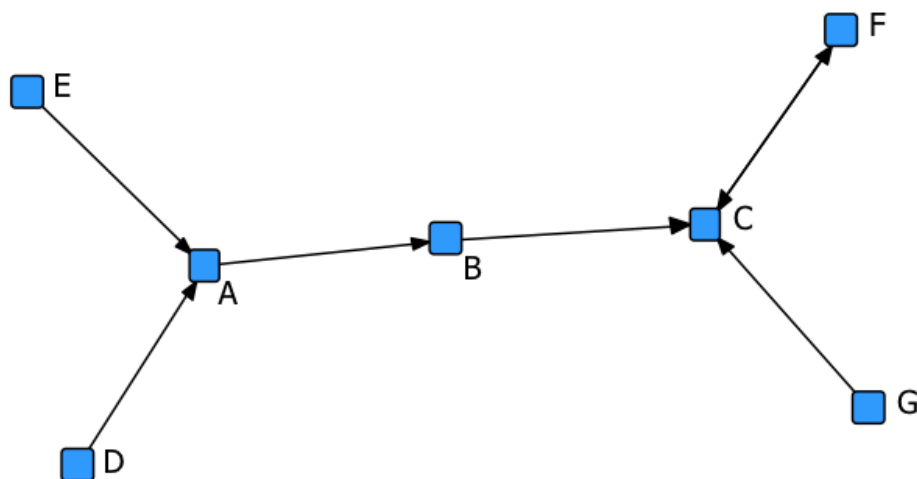


Figura 8. Visualización de la red de siete nodos y siete vínculos dirigidos en NetDraw.

incluso, se puede incurrir en errores importantes. Para el análisis de redes con gran cantidad de actores es más recomendable el formato de lista, que se verá en el siguiente apartado.

3.3. Formato de lista de nodos

Cuando el número de vínculos existentes en la red es pequeño, en relación con el número de vínculos posibles, mismo que dependerá del número de actores en la red, se consume mucho tiempo capturando los datos de red con el formato de matriz (sección 3.2). En estos casos, el **formato de lista de nodos** es más sencillo de utilizar, pues sólo se declaran los nodos que tienen alguna relación, lo cual reduce significativamente el tiempo de sistematización.

Uno de los formatos de lista de nodos más utilizado es el *Nodelist1*; es el más económico en uso de recursos y, por tanto, el más sencillo de usar en la sistematización de datos de red (Borgatti et al., 2013). Este formato tiene las siguientes características:

- Sólo puede ser usado para datos binarios (1/0) que indican presencia y ausencia de la relación.
- No es aplicable para indicar fuerza o intensidad de los vínculos entre actores.
- Es una lista de nodos porque básicamente la lógica de captura es que primero se enuncia el actor encuestado ("ego") y, posteriormente los actores mencionados (*alter1 alter2 alter3 ...*).

Supongamos un ejemplo de seis nodos con once vínculos, los cuales se capturaron en una hoja de Excel siguiendo la lógica descrita del formato *Nodelist1* (Figura 9). De esta forma, se puede observar que los nombres que aparecen primero en cada fila son los “egos” o los que “envían” el vínculo y, posteriormente, están enunciados los “alters” o los que “reciben” el vínculo. Veamos el caso de “Elizabeth” quien envía un vínculo hacia “Celia”, “Benito”, “Dante” y, “Fátima”, esto indica que en la red se verá que existen diversos vínculos que se originan desde “Elizabeth” y que van hacia los otros cuatro actores. Algunos de ellos serán recíprocos, por ejemplo, “Fátima” también envía un vínculo hacia “Elizabeth”. Y así sucesivamente para cada caso.

	A	B	C	D	E	F
1	Ego	Alter1	Alter2	Alter3	Alter4	
2	Alberto	Celia				
3	Benito	Alberto	Elizabeth			
4	Celia	Alberto				
5	Elizabeth	Celia	Benito	Dante	Fátima	
6	Dante	Elizabeth	Fátima			
7	Fátima	Elizabeth				

Figura 9. Ejemplo de captura de una red de seis nodos y once vínculos, capturados en una hoja de cálculo, con la lógica Nodelist1.

Con el ejemplo anterior se destaca el hecho que, para la captura de datos de red, es muy útil generar plantillas en Excel que ayuden a identificar en qué lugar se captura el “ego” o encuestado y, en qué casillas se escribirán los nombres de los “alters” o de los actores con los que el “ego” dice tener algún tipo de vínculo, dependiendo del tipo de red. Un ejemplo se muestra en la Figura 10, donde los encabezados ayudan a guiar la captura de los datos de red, así como el sombreado de las columnas para evitar confusiones. Así mismo, es útil crear claves que identifiquen el tipo de actores, por ejemplo, E = empresa; Ere = Empresa referida, Ext = Extensionista, entre otros; ver Aguilar-Gallegos et al. (2016) que utilizan diferentes iniciales para clasificar a los tipos de actores participantes en la red.

Una vez que los datos se han capturado en una hoja de Excel como las anteriores, se procede a generar el archivo de texto que pueda ser leído por UCINET y NetDraw. Se debe aclarar que este proceso sería intermedio entre el archivo de Excel y los archivos tradicionales que maneja UCINET. Sin embargo, el archivo de texto

	A	B	C	D	E	F	G
	Folio del Encuestado	Actor Referido 1	Actor Referido 2	Actor Referido 3	Actor Referido 4	Actor Referido 5	Actor Referido 6
1	Er01	Er02	Er03				
2	Er02	Er01	Er05	Er06			
3	Er03	Er01	Er02	Er04	Er06	Er08	
4	Er04	Er01	Er03				
5	Er05	Er07					
6	Er06	Er01	Er02	Er04	Er05		
7	Er07	Er01					
8	Er08	Er05					
9	Er09	Er01	Er02	Er03	Er04	Er07	Er10
10	Er10	Er03					

Figura 10. Ejemplo de plantilla diseñada en una hoja de cálculo para capturar datos de red en formato Nodelist1.

sí puede ser utilizado directamente en NetDraw. Con esta aclaración en cuenta, en la Figura 11 se muestran los datos copiados y pegados (de la Figura 9) en un archivo de texto, para lo cual usamos el Bloc de Notas (programa que forma parte de cualquier computadora que trabaja en entorno Windows).

```

dl n=6
format=nodelist1
labels embedded
data:
Alberto Celia
Benito Alberto Elizabeth
Celia Alberto
Elizabeth Celia Benito Dante Fátima
Dante Elizabeth Fátima
Fátima Elizabeth

```

Figura 11. Datos de red de la Figura 9, en un archivo de texto con formato Nodelist1 y usando el lenguaje de datos DL.

En los archivos de texto, para datos de red, se usa el lenguaje de datos DL (*Data Language*). A continuación, se describe cómo está formado el archivo (ver Figura 11):

- i. El “*dl*” al principio indica que el texto que viene enseguida será tratado como un archivo DL.
- ii. El “*n=6*” indica el tamaño de la red, el cual viene siendo el número de actores o nodos que forman la red. Es importante destacar que el “*n*” no necesariamente está relacionado al número de encuestados durante la fase de generación de datos de red, sino que es el total de “*egos*” que fueron encuestados más los “*alters*” que, aunque no hayan sido encuestados, fueron mencionados por los primeros.
- iii. En la siguiente fila, la instrucción “*format=nodelist1*”, hace referencia a que los datos siguen un formato de lista de nodos “*nodelist1*”.
- iv. La instrucción “*label embedded*” indica al programa que las etiquetas de los actores o nodos están insertadas en los datos de red, es decir, con esta instrucción no hace falta declarar primero el listado de etiquetas de todos los nodos y, después, hacer mención de los vínculos entre ellos.
- v. Por último, la línea “*data:*” indica el fin de la información con respecto a la organización de los datos de red para dar inicio precisamente a las relaciones entre los actores de la red.

Posteriormente, el archivo de texto (ver Figura 11) simplemente se almacena en la computadora como un archivo con extensión “.txt” normal y, de esta forma, puede ser leído por NetDraw para generar el gráfico de red, que vendría siendo similar al de la Figura 12. En su caso, el archivo puede ser leído por UCINET para generar los archivos con los cuales trabaja dicho programa.

Es importante mencionar que con el uso de la instrucción “*label embedded*”, se debe tener cuidado en incluir en el listado a los actores aislados. Es decir, en filas nuevas se colocarán las etiquetas de los “*egos*” que, aunque no tengan vínculos con otros actores, forman parte de la red. De esta forma, este tipo de actores sueltos sí se tienen en cuenta dentro de la red. Un ejemplo de esto se proporciona en la Figura 13, donde se puede ver que los actores “Gloria”, “Homero” e, “Ignacio” no tienen vínculos con ningún otro actor, y entonces se declaran en líneas nuevas. La visualización de este ejemplo se presenta en la Figura 14, en ésta se logra observar que dichos actores están sueltos (no conectados a ningún actor) y se agrupan del lado superior izquierdo.

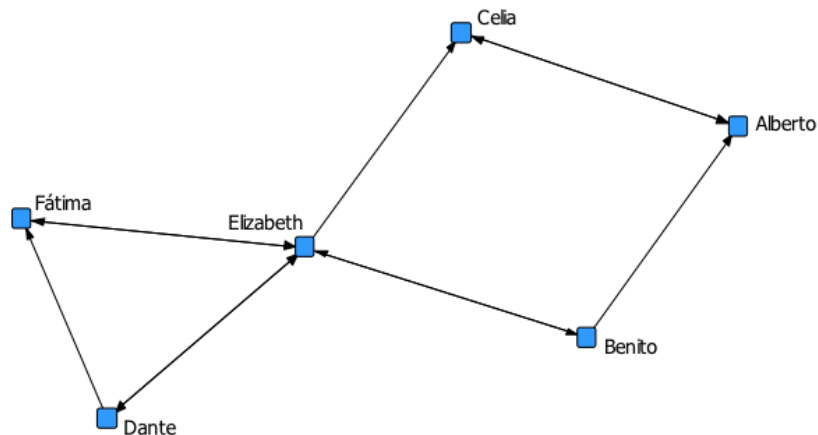


Figura 12. Red construida con el formato Nodelist1, con 6 nodos y 11 vínculos dirigidos.

```

EjNodelist1NodosSuelos: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
d1 n=9
format=nodelist1
labels embedded
data:
Alberto Celia
Benito Alberto Elizabeth
Celia Alberto
Elizabeth Celia Benito Dante Fátima
Dante Elizabeth Fátima
Fátima Elizabeth
Gloria
Homero
Ignacio
  
```

Figura 13. Ejemplo de red con nodos sueltos, capturada en formato Nodelist1.

Cabe destacar en este punto que el programa es sensible al uso de mayúsculas y minúsculas, así como de caracteres especiales; por ejemplo, Leticia y leticia son dos actores diferentes, de la misma forma, Aarón y Aaron. Aunado a esto, el problema se acentúa cuando se tienen errores de deletreo y de ortografía, veámos; Leticia y Letycia resultarían en dos nodos diferentes en la red, así como Aarón y Arón.

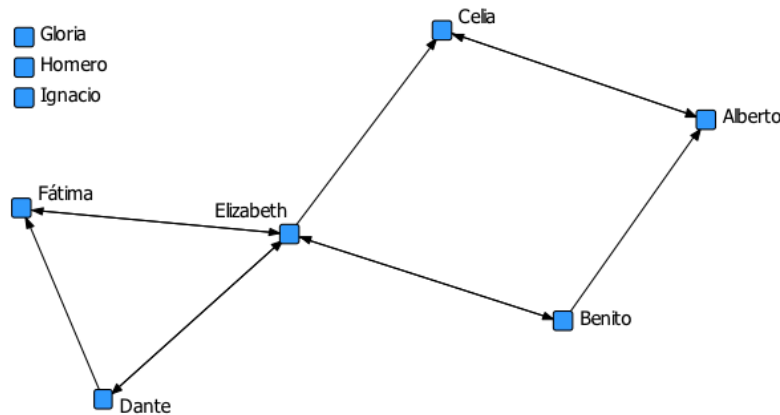


Figura 14. Visualización de la red capturada en la Figura 13 en NetDraw.

En este sentido, una recomendación muy útil es capturar los datos usando solamente dos columnas en la hoja de Excel (Figura 15a), es decir, por pares de nodos relacionados y, una vez sistematizados, copiarlos y pegarlos en el archivo de texto (Figura 15b). Este tipo de captura tiene la ventaja de utilizar la función de autocompletar de Excel, que ayudará a evitar errores de captura y, de hecho, la agiliza. El único detalle de este tipo de captura es que el “ego” se tiene que repetir

	A	B	C
1	Ego	Alter	
2	Alberto	Celia	
3	Benito	Alberto	
4	Benito	Elizabeth	
5	Celia	Alberto	
6	Elizabeth	Celia	
7	Elizabeth	Benito	
8	Elizabeth	Dante	
9	Elizabeth	Fátima	
10	Dante	Elizabeth	
11	Dante	Fátima	
12	Fátima	Elizabeth	
13	Gloria		
14	Homero		
15	Ignacio		

a. Sistematización en Excel

```

EjNodelist1PorPares: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda

d1 n=9
format=nodelist1
labels embedded
data:
Alberto Celia
Benito Alberto
Benito Elizabeth
Celia Alberto
Elizabeth Celia
Elizabeth Benito
Elizabeth Dante
Elizabeth Fátima
Dante Elizabeth
Dante Fátima
Fátima Elizabeth
Gloria
Homero
Ignacio

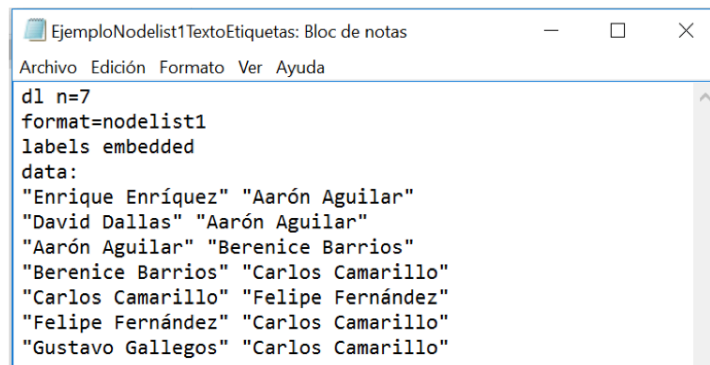
```

b. Archivo de texto

Figura 15. Ejemplo de Nodelist1 sólo usando dos columnas en su sistematización y creación del archivo de texto.

tantas veces como “*alters*” tenga, situación que simplemente se soluciona copiando y pegando la etiqueta del “*ego*”. En la Figura 15, por ejemplo, el nombre de “Elizabeth” se repite cuatro veces, pues es el número de “*alters*” que tiene dentro de la red.

Cuando se tienen pocos actores en la red o los actores están completamente especificados (por ejemplo, agricultores con nombre y apellido o nombres de empresas, o nombres y apellidos de investigadores, entre otros), las etiquetas se pueden escribir con espacios. En este sentido, vuelve a ser más recomendable hacer la captura sólo en dos columnas para evitar errores de deletreo u ortográficos (ver Figura 15a). Sin embargo, en el archivo de texto se deben poner las etiquetas de los actores entre comillas para que el lenguaje de datos DL pueda leerlos de manera correcta (Figura 16). El gráfico de red resultante se puede visualizar en la Figura 17, en donde las etiquetas de los nodos están compuestas por dos palabras.



```
dl n=7
format=nodelist1
labels embedded
data:
"Enrique Enríquez" "Aarón Aguilar"
"David Dallas" "Aarón Aguilar"
"Aarón Aguilar" "Berenice Barrios"
"Berenice Barrios" "Carlos Camarillo"
"Carlos Camarillo" "Felipe Fernández"
"Felipe Fernández" "Carlos Camarillo"
"Gustavo Gallegos" "Carlos Camarillo"
```

Figura 16. Ejemplo de datos de red en formato Nodelist1, usando un archivo de texto, con etiquetas de los nodos formadas por dos palabras.

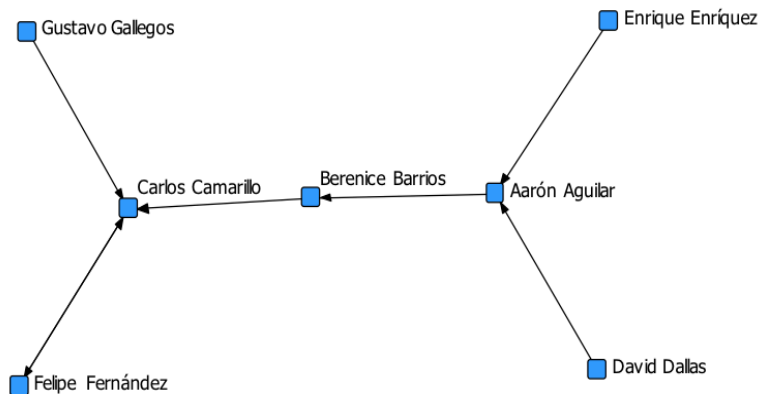


Figura 17. Gráfico de red resultante de la captura de nodos cuyas etiquetas contienen espacios, derivado de la Figura 16.

3.3.1. El Editor DL de UCINET

Como se mencionó, en UCINET existe una opción para la creación directa de los archivos que contienen los datos de red en el formato que trabaja el mismo programa; este es conocido como *Editor DL* (*DL Editor*, ver Figura 3). Con el uso de este Editor, se logra ahorrar el proceso de crear los archivos de textos vistos anteriormente. Esto no significa que los procedimientos explicados no sirvan o no sean de utilidad, sino que simplemente el uso *Editor DL* es otra forma de crear los archivos de red; el usuario podrá elegir entre usar un método u otro. Para abrir el *Editor DL*, se tiene que presionar el cuarto ícono de la barra de íconos de UCINET, pero también, se puede hacer a través de la ruta *Data>Data Editors>DL Editor*.

Para ejemplificar su uso, trabajaremos con los datos capturados en el formato *Nodelist1* que se realizó en la Figura 9. Recordando, en esta red hay seis nodos con once vínculos (ver Figura 12). Basados en que los datos de red ya se han sistematizado en una hoja de cálculo, y una vez abierto el *Editor DL*, sólo se tienen que copiar los datos desde la hoja de cálculo y luego se deben pegar en el *Editor DL*. Sin embargo, es importante mencionar que en el caso del formato *Nodelist1* no se copian los encabezados de las columnas, sólo se copian y pegan los datos de los relacionamientos entre los actores.

Una vez que se han copiado y pegado los datos en la ventana del *Editor DL* (Figura 18) es importante considerar que se tienen que hacer algunas configuraciones para especificar el tipo de datos que se están trabajando y el formato en el cual se han capturado. De esta forma se especifica lo siguiente:

- i. En la casilla del **“Data format”** se debe seleccionar la opción **“Nodelist1 (ego alter1 alter2 ...)”**. Como el lector podrá apreciar, existen muchos otros formatos, incluido el formato de matriz visto en la sección 3.2. Pero debido a que los datos que estamos trabajando fueron sistematizados en formato *Nodelist1*, es que se selecciona esa opción. Si fuera el caso que los datos de red se sistematizaran en otro formato (por ejemplo, usando *Edgelist1* que se verá en la sección 3.4), entonces se seleccionaría esa opción.
- ii. Las primeras casillas, que hacen referencia a los encabezados de las filas y columnas (**“Spreadsheet headers”**), se deben desactivar puesto que los datos capturados sólo tienen encabezados de columnas, pero no hacen falta al momento de copiarlos y pegarlos. Esta opción es importante para cuando los datos están en formato de matriz, porque en ese caso sí hay encabezados, mismos que hacen referencia a las etiquetas de los nodos.

- iii. Existen otras características configurables, algunas de ellas son importantes. En el caso específico de ***“Duplicate ties”***, se recomienda activar la primera opción ***“Sum/count up”***. Con esta opción activada, si en los datos existen vínculos duplicados, los irá sumando y entonces se obtendrían relaciones ponderadas. De lo contrario, y si se busca que sólo aparezcan vínculos binarios, se puede cambiar a la opción ***“Ignore”*** que hará que cuando un vínculo entre dos nodos esté duplicado, éste no se tome en cuenta.
- iv. Otra casilla de interés es la relacionada a forzar la simetría de las relaciones ***“Force symmetry”***, para nuestro caso la casilla está desactivada. Por supuesto, si los datos de red capturados implican simetría, entonces esta casilla se debe activar.
- v. Un detalle importante cuando se capturan los datos de red en formato de lista es que, por lo regular, éstos se ordenan automáticamente en forma alfabética; para ello se activa la casilla ***“Sort alphabetically”***, lo cual es importante porque en la mayoría de los procedimientos para el cálculo de indicadores, éstos se muestran en orden alfabético según la etiqueta del nodo.
- vi. Al final, después de haber configurado las opciones comentadas, sólo se tienen que guardar los datos contenidos en el *Editor DL*, ya sea utilizando

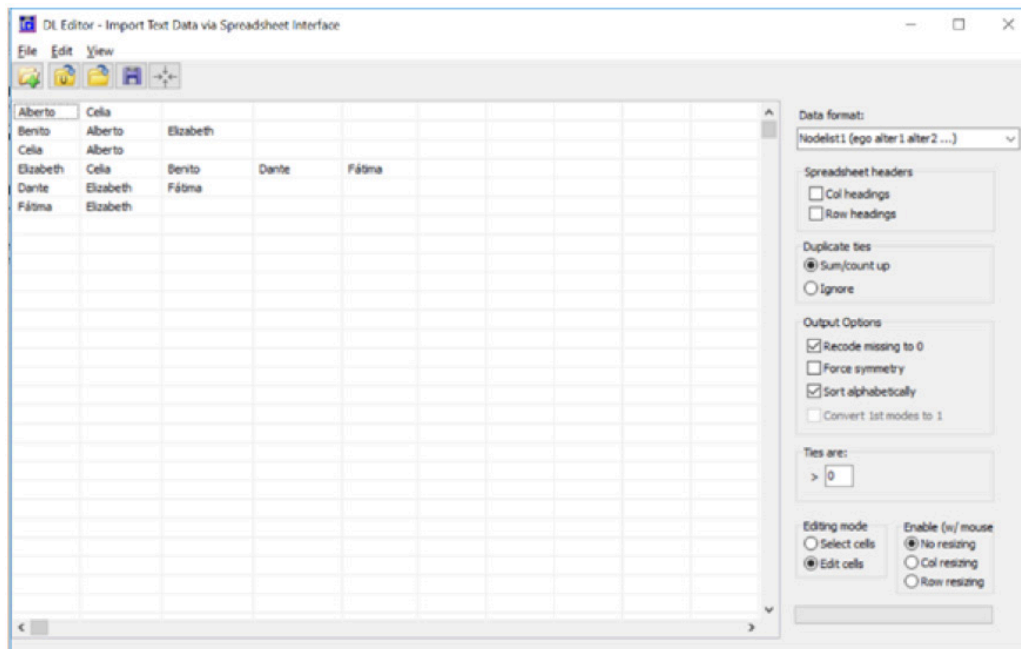


Figura 18. Ejemplo de un formato de datos de red usando Nodelist1, con 6 nodos y 11 vínculos dirigidos, con el Editor DL de UCINET.

el cuarto ícono (que hace referencia a un disco de almacenamiento digital) o usando la ruta **File>Save UCINET dataset**. Este procedimiento genera los archivos respectivos en el formato que reconocen UCINET y NetDraw, mismos que pueden ser usados directamente en ambos programas.

Es conveniente comentar que el uso del *Editor DL* no sólo se restringe al formato *Nodelist1*, pero se ha explicado en esta sección puesto que es uno de los formatos más usados en la sistematización de datos de red. No obstante, también en el *Editor DL* se pueden utilizar datos capturados en formato de matriz, *Nodelist2*, *Edgelist1*, *Edgelist2*, *Edgelist23*, entre otros. Sin embargo, dependiendo del formato que se utilice será necesario configurar algunas de las opciones comentadas anteriormente. El usuario encontrará muy intuitivo el uso del *Editor DL* después de conocer las características básicas de cada uno de los formatos de captura. En este sentido, a continuación se abordará otro formato conocido como “lista de vínculos”.

3.4. Formato de lista de vínculos

El **formato de lista de vínculos** está conformado por pares de actores relacionados, donde precisamente cada una de las filas representa un vínculo entre los actores dentro de la red, de ahí su nombre. Lo más importante de este formato, y que de hecho es lo que lo diferencia del anterior, es que sirve para declarar niveles de intensidad de los vínculos, por lo que cada par de nodos vinculados se escribe en una fila. Por tanto, el formato se compone por tres columnas, la primera hace referencia al “ego”, la segunda al “alter”, y la tercera a la intensidad del vínculo.

Uno de los formatos más útiles para sistematizar datos de red siguiendo esta lógica es el *Edgelist1*. En la Figura 19, se muestra un ejemplo de doce nodos que fueron capturados en un archivo de Excel para su posterior uso. En el ejemplo se logra ver fácilmente que la primera columna es la etiqueta para el “ego”, la segunda para los “alters” y, la tercera para el nivel de intensidad del vínculo entre ellos.

Después de la captura de los datos de red, éstos se pueden copiar y pegar en un archivo de texto para crear el archivo que será usado para visualizar la red y su análisis respectivo. La lógica que se sigue es básicamente la misma que en el formato de lista de nodos (ver sección 3.3), sin embargo, se debe cuidar que en la línea del formato se declare como “*format=edgelist1*”. En la Figura 20 se proporciona el ejemplo del archivo de texto. En éste también se puede apreciar que se incluyó la opción “*symmetric=yes*” para especificar que los datos serán tratados como simétricos, aunque no necesariamente se debe declarar así en todos los casos; esto dependerá del tipo de datos de red y, por supuesto, de la pregunta

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas				
C20				
	A	B	C	D
1	Ego	Alter	Intensidad	
2	Hugo	Isaac	4	
3	Hugo	Oscar	2	
4	Isaac	Leticia	4	
5	Isaac	Rosa	1	
6	Jorge	Samuel	2	
7	Karen	Marco	5	
8	Leticia	Pascual	3	
9	Leticia	Marco	5	
10	Marco	Isaac	5	
11	Marco	Querubín	1	
12	Nora	Querubín	1	
13	Oscar	Isaac	3	
14	Pascual	Hugo	1	
15	Querubín	Leticia	2	
16	Rosa	Hugo	2	
17	Rosa	Nora	3	
18	Samuel	Oscar	4	
19	Samuel	Leticia	1	
20	Samuel	Nora	1	
21				

Figura 19. Ejemplo de una captura de datos de red en Excel con formato Edgelist1.

```

EjemploEdgelist1Texto: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
d1 n=12
format=edgelist1
symmetric=yes
labels embedded
data:
Hugo Isaac 4
Hugo Oscar 2
Isaac Leticia 4
Isaac Rosa 1
Jorge Samuel 2
Karen Marco 5
Leticia Pascual 3
Leticia Marco 5
Marco Isaac 5
Marco Querubín 1
Nora Querubín 1
Oscar Isaac 3
Pascual Hugo 1
Querubín Leticia 2
Rosa Hugo 2
Rosa Nora 3
Samuel Oscar 4
Samuel Leticia 1
Samuel Nora 1

```

Figura 20. Diseño del archivo de texto con formato Edgelist1, del ejemplo de la Figura 19.

generadora de nombres utilizada (ver sección 2.1) y de la reciprocidad que se asume en las “menciones”; por ejemplo, si “Hugo” dice estar “relacionado” con “Isaac”, se asume entonces que “Isaac” también está “relacionado” con “Hugo”. Después de guardar el archivo y, posteriormente, abriéndolo en NetDraw, el gráfico de red resultante se visualizaría similar a la Figura 21. En la red se puede apreciar cómo, entre mayor nivel de intensidad del vínculo entre los nodos, mayor es el grosor de la línea que los une, y viceversa.

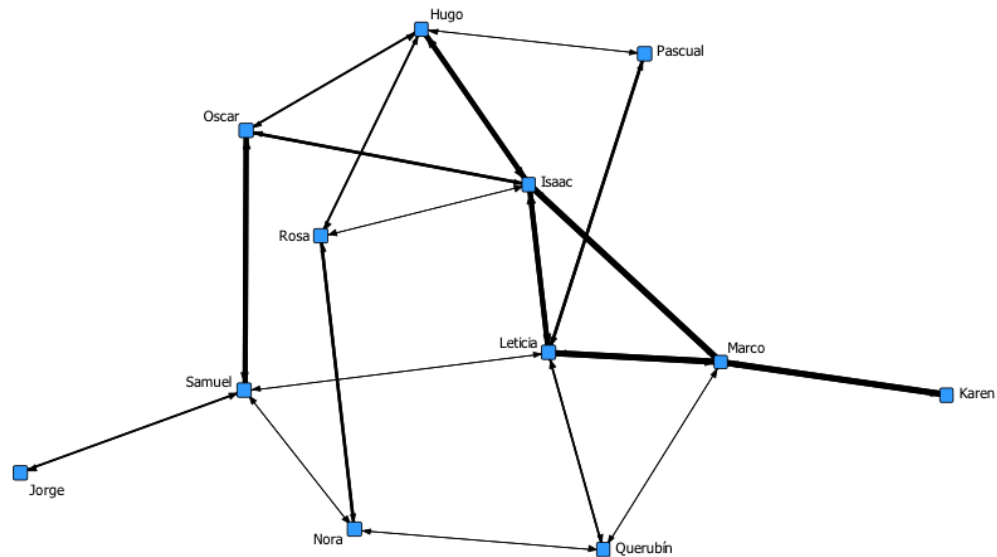


Figura 21. Gráfico de red obtenido del ejemplo de la Figura 19, con 12 nodos con intensidad de los vínculos.

3.5. Formato Edgelist23

En el *Editor DL* de UCINET, como ya se apuntó en secciones anteriores, existen otros formatos para la introducción de datos de red. Uno de los más interesantes es el formato **Edgelist23**, el cual es útil para introducir datos de diferentes tipos de relaciones en un mismo archivo, lo cual permitiría, con el adecuado manejo del software (NetDraw), visualizar distintos tipos de vínculos usando el mismo archivo de red. Esto es relevante debido a que es común que, cuando se generan los datos de red, no sólo se pregunta por un tipo de relación, sino que se pueden hacer varias preguntas para obtener distintas relaciones.

Para ejemplificar, supongamos que se pregunta a un conjunto de diez agricultores sobre a quiénes “**conoce**” que han adoptado la innovación “x”, entonces esa lista de menciones se escribe en un generador de nombres. Después, se añade

la pregunta, de los enlistados a quienes considera que poseen “**conocimiento**” de calidad para la difusión de esa innovación, los nombres que haya mencionado se marcan en una casilla especial. Por último, se le vuelve a preguntar, si con alguno de ellos ha “**recurrido**” para acceder a información y conocimiento sobre la innovación; los nombres que vuelva a mencionar se marcan en otra casilla especial. Esta información permitiría generar tres tipos de redes que representarían tres tipos de relaciones, pero que están vinculadas unas con otras. Para no tener que formatear una red por cada pregunta, se puede recurrir al formato **Edgelist23**. Un ejemplo similar se puede encontrar en un estudio sobre redes de colaboración, intercambio de conocimiento e influencia (Hermans et al., 2017). En este estudio, primero pidieron construir un listado de actores con los que el encuestado ha colaborado; después preguntaron que de ese listado encerraran en un círculo a los cinco actores que consideraban como más importantes para el intercambio de conocimiento y, también, que encerraran cinco actores (de la misma lista inicial) que consideraran como los más influyentes; por lo cual se generaron tres tipos de redes.

Siguiendo el ejemplo planteado de los 10 agricultores, en la Figura 22, se muestra cómo es que los datos son formateados. Como se puede apreciar, el formato está escrito considerando cada fila como una relación entre el “*ego*” (columna 1) y el “*alter*” (columna 2), si el “*ego*” tuviera más de una relación, se repiten tantas filas como “*alters*” tenga. Posteriormente, en la columna 3, se escribe el tipo de relación o la red a la cual estará asociado el vínculo entre los actores. En el ejemplo, los denominamos como “1 Conoce”, “2 Conocimiento” y “3 Recurrido”; los números al inicio los incluimos para dar un orden a las tres redes, y así sean visualizadas en NetDraw. También es importante mencionar que en el *Editor DL* se deben cuidar algunas configuraciones, entre ellas: en la casilla de “*Data format*” se selecciona “*Edgelist23 (node node relation [value])*”, si existen relaciones duplicadas se pide que se sumen “*Duplicate ties: Sum/count up*”, para el ejemplo no se consideran las relaciones como simétricas (casilla “*Force symmetry*” sin activar), entre otras mostradas en la Figura 22. Después de guardar el archivo en formato de UCINET, y al abrirlo en NetDraw, las redes se pueden visualizar en conjunto o por separado, lo cual dependerá del objetivo de la investigación (para más información sobre el uso de NetDraw ver sección 4.1). En el caso del ejemplo descrito, las tres redes se muestran por separado en la Figura 23.

Es importante destacar que con el formato **Edgelist23** también se pueden trabajar relaciones con intensidad, lo cual puede ser interesante para alguien que quiera visualizar cambios o evolución en los relacionamientos e intensidades entre un conjunto de actores de una red en particular. También es importante recalcar que el uso de este formato no está limitado a datos de red que estén conectados o que vayan encadenados como lo fue el ejemplo propuesto (Figura 22) o como el realizado por otros autores (Hermans et al., 2017), es decir, que uno dependa de otro. De hecho, los datos de red pueden representar diferentes tipos de relaciones

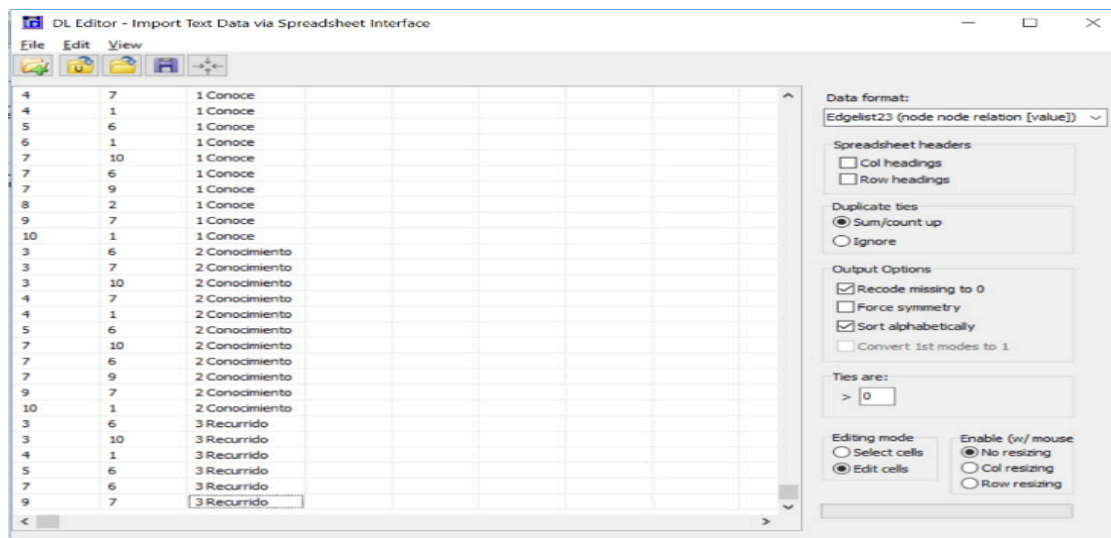


Figura 22. Datos de red de 10 nodos con formato Edgelist23 en el Editor DL de UCINET, para sistematizar tres tipos de relaciones entre los nodos de la red en un mismo archivo.

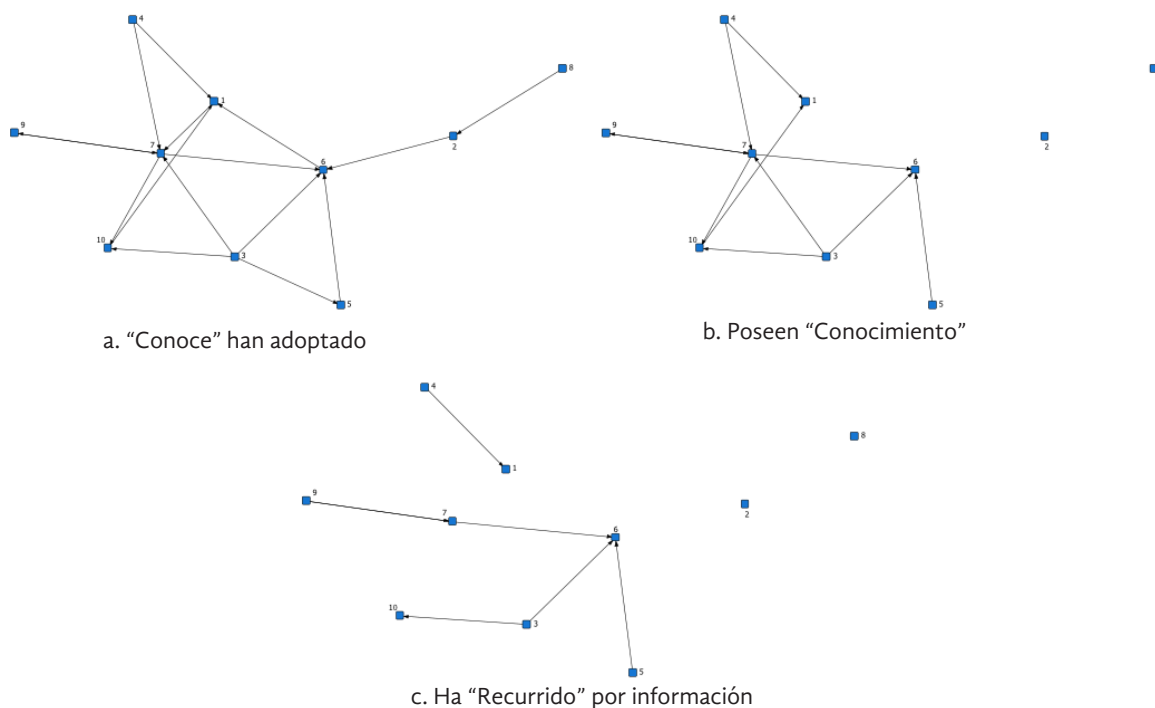


Figura 23. Gráficos de red de los datos formateados como Edgelist23, mostrando tres tipos de relaciones en redes distintas.

como es el del caso de las familias Florentinas (Padgett & Ansell, 1993). Para mostrar el ejemplo, dentro de los archivos que se incluyen en UCINET (Borgatti et al., 2002), se encuentra uno con los datos de dos diferentes vínculos sociales de dichas familias: los vínculos de matrimonios y negocios, que se pueden visualizar en la Figura 24. Otro caso de este tipo, se presenta en un estudio sobre una red de embarcaciones autorizadas para la pesca (Maya Jariego, Florido del Corral, & Sáez, 2017), donde se recolectan los datos de red a través de un listado de embarcaciones, en este listado cada uno de los encuestados marca tres tipos de relaciones: relaciones personales, información ecológica y apoyo social. En este caso, las redes no están anidadas una dentro de otra, pero sí están relacionadas y se levantan con el mismo instrumento de colecta de datos; de esta forma, los tres tipos de redes se podrían sistematizar usando el formato *Edgelist23*.

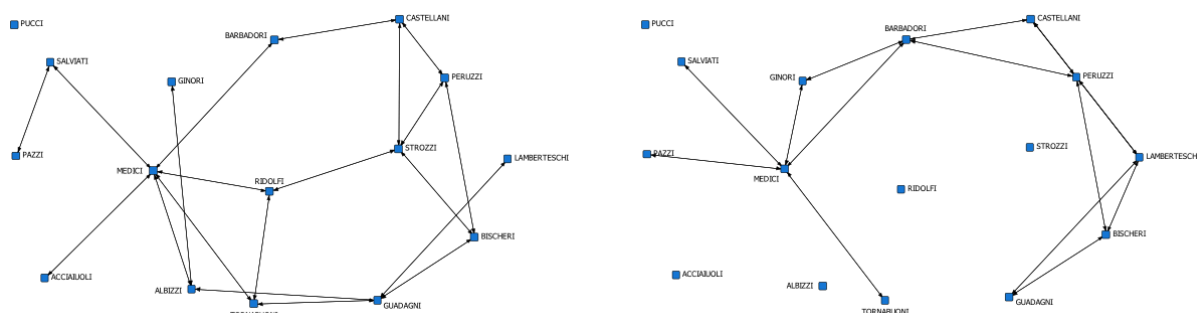


Figura 24. Gráficos de red de dos relaciones sociales (izquierda, matrimonios; derecha, negocios) de las familias Florentinas. Se usaron los datos de los ejemplos proveídos en UCINET.

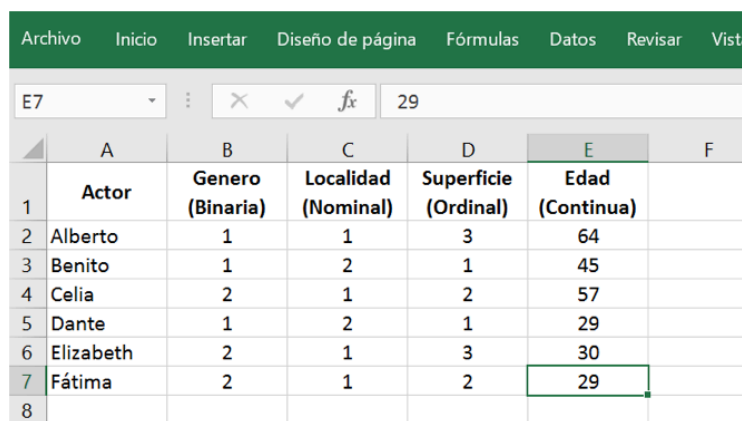
3.6. Formato para los atributos de los actores

Una de las propiedades del Análisis de Redes Sociales (ARS), es que las redes se pueden representar incluyendo características de los nodos que la conforman. Estas características típicamente se conocen como “atributos”, los cuales precisamente ayudan a diferenciar a los nodos unos de otros (Borgatti et al., 2013). Los atributos, como se indicó anteriormente (ver sección 2.2) se obtienen de los interpretadores de nombres. Además, se pueden crear atributos de diferentes tipos y pueden ser variables binarias, tales como el género (0: Hombre, 1: Mujer; 0: No adopta cierta innovación, 1: Adopta la innovación; 0: No recibió subsidio, 1: Sí recibió subsidio); también pueden ser variables nominales, como el municipio en donde vive el actor; de la misma forma, se pueden incluir atributos ordinales, por ejemplo, la superficie medida en rangos (1: Menos de tres hectáreas; 2: Entre 3 y 10 hectáreas; 3: Más de 10 hectáreas) y, por supuesto, también se pueden incluir atributos cuantitativos continuos como es la edad de los actores, un índice de adopción de innovaciones, número de cabezas de ganado que posee, etcétera.

En este último caso, también existe la posibilidad de incluir como atributos algunos indicadores derivados del ARS, tales como el grado de entrada, grado de salida, intermediación, entre otros (e.g. Aguilar-Gallegos et al., 2016, que utilizan diferentes indicadores del ARS como atributos de los actores); este tema se tratará a más detalle en la sección 5.

En este sentido, la forma en la cual se capturen los atributos de los actores y después se genere un archivo que los contenga, es importante. De los formatos hasta ahora vistos (secciones 3.2 a la 3.4), la forma más fácil de formatear los datos de red es utilizando el formato de matriz (sección 3.2). Sin embargo, es importante aclarar desde acá que en este caso se generaría una matriz no cuadrada, es decir, la matriz tendría diferente número de filas y columnas.

Retomando el ejemplo de la Figura 12, de una red con 6 nodos y 11 vínculos dirigidos. En la Figura 25 se muestran cuatro atributos para los seis actores del ejemplo mencionado (ver Figura 12). Cada uno de los atributos hace referencia a un tipo de variable con las características descritas en el párrafo anterior, es decir, se incluye un atributo de cada tipo: binario, para el género; nominal, para la localidad; ordinal, para la superficie en rangos; continua, para la edad. Como es posible apreciar, las variables tipo binaria, nominal y ordinal deben ser codificadas; por ejemplo, no se especifica hombre o mujer, sino que es 1: hombre, y 2: mujer. Lo mismo para la localidad y superficie.

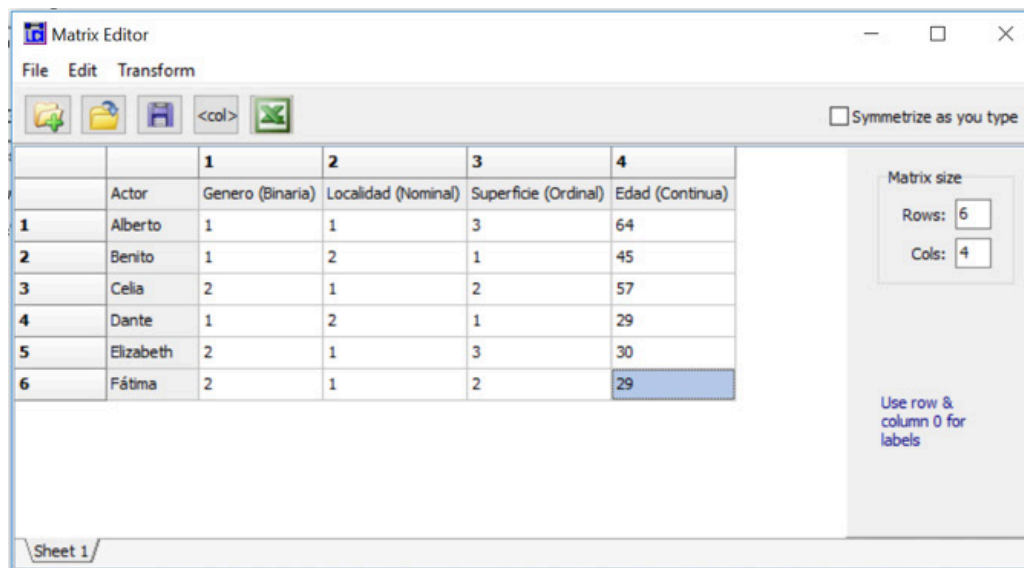


	A	B	C	D	E	F
	Actor	Genero (Binaria)	Localidad (Nominal)	Superficie (Ordinal)	Edad (Continua)	
1						
2	Alberto	1	1	3	64	
3	Benito	1	2	1	45	
4	Celia	2	1	2	57	
5	Dante	1	2	1	29	
6	Elizabeth	2	1	3	30	
7	Fátima	2	1	2	29	
8						

Figura 25. Ejemplo de cuatro atributos para seis actores, capturados en Excel.

Una vez que se tienen los atributos capturados en una hoja de Excel, éstos son copiados y pegados en el Editor de matrices de UCINET (tercer ícono de la barra de íconos). En la Figura 26 se muestra el resultado de dicho proceso. Tal y como se había señalado anteriormente, la matriz no tiene el mismo número de filas y columnas, en este caso son seis filas que representan a los actores o nodos

de la red, y son cuatro columnas que hacen referencia al número de atributos que contendrá el archivo. Guardando este archivo en formato de UCINET, para posteriormente agregarlo a la visualización de la red (ver Figura 12), se podría activar cualquiera de los cuatro atributos. En la Figura 27 se muestra cómo se visualizaría la red con el atributo del género, donde se puede apreciar el uso de dos colores: el azul para mujeres y el rojo para hombres.



Matrix Editor

File Edit Transform

☐ Symmetrize as you type

		1	2	3	4
	Actor	Genero (Binaria)	Localidad (Nominal)	Superficie (Ordinal)	Edad (Continua)
1	Alberto	1	1	3	64
2	Benito	1	2	1	45
3	Celia	2	1	2	57
4	Dante	1	2	1	29
5	Elizabeth	2	1	3	30
6	Fátima	2	1	2	29

Matrix size
Rows: 6
Cols: 4

Use row & column 0 for labels

Sheet 1

Figura 26. Ejemplo de cuatro atributos para seis actores en el Editor de matrices de UCINET.

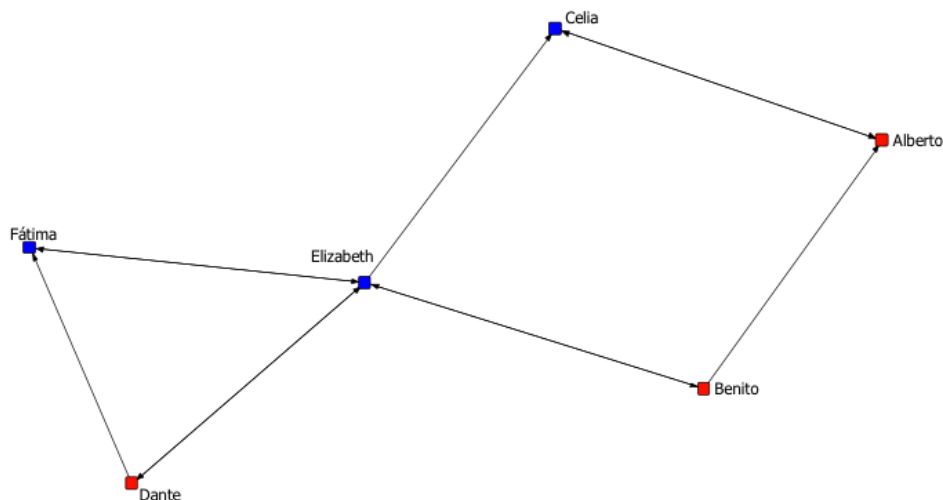


Figura 27. Gráfico de red de seis nodos, mostrados por el atributo género.

4. Visualización de redes

Una vez que se han creado los archivos respectivos de los datos de red, una de las primeras tareas que la mayoría de las personas quiere hacer con los datos, y de hecho, así es recomendable proceder, es construir una representación visual de la red (Borgatti et al., 2013). Con ello se tiene el primer golpe de vista y de análisis de la estructura de la red. Es importante destacar que este proceso es básicamente cualitativo y el entendimiento de la red se completará hasta que se tenga el respectivo análisis cuantitativo (que se abordará en la siguiente sección). Este procedimiento de análisis gráfico permite realizar representaciones de sistemas sociales en forma de red a través del uso de puntos (nodos o actores) y líneas (vínculos o enlaces), que en conjunto representan tanto a los actores (puntos) como las relaciones (líneas) entre ellos (Borgatti et al., 2013; Wasserman & Faust, 1994).

Junto con el archivo de red respectivo, es útil generar otro de atributos de los actores de la red (ver sección 3.6); de esta forma se estará en posibilidades de visualizar características de los puntos (nodos), usando para ello colores, formas y tamaños de los nodos. Lo cual, nuevamente, desde un punto de vista cualitativo, nos permitirá obtener más información de la red. Es importante recordar que los atributos de los vínculos (por ejemplo, niveles de intensidad de la relación entre los actores), son capturados en los archivos de la red y el formato recomendado para ello es el de lista de vínculos (ver sección 3.4); se debe recalcar que esta información no se captura en el archivo de los atributos de los actores.

También se debe mencionar que en este apartado se describirán los procedimientos básicos de la visualización de redes usando para ello el software NetDraw (Borgatti, 2002), que se instala junto con UCINET (Borgatti et al., 2002). Sin embargo, existen otros tipos de software que podrían ser de interés, entre ellos están Pajek (de Nooy, Mrvar, & Batagelj, 2005), Gephi (Bastian, Heymann, & Jacomy, 2009), NodeXL (Smith et al., 2009), entre otros (e.g., Visone y NetMiner).

Sin lugar a duda, elegir un buen diseño del gráfico de red es un aspecto importante de la visualización de la misma (DeJordy, Borgatti, Roussin, & Halgin, 2007); en el mismo sentido, elegir un algoritmo correcto (o incorrecto) podría llevar a interpretaciones más precisas (o erróneas) sobre la visualización obtenida

y, en algunos casos, a comunicar (visualmente) gráficos de red interesantes (o pobres) (Borgatti et al., 2013). El punto principal de cualquier algoritmo de diseño del grafo de redes es que debe ubicar los nodos de la red de tal forma que los gráficos sean estéticos y fácilmente interpretables (DeJordy et al., 2007). En general, los gráficos buscan cumplir con cinco principios para generar buenas visualizaciones (Davidson & Harel, 1996):

1. La distribución de los nodos. Deben quedar esparcidos uniformemente sobre el espacio disponible, buscando que la distancia entre ellos sea similar.
2. Las fronteras del gráfico. Se refiere a ocupar el espacio disponible para la red tanto como sea posible. De esta forma, se busca que los nodos no queden aglomerados en el centro, pero tampoco que se distribuyan en las fronteras o límites del gráfico.
3. La longitud del vínculo. Así como se busca que los nodos queden distribuidos uniformemente, también se desea que las líneas que unen a los nodos sean de longitud aproximadamente uniforme.
4. Cruce de líneas. Aunque este criterio es difícil de conseguir, lo que se busca es minimizar el cruce de los vínculos entre los actores, pero sin sacrificar una visualización adecuada de la red.
5. Distancia entre nodo y vínculo. Si se busca que las líneas no se crucen, entonces también es deseable mantener un margen de separación entre los nodos y las líneas más cercanas.

En este sentido, es importante hacer notar que la información del diseño del gráfico de red representará los patrones en los cuales los nodos están conectados unos con otros, por lo cual cualquier arreglo de los nodos en el espacio es válido y, por tanto, la ubicación de los mismos corresponderá a un diseño más estético y fácil de visualizar (Borgatti et al., 2013). De hecho, cada vez que se abra o cargue el mismo archivo de red en NetDraw se producirá una nueva visualización y, entonces, cada una de ellas será igual de válida como la otra. Nuevamente, se destaca el hecho de que su lectura o análisis será meramente cualitativo, hasta este nivel. Es importante remarcar que en este punto estamos haciendo referencia a la visualización siguiendo algoritmos gráficos, pero existen otros basados en atributos; por ejemplo, coordenadas (ver Borgatti et al., 2013), y la visualización con escalamiento multidimensional (ver DeJordy et al., 2007) que no necesariamente cumplen con los cinco criterios mostrados. El uso de estos últimos diseños de visualización dependerá del objetivo de la investigación.

4.1. Uso de NetDraw para la visualización de redes

Para visualizar un archivo de red creado, ya sea usando el formato de matriz o lista de nodos, o lista de vínculos, en cualquiera de los casos se deberá abrir el software NetDraw (Borgatti, 2002), procedimiento que se puede realizar desde UCINET (Borgatti et al., 2002), ya sea haciendo clic en el noveno ícono, último de la barra de íconos (“Visualize network with NetDraw”) (Figura 28) o utilizando el menú *Visualize>NetDraw*. Siguiendo cualquiera de los dos métodos, se abrirá una ventana como la mostrada en la Figura 29.

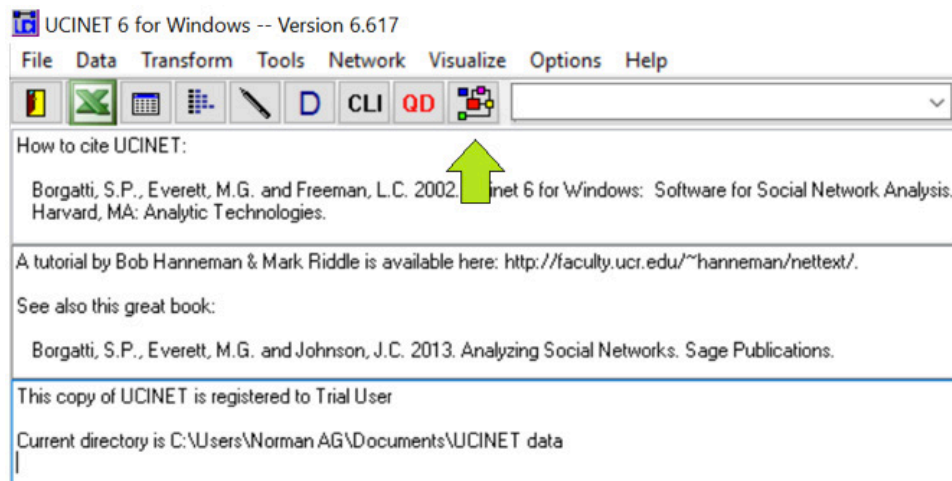


Figura 28. Ícono para abrir NetDraw desde UCINET.

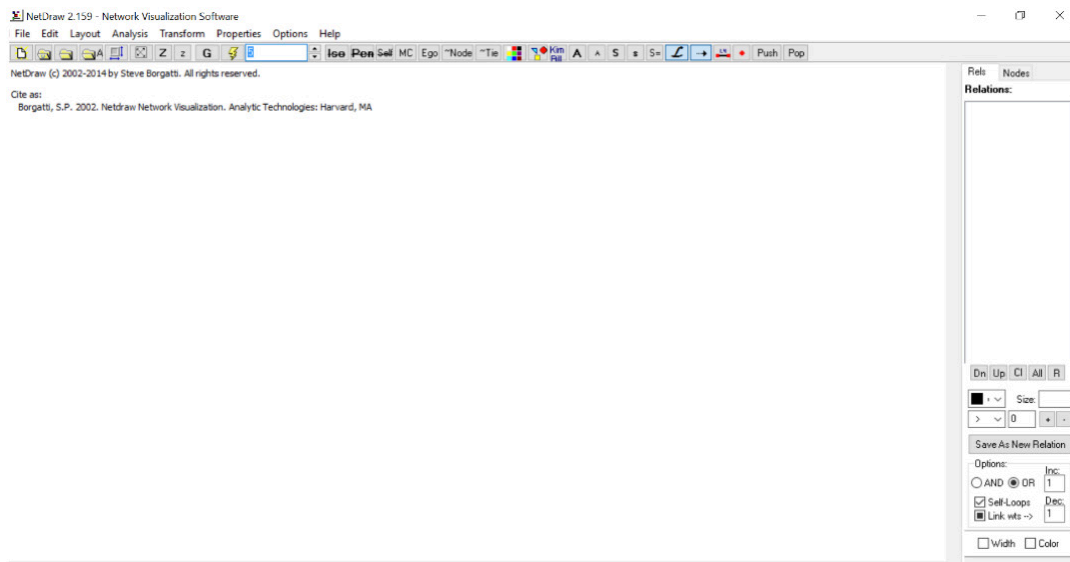


Figura 29. Ventana principal de NetDraw.

Una vez cargado NetDraw, ya es posible abrir el archivo que contiene los datos de red. Para ello se presiona el tercer ícono de la barra de íconos que hace referencia a una “Carpeta abierta” (*Open UCINET network dataset*). Se recomienda usar este ícono en lugar del segundo porque éste último sólo permite abrir archivos con extensión *.##h*, que como ya se mencionó, es la extensión manejada por UCINET. Al presionar el ícono recomendado, existen más posibilidades para abrir diversos tipos de archivos, entre ellos el formato de texto DL (*Data Language*) que se ha venido trabajando. También se pueden utilizar los diferentes submenús del menú *File*, pero sin duda resulta más sencillo utilizar los íconos disponibles. Por lo anterior, de aquí en adelante sólo se especificará el uso de los menús cuando sea necesario, de lo contrario, sólo se intentará hacer todo con el uso de íconos.

Una vez que se presiona el ícono, se abrirá una ventana similar a la de la Figura 30, en la cual primero se deberá seleccionar el archivo (*Name of file to open:*), dependiendo de su ubicación en el directorio elegido por el usuario; después, se debe configurar el formato del archivo (*File format:*); en seguida, se selecciona el tipo de datos (*Type of Data:*); después, se configurarán algunas opciones (*Options*); también, existe una opción configurable para redes con vínculos ponderados (*Ties have values...*); por último, sólo se deberá presionar el botón “OK”.

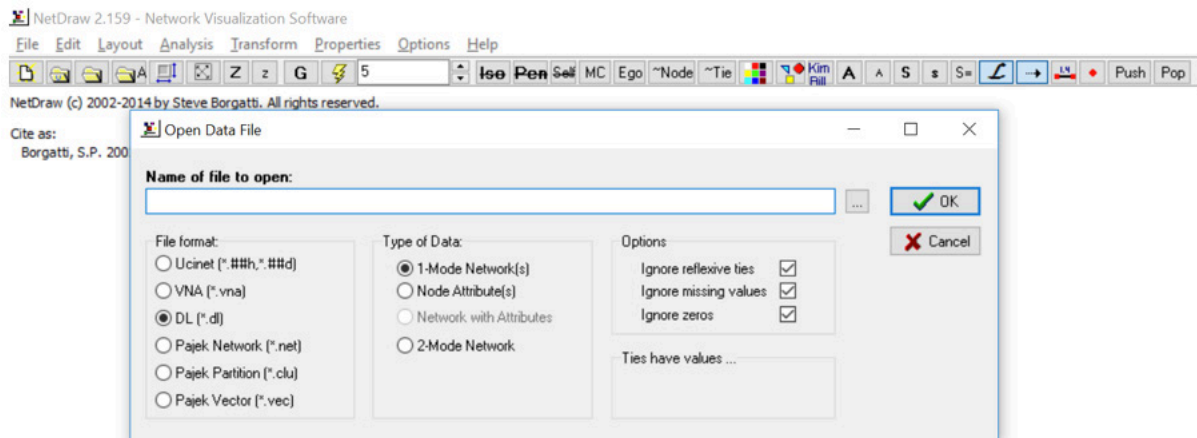


Figura 30. Ventana de NetDraw para abrir el archivo de red.

Como ejemplo, tomemos el archivo de texto creado en la Figura 11, sobre una red de seis nodos, nueve vínculos dirigidos y con formato *Nodelist1*. A continuación, se explica la ventana de apertura de archivos en NetDraw (Figura 31):

- En la parte de “**Name of file to open:**” se especifica la ubicación y el nombre del archivo que se abrirá; esto se realiza usando el botón que contiene

tres puntos (...). Al dar clic, se abre una ventana que permite visualizar las carpetas y archivos. En este sentido, se deberá seleccionar el archivo deseado, según la carpeta en donde esté guardado.

- En la sección de **“File format:”** se tienen varias posibilidades para seleccionar, pero en nuestro caso sólo usaremos alguno de los siguientes. El primero es el **“Ucinet (*.###, *.##d)”**, este formato se seleccionará cuando nuestros datos de red hayan sido guardados en formato de UCINET, por ejemplo, cuando usamos el formato de matriz (ver sección 3.2). El segundo es el **“DL (*.dl)”**, este formato se seleccionará cuando se vayan abrir datos de red guardados en un archivo de texto con formato DL. Este último caso, precisamente, es el que seleccionamos en nuestro ejemplo (Figura 31).
- En la sección **“Type of Data:”** existen cuatro opciones. La primera opción marcada como **“1-Mode Network(s)”** es la que siempre seleccionaremos puesto que estamos hablando de redes modo-uno. La segunda opción (*Node Attribute(s)*) se utilizará cuando se carguen atributos a la red. Las otras opciones son utilizadas para redes de atributos (*Network with Attributes*) que están en un mismo archivo, y para abrir redes modo-dos (*2-mode Network*). Es por ello que en nuestro caso se selecciona la primera opción (Figura 31).
- En la sección **“Options”**, por default se encuentran activadas las tres opciones, y es recomendable dejarlas con esa configuración. Estas hacen referencia a: i. Ignorar los vínculos que salen y entran del mismo nodo (*Ignore reflexive ties*), es decir, no toma en cuenta los “auto-vínculos”. Entonces esta opción evita visualizar un vínculo del tipo Dante → Dante o, Benito → Benito; ii. La segunda opción es para ignorar valores perdidos para que no se muestren en la red (*Ignore missing values*), y iii. La última opción (*Ignore zeros*) es para no tomar en cuenta los “0” como valores de los vínculos entre actores. En nuestro ejemplo (Figura 31), se dejaron las tres casillas activadas.
- Por último, en la sección de **“Ties have values...”**, se configuran los límites inferiores y superiores de los vínculos que se desea que se visualicen, por lo tanto, es útil en redes con vínculos ponderados como el que se mostró en la Figura 21. Sin embargo, se debe mencionar que esta opción se activa cuando se abren archivos en formato de UCINET, lamentablemente no se activa cuando se intentan abrir en otro tipo de formatos, como lo es el DL. Tal es el caso del ejemplo que se viene trabajando (Figura 31).
- Al final, con todos los elementos configurados, sólo se presiona el botón **“OK”**, y se mostrará un gráfico de red como el de la Figura 32.

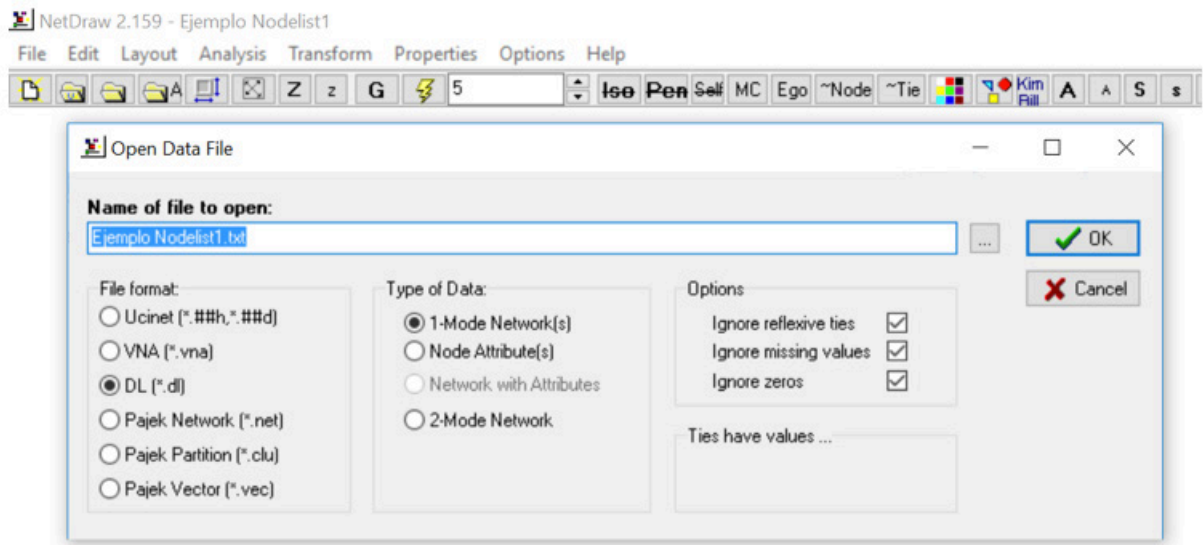


Figura 31. Apertura de archivo de texto DL con formato Nodelist1 con NetDraw.

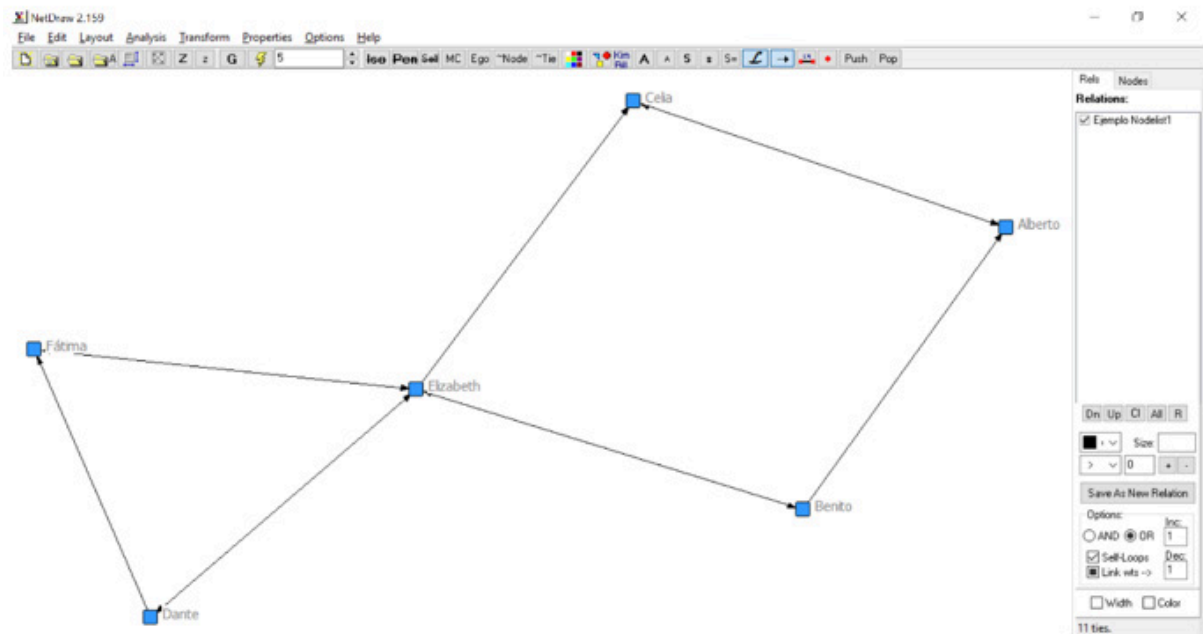


Figura 32. Gráfico de red obtenido y visualizado con NetDraw.

Con el gráfico mostrado en la Figura 32 se pueden apreciar fácilmente las características mencionadas al inicio de este apartado, y que debe cumplir un buen gráfico de red; en ocasiones no se pueden cubrir todas las características, pero NetDraw intentará siempre optimizar los algoritmos de visualización para mostrar gráficos adecuados.

Al obtener un gráfico de red en NetDraw, regularmente el usuario se empieza a cuestionar sobre otras funcionalidades proveídas por el software que pudieran ser de utilidad. En este sentido, del lado derecho de la pantalla (ver Figura 32), se tiene una ventana con dos pestañas, la primera hace referencia a las relaciones de la red (pestaña **“Rels”**), la segunda es para trabajar con los nodos de la red (pestaña **“Nodes”**). Al dar clic en cada una de ellas se puede visualizar cómo el contenido de cada pestaña cambia. En este momento no abundaremos en sus funciones porque se describen en los siguientes apartados. Sin embargo, otros elementos de gran utilidad tanto del manejo de los archivos como del gráfico de red obtenido, así también formatos de visualización y hasta uso de atributos en los nodos y en los vínculos, se pueden encontrar en la barra de íconos. Éstos se describen a continuación de forma rápida y sencilla; el usuario podrá fácilmente ir asociando su uso con lo que pasa en la red. Es así como los íconos se pueden utilizar para:

- Los cuatro primeros íconos sirven para iniciar con una nueva ventana en blanco (primer ícono), y para abrir archivos de red (segundo y tercer ícono), así como de atributos (cuarto ícono).
- Los siguientes cuatro íconos sirven para redimensionar el tamaño del gráfico para que ocupe toda el área (quinto ícono), abrir un panel de visualización que permite rotar, mover y hacer *zoom* en el gráfico (sexto ícono); los otros dos íconos sirven para acercar y alejar (*zoom +* y *zoom -*, respectivamente) el gráfico (séptimo y octavo ícono).
- Los siguientes dos íconos, así como el espacio que incluye una escala numérica, sirven para el diseño del gráfico de red. Es decir, a través de estos dos íconos se pueden aplicar diferentes algoritmos de visualización de la red. El segundo de ellos, el que está representado por un ícono con un rayo (décimo ícono), es el más usado para visualizar redes modo-uno. Ahora bien, el número que se especifica a su lado derecho hace referencia a la distancia entre los componentes que forman la red, mientras menor sea el número, menor será la separación entre los componentes de una red, llegando incluso a que los componentes no queden separados y, al contrario, los nodos queden superpuestos. Entre mayor sea el número, más distancia habrá entre los componentes de la red. Por supuesto, también esto afectará a los nodos que formen parte de los componentes de la red, haciéndolos más dispersos para el primer

caso, y más compactos para el segundo caso. En la Figura 33 se presentan cuatro visualizaciones de la misma red utilizando diferentes valores de la distancia entre componentes; es fácilmente observable cómo los nodos están más dispersos y los componentes se traslapan con un valor de 1 (Figura 33a), y mientras más se va aumentando éste valor, los nodos se van compactando y los componentes se separan (Figura 33b-d). El valor asignado por default es 5, esto permite obtener visualizaciones adecuadas. Cuando el usuario no obtenga una representación del gráfico de red adecuada, es recomendable que presione nuevamente el botón con el rayo para cambiar la visualización y, si es necesario, hacerlo varias veces. Como se mencionó anteriormente, cualquiera de los gráficos representará lo mismo, aunque visualmente se perciba diferente; siempre será útil proveer un gráfico estético y bien diseñado. También es importante mencionar que la configuración del valor de la distancia se puede hacer desde el menú *Layout>Graph theoretic layout*, al dar clic en esa opción se abrirá una ventana titulada como “*Spring Embedding*”, ahí sólo se recomienda cambiar el valor respectivo a la casilla “*Distance between*

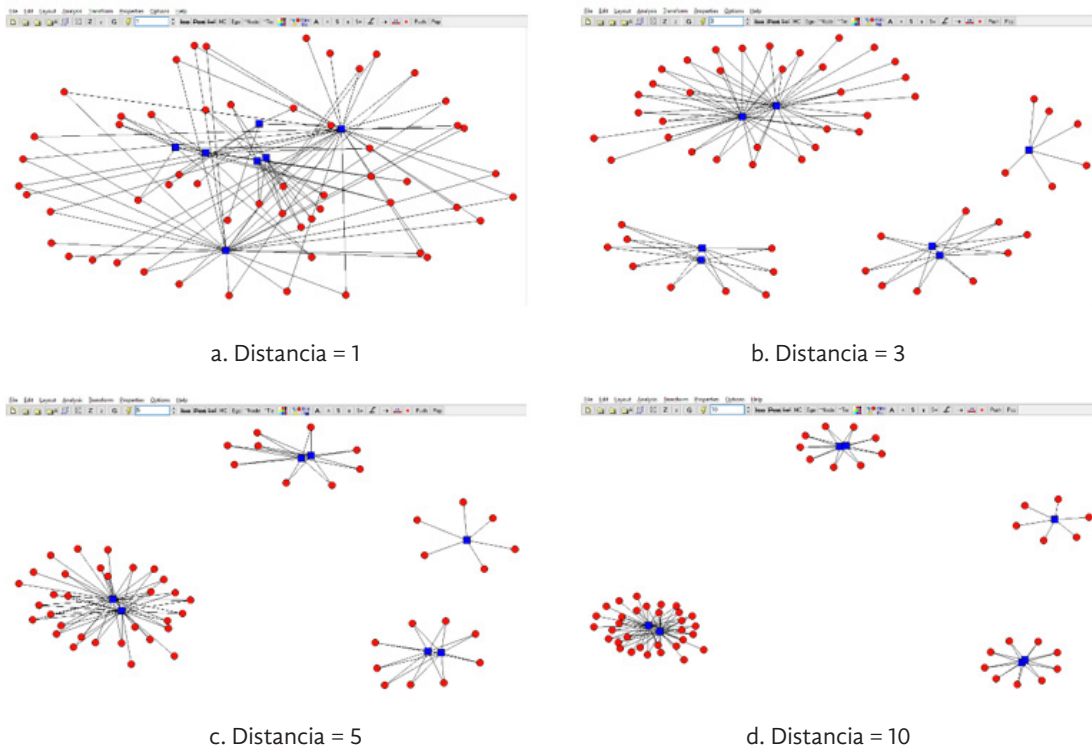


Figura 33. Visualizaciones en NetDraw utilizando diferentes valores de distancia entre los componentes.

components:". De forma práctica se ha visto que los gráficos obtenidos respetan más esa configuración, que haciéndolo de manera directa en el espacio que está junto al ícono con el rayo en la barra de íconos.

- Los siguientes siete íconos, desde el marcado como **"Iso"** hasta el marcado como **"~Tie"**, sirven por ejemplo para borrar nodos aislados (ícono 1 de los 7, Figura 34), el siguiente ícono borra los nodos que sólo tienen indicador de grado = 1, es decir, son los nodos que penden de la red. El ícono marcado como **"MC"**, sólo visualiza el componente principal de la red (Figura 35). El ícono **"Ego"**, abre una nueva ventana que permite configurar la visualización de los *"alters"* de los *"egos"* seleccionados. Los últimos íconos ayudan a activar y desactivar tanto nodos como vínculos, respectivamente.

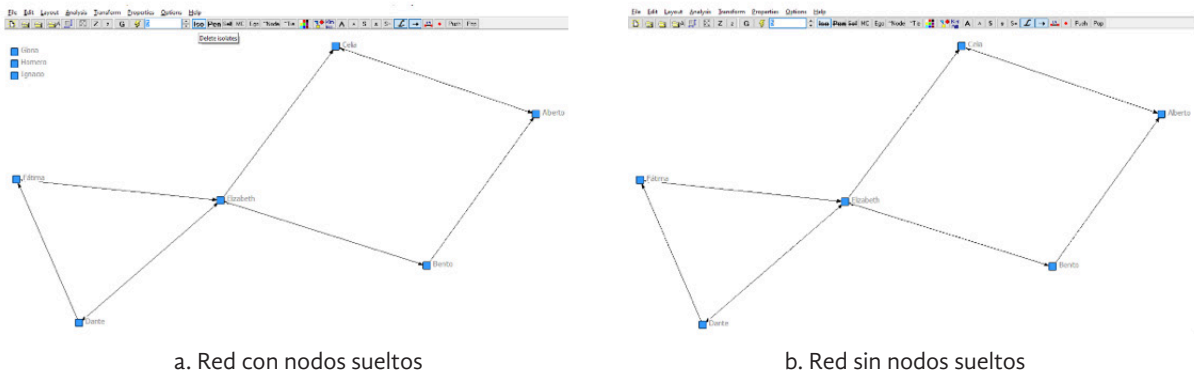


Figura 34. Uso del ícono para eliminar los nodos sueltos de una red.

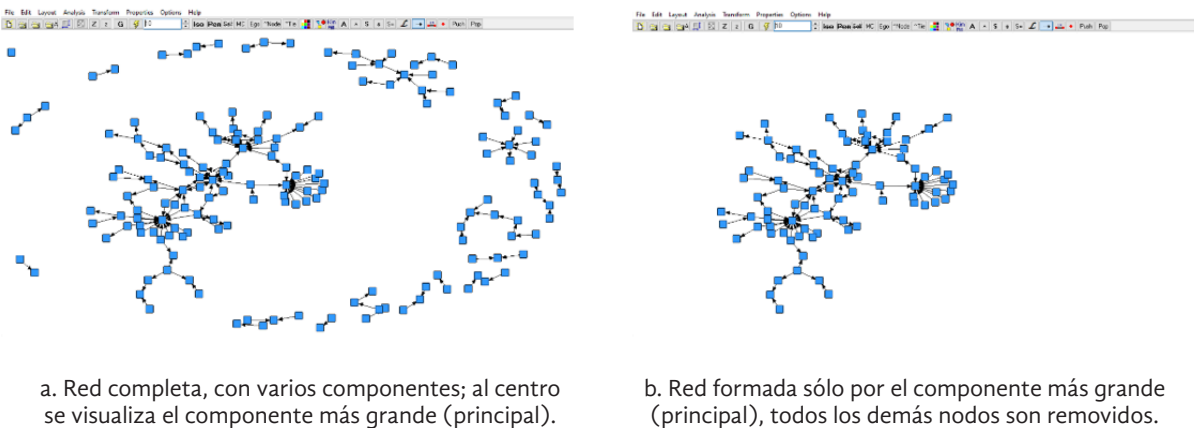
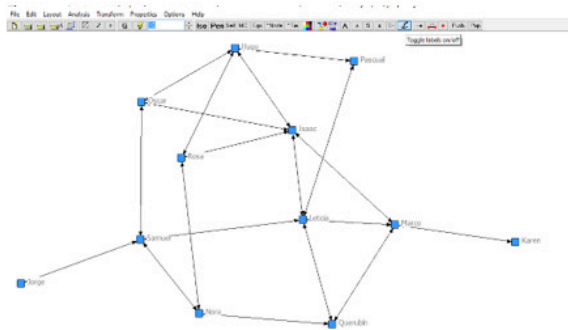


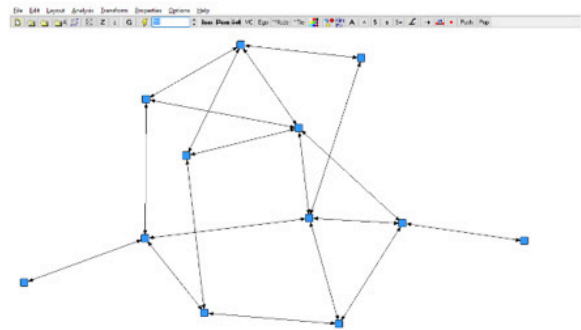
Figura 35. Uso del ícono "MC" para seleccionar el componente principal de la red.

Fuente: Aguilar-Gallegos et al. (2016).

- Los siguientes tres íconos sirven para formatear los nodos vía el uso de atributos. El primero es para asignar colores; el segundo para asignar figuras, y el último cambia el título de la etiqueta del nodo dependiendo el atributo que contenga el nodo. Este manejo de atributos se explica en la sección 4.2.
- Los siguientes cinco íconos sirven para aumentar y reducir el tamaño de la etiqueta del nodo (íconos 1 y 2 de los 5). Para aumentar y reducir el tamaño del nodo, (íconos 3 y 4 de los 5). El último ícono sirve para asignar un tamaño general a todos los nodos; el tamaño por default es 8.
- Los siguientes tres íconos sirven para activar y desactivar las etiquetas de los nodos (ícono 1, Figura 36); mostrar o quitar las flechas de los vínculos entre los actores (ícono 2, Figura 37), y el último ícono, para mostrar o quitar el valor asignado al vínculo, puede ser útil para redes ponderadas.

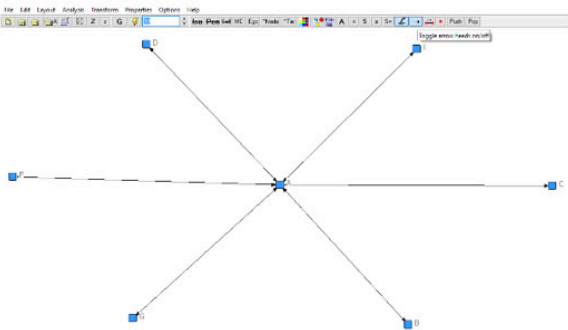


a. Con etiquetas.

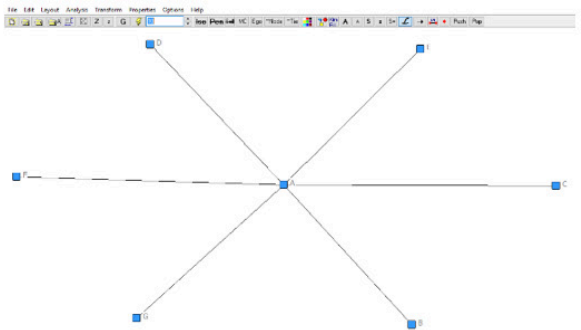


b. Sin etiquetas.

Figura 36. Red con etiquetas y sin etiquetas en los nodos, uso del ícono “Toggle labels on/off”.



a. Con flechas en los vínculos.



b. Sin flechas en los vínculos.

Figura 37. Red con y sin flechas en los vínculos, uso del ícono “Toggle arrow heads on/off”.

- El siguiente ícono, marcado por un **“punto rojo”**, activa un modo de edición de la red, pero sólo para agregar nuevos nodos a la red, es decir, con este botón se pueden agregar nodos que anteriormente no estaban en la red. Estos nodos se etiquetan por un número consecutivo, el cual va a depender del tamaño de la red original.
- Los últimos íconos son **“Push”** y **“Pop”**. El primero, **“Push”**, sirve para establecer y recordar el conjunto de nodos activos relacionados a la vista actual; sin embargo, no se debe confundir o pensar que va a recordar la visualización actual del gráfico. Por tanto, si el usuario está trabajando en una red y desea visualizar únicamente el componente principal, sólo por motivos visuales de la red, antes de hacerlo, deberá oprimir el ícono **“Push”**, para que el programa recuerde el conjunto de nodos activos, luego podrá visualizar el componente principal, y para regresar a la vista del conjunto de nodos original; posteriormente, con el segundo ícono, **“Pop”**, se reestablece dicho conjunto de nodos.

4.2. Uso de atributos de los nodos en la visualización de la red

Una vez que se ha obtenido el gráfico de red, es muy común que se quiera insertar más información a los nodos, para ello, como se ha mencionado, se utilizan atributos (ver sección 2.2 y 3.6). En NetDraw básicamente se pueden utilizar tres características diferentes de los nodos para insertar tal información. Esto se realiza a través del uso de colores y formas, además de diferentes tamaños del nodo.

Por ejemplo, en una red de intercambio de información y conocimiento, Aguilar-Gallegos et al. (2017) utilizaron tanto colores y formas para clasificar a los actores en la red por los diferentes roles que juegan dentro de ella; en este caso, el uso de un atributo codificado como una variable nominal resultó muy útil. Otro ejemplo del uso de variables ordinales usadas como atributos es proveído por Hermans et al. (2017), donde mapean tres tipos de redes: de colaboración, de conocimiento y de influencia. Para su representación gráfica utilizan colores para el tipo de rol de los actores y usan figuras para representar el nivel administrativo o político (a nivel de distrito, provincia, nacional, supranacional y no conocido) en el cual desempeña su rol dicho actor.

Por último, y como ya se había señalado, también se pueden usar escalas cuantitativas continuas como atributos; en este sentido, este tipo de variables es común que se usen y sean representadas a través del tamaño del nodo; por ejemplo, Aguilar-Gallegos et al. (2016) usaron un índice de adopción de

innovaciones (INAI) y lo insertaron en una red de intercambio de información y conocimiento para la innovación; de esta forma, a mayor tamaño del nodo, mayor nivel de innovación, y viceversa. Por supuesto, también se pueden insertar como atributos, indicadores derivados del ARS; algunos autores han utilizado el grado (medida de centralidad) como atributo (Aguilar-Gallegos et al., 2017; Spielman, Davis, Negash, & Ayele, 2011), también se ha utilizado la radialidad y la integración (Aguilar-Gallegos et al., 2016), en estos casos al ser una variable cuantitativa continua, el atributo se representa a través del tamaño del nodo. Se pueden combinar tanto colores, como figuras y tamaños de los nodos para representar diferentes tipos de atributos de forma simultánea en un mismo gráfico de red. Sin embargo, algunos autores recomiendan, basados en su experiencia, no usar más de tres atributos al mismo tiempo, pues podría resultar más distractor que informativo (Borgatti et al., 2013).

4.2.1. *Añadir archivo de atributos a una red*

A continuación se explica cómo añadir atributos a una red. Para ello se utilizará el ejemplo de seis nodos que se ha venido trabajando (con once vínculos) y que se visualizó en la Figura 12. De la misma forma, se utilizará el archivo generado en la Figura 26, que incluyó cuatro atributos (género, localidad, superficie y edad). Se explicará el uso de colores para el género; se utilizarán formas para representar la superficie y; para la edad, se hará uso del tamaño del nodo. Para lograr ejemplificar cada caso, se deberá primero abrir el archivo de atributos de la red; se parte del hecho de que la red ya ha sido abierta en NetDraw y se visualiza algo muy parecido a la Figura 12.

El procedimiento es muy similar al utilizado para abrir un archivo de red (con el tercer ícono en NetDraw) y que representa una carpeta abierta. De esta forma, para abrir un archivo que contiene atributos de los actores que conforman la red (ver Figura 26), se utilizará el cuarto ícono, que hace referencia a una carpeta abierta, pero con una letra A (*Open UCINET attributes dataset*). Al dar clic en ese ícono, se abrirá una ventana muy similar a cuando se abre el archivo de la red (ver Figura 30). Sin embargo, resalta inmediatamente que en las opciones de **"Type of Data:"** se tiene seleccionada la opción **"Node attribute(s)"** (Figura 38), las otras opciones no deben de ser configuradas y sólo se tiene que proceder a buscar y seleccionar el archivo que contiene los atributos de los actores de la red; esto se realiza en la opción **"Name of file to open:"**. Después de seleccionar el archivo, se presiona el botón **"OK"**, y con ello el archivo de atributos se habrá cargado.

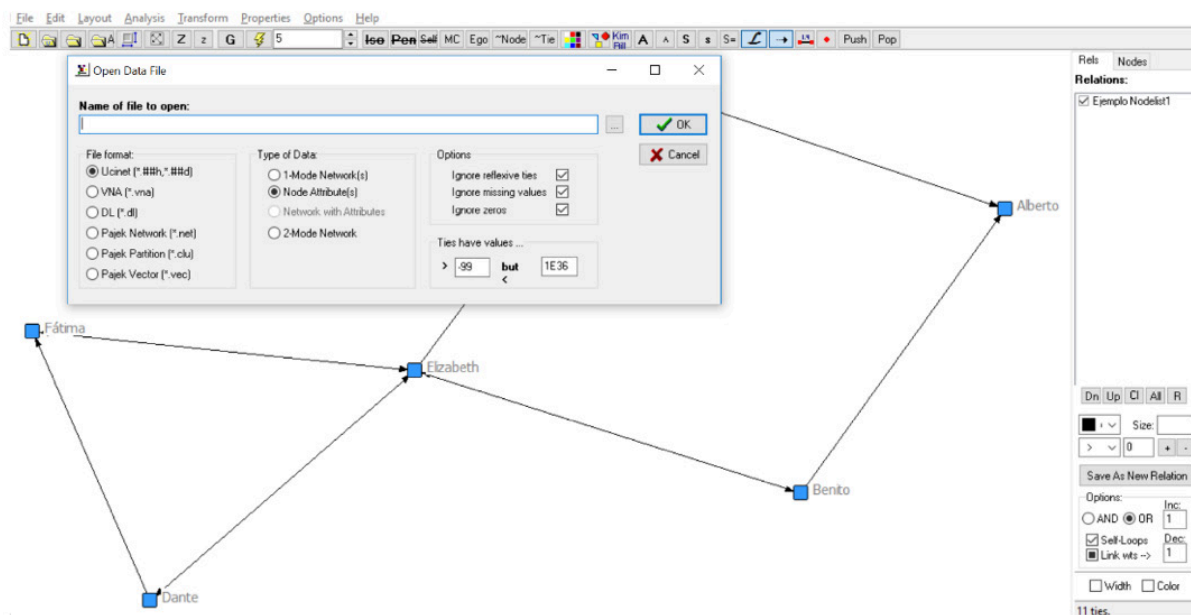
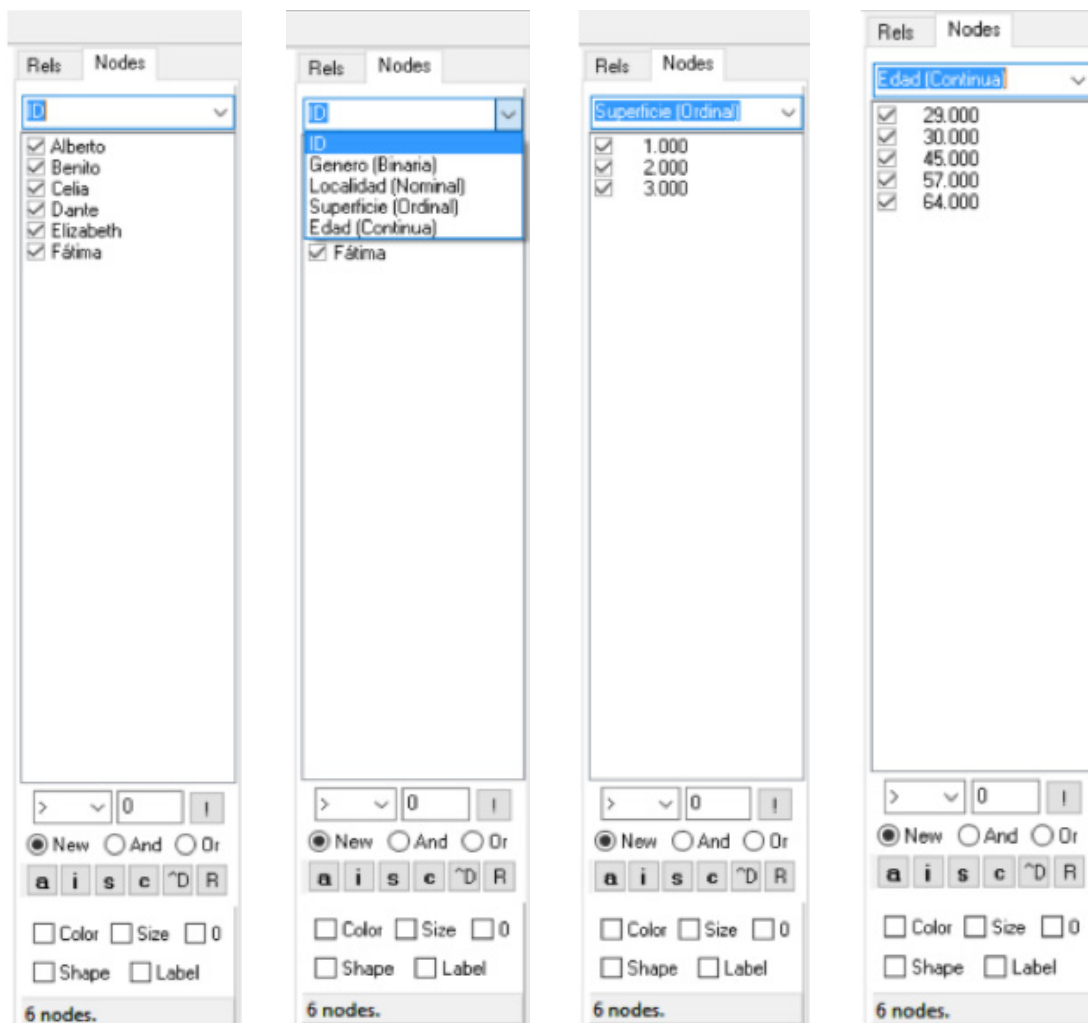


Figura 38. Apertura del archivo de atributos en NetDraw.

Cuando el procedimiento se hace de forma correcta pareciera que nada ocurrió, pues la pantalla sólo parpadea, sin embargo, en algunas ocasiones, aparece una ventana indicando que los atributos se asociaron a los nodos. En cualquiera de los casos es posible confirmar que el procedimiento se realizó bien yendo a la pestaña **“Nodes”**, ubicada del lado derecho de NetDraw. Al dar clic, se mostrará el listado de los nodos que conforman la red en orden alfabético (Figura 39a); inmediatamente arriba del listado, existe un botón con una lista desplegable que contiene los atributos cargados (Figura 39b), en automático aparece **“ID”** pues son las etiquetas de los nodos. Por tanto, si aparece el listado de atributos, indica que el archivo fue cargado de forma satisfactoria.

En la lista desplegable, al seleccionar cualquiera de los atributos (en nuestro ejemplo fueron edad, localidad, superficie y edad), la lista de nodos ahora cambia por la lista de categorías contenidas en el atributo, por ejemplo, si selecciona **“Superficie (Ordinal)”** se mostrarán los números 1, 2 y 3 (Figura 39c), que precisamente hacen referencia a cada una de las localidades de los actores. Cuando se selecciona un atributo que es una variable cuantitativa continua (e. g., la edad, el INAI, la centralidad de grado, etc.) las categorías son todos los valores encontrados en la variable, por tanto, pueden ser varios (Figura 39d).



a. Listado de nodos que conforman la red.

b. Lista desplegable de atributos.

c. Categorías del atributo seleccionado.

d. Atributo - variable continua.

Figura 39. Pestaña “Nodes” en NetDraw.

4.2.2. Atributos a través de colores

Para cambiar el color de los nodos, según un atributo deseado, y una vez que se tiene abierta la red y cargado el archivo de atributos respectivo, se tiene que utilizar el ícono que hace referencia a una paleta de colores **“Choose node colors according to attribute values”** (Figura 40) (ícono número 18 de la barra de íconos, enseguida del ícono marcado como “~Tie”).

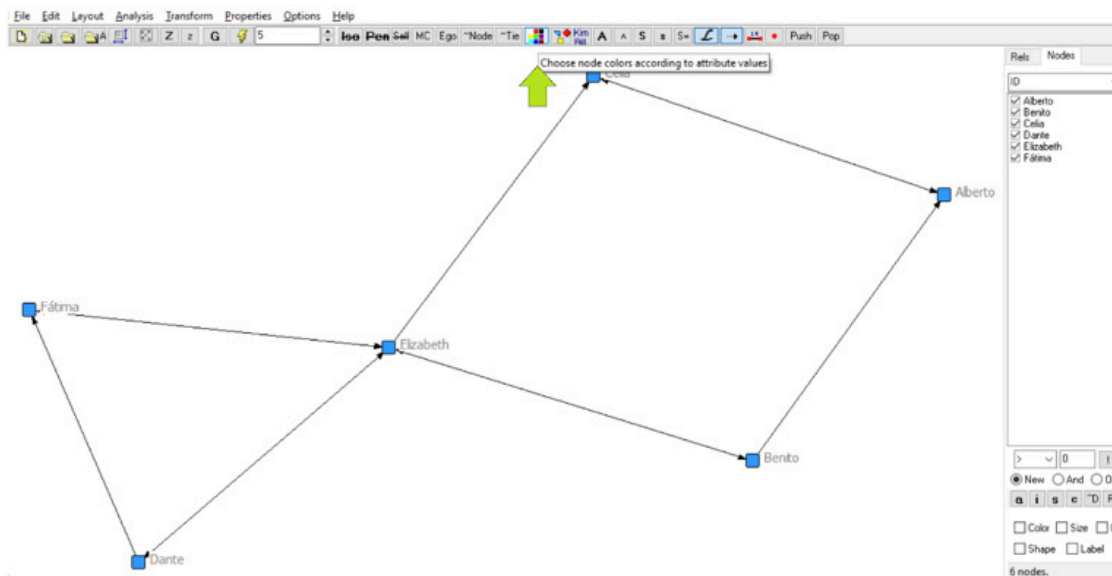
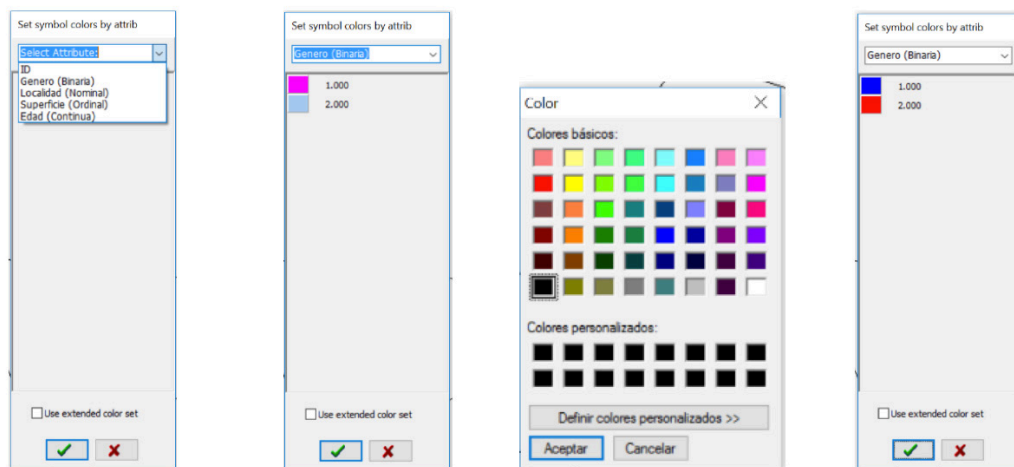


Figura 40. Ícono para cambiar el color de los nodos según atributos.

Al presionar ese ícono se abre una nueva ventana (Figura 41a), que justamente sirve para ajustar el color del nodo según un atributo deseado **“Set symbol color by attrib”**. Al desplegar la lista de atributos se selecciona al que se desea cambiar el color de los nodos (Figura 41a); en nuestro caso, seleccionamos **“Género (Binario)”**. Cuando se selecciona el atributo, se observa como aparece un listado con las diferentes características codificadas, en nuestro caso se utilizó 1 = hombre, 2 = mujer (Figura 41b). También se puede apreciar fácilmente como el programa asigna los colores de manera automática, sin embargo, éstos se pueden cambiar. Para ello se debe hacer doble clic sobre el color que se desea cambiar y con ello se abrirá una paleta de colores (Figura 41c), simplemente se selecciona el nuevo color y se presiona el botón de **“Aceptar”**. En nuestro caso, cambiamos el color rosa del atributo 1 = hombre a un color azul; de la misma forma, el color gris del atributo 2 = mujer, ahora por un color rojo (Figura 41d). Al final del proceso, sólo se tiene que hacer clic en el botón con el símbolo ✓ **“palomita”**.

La Figura 42 muestra los cambios hechos en el gráfico (ver Figura 40 antes de la aplicación del atributo), en donde ahora los actores que son mujeres tienen un color rojo y los que son hombres ahora son azules. Visualmente en esta red es fácil observar quiénes son hombres y quiénes mujeres por las etiquetas de los nodos, pero imagine una red más grande y con una densidad de vínculos considerable, en donde a veces hasta es útil quitar las etiquetas de los nodos para una mejor visualización; en este tipo de casos, el uso de colores hace más elocuente la lectura de la red.



a. Ventana para ajuste del atributo

b. Atributo seleccionado.

c. Paleta de colores.

d. Colores cambiados

Figura 41. Ajuste del color de los nodos de una red según un atributo.

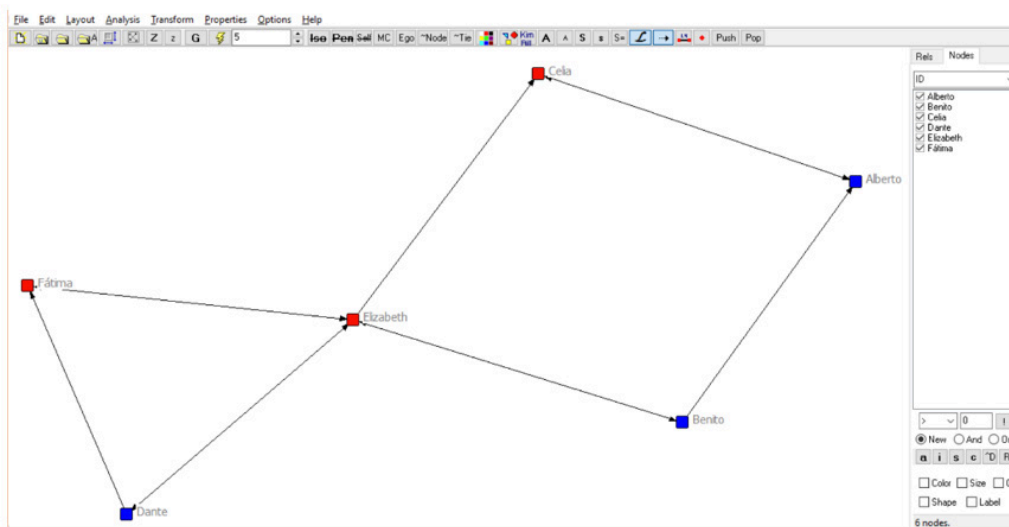


Figura 42. Red con ajuste de color en los nodos, según el género de cada uno de los actores. Azul: hombres, Rojo: mujeres.

4.2.3. Atributos a través de formas

El uso de colores para destacar una característica de los nodos de la red se puede hacer más elocuente con el uso de figuras, ya sea para añadir otro atributo a la red o para resaltar aún más el mismo atributo. En nuestro caso, utilizaremos otro atributo. De esta manera, para cambiar la forma de la figura de los nodos,

ahora se utilizará el ícono que hace referencia a un conjunto de diferentes figuras **“Choose node shapes according to attribute values”** (Figura 43) (ícono número 19 de la barra de íconos, enseguida del ícono utilizado para cambiar los colores de los nodos).

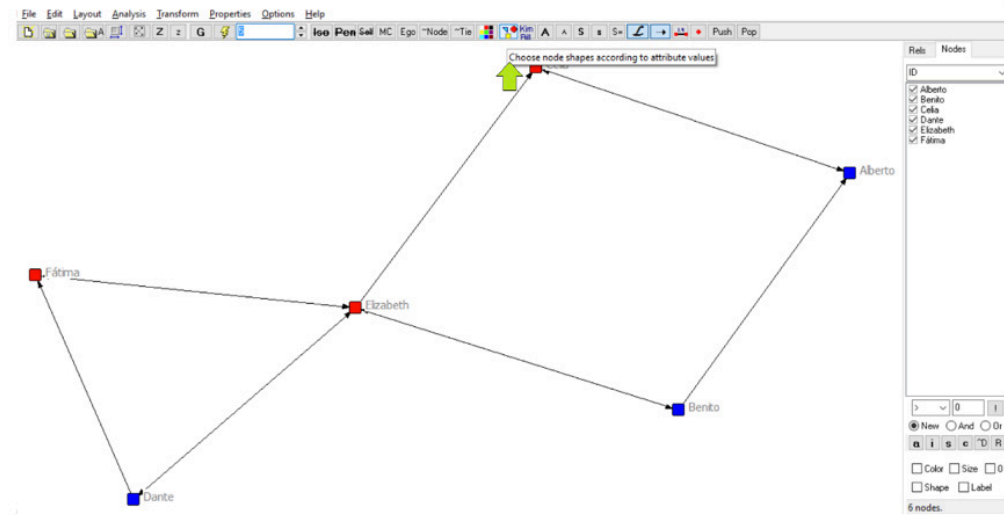


Figura 43. Ícono para cambiar la forma de las figuras de los nodos según atributos.

Al presionar el ícono comentado, al igual que en el procedimiento de cambio de colores de los nodos, se abre una nueva ventana para ajustar el atributo, pero ahora cambiando la forma de la figura de los nodos (Figura 44a) **“Shapes of nodes”**. Al desplegar la lista de atributos disponibles en el archivo cargado, se selecciona uno con el cual se desea cambiar las figuras de los nodos (Figura 44a); en nuestro caso, seleccionamos **“Superficie (Ordinal)”**. Cuando se selecciona el atributo, se observa como aparece un listado con las diferentes características codificadas, en nuestro ejemplo se utilizó 1: Menos de tres hectáreas, 2: Entre 3 y 10 hectáreas, 3: Más de 10 hectáreas (Figura 44b). Es importante recalcar que la superficie se codificó como una variable ordinal, y es por eso que se muestra de esa forma. En este caso el programa también asigna figuras en automático (1: Círculo, 2: Cuadrado, 3: Triángulo hacia arriba), sin embargo, éstos se pueden cambiar, aunque las opciones son más limitadas en comparación con los colores (ver Figura 41c). Para cambiar la figura, en este caso se debe desplegar la lista disponible, y sólo seleccionar la nueva forma deseada en los casos que sea necesario (Figura 44c). En nuestro ejemplo, cambiamos la figura del atributo 1 que corresponde a círculo, por la figura diamante (rombo) (Figura 44d). Al finalizar los cambios (si es que son necesarios), sólo se tiene que hacer clic en el botón con el símbolo ✓ **“palomita”**.

La Figura 45 muestra los cambios hechos en el gráfico (ver Figura 43 antes de la aplicación del atributo), para seguir con el ejemplo se conservó el color de los nodos, pero ahora también se incluyen formas, donde los actores que se representan por diamantes tienen menos de tres hectáreas; los cuadrados tienen entre 3 y 10 hectáreas y; los triángulos hacia arriba poseen más de 10 hectáreas. Tal y como se ha señalado, la combinación de colores y figuras para representar atributos de los nodos puede hacer a una red visualmente más atractiva y ésta puede proveer más información. Sin embargo, siempre se debe tener cuidado con la mezcla de ellos.

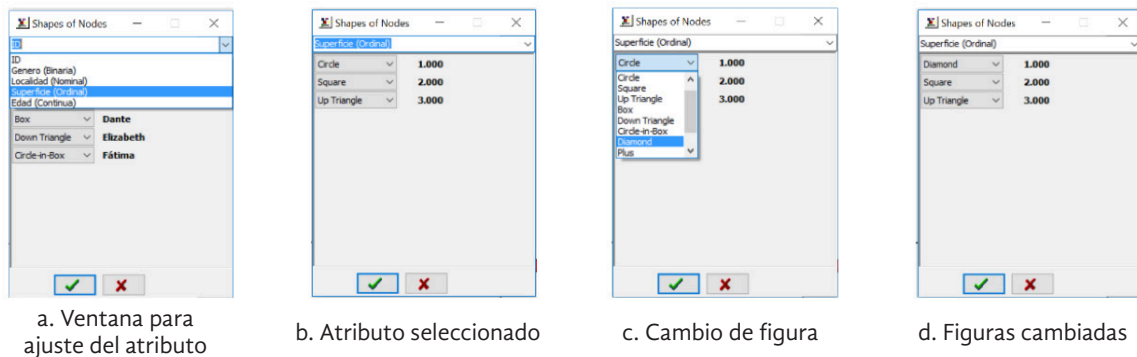


Figura 44. Ajuste de las figuras de los nodos de una red según un atributo.

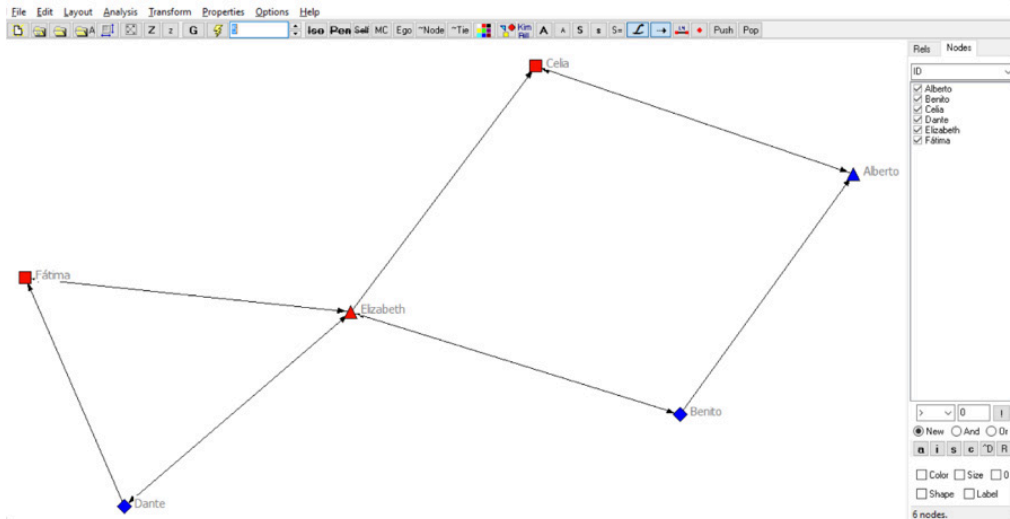


Figura 45. Red con ajuste de figuras en los nodos, según superficie (variable ordinal) que cada uno posee. Diamantes: Menos de tres hectáreas, Cuadrados: Entre 3 y 10 hectáreas, Triángulos hacia arriba: Más de 10 hectáreas.

4.2.4. Atributos a través de tamaño

La aplicación de tamaños a los nodos, asociada a un atributo, viene a complementar la asociación de colores y figuras; esto sin duda contribuye a la interpretación cualitativa de la red y, por supuesto, hace más atractiva la representación gráfica. Para ejemplificar el uso del tamaño del nodo, utilizaremos el atributo de la edad, en este caso es una variable cuantitativa continua, pero también se puede hacer con otro tipo de variables, incluso con indicadores del ARS. En este caso, no existe un ícono específico para ello y, por tanto, se utilizará la siguiente ruta en el menú: **Properties>Nodes>Symbols>Size>Attribute-based** (Figura 46). Precisamente, lo que se realizará será cambiar las propiedades de los nodos a través del tamaño de las figuras y con base en un atributo.

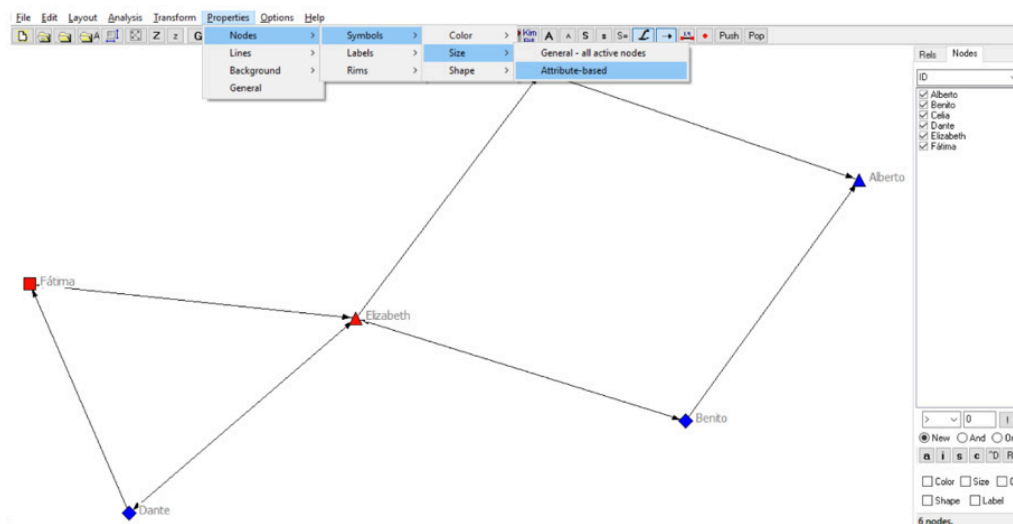
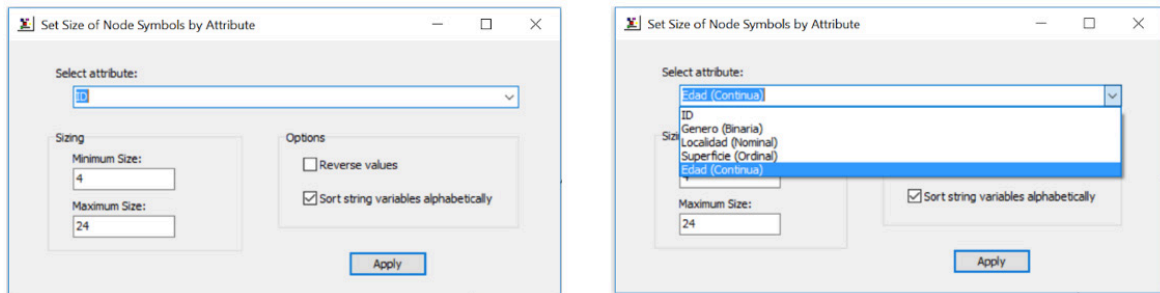


Figura 46. Menú para cambiar el tamaño de los nodos según atributos.

Al desplegar el menú indicado nuevamente se abre una ventana para seleccionar el atributo y configurar las especificaciones del tamaño del nodo (Figura 47a) **“Set Size of Node Symbols by Attribute”**. Es importante mencionar que, a diferencia de los colores y figuras, aquí no aparece un listado de las categorías posibles del atributo (ver Figura 41b o Figura 44b donde aparecía 1 y 2 o 1, 2 y 3, respectivamente), en este caso se muestra un rango para la asignación del tamaño de los nodos (**Sizing**), que va desde un tamaño mínimo (**Minimum size:**) a un máximo (**Maximum size:**). De manera automática, el programa asigna 4 al mínimo y 24 al máximo; recordemos que el tamaño normal de los nodos es 8. Estos valores se pueden cambiar según sea la variabilidad del atributo, aunque también se debe considerar el tipo de variable del atributo. Por ejemplo, si se

seleccionara el género como atributo, los nodos sólo se representarían en dos tamaños (los pequeños serían 1: hombres y, los grandes serían 2: mujeres), lo cual no enriquecería la visualización de la red. Por lo anterior, el uso de tamaños en los nodos es más recomendable para atributos que sean variables cuantitativas continuas. Al desplegar la lista de atributos, en nuestro caso, seleccionamos **“Edad (Continua)”** y no cambiamos ningún tipo de configuración extra (Figura 47b). Para aplicar los cambios, es decir, cambiar el tamaño de los nodos, sólo se tiene que presionar el botón **“Apply”** y después cerrar la ventana.

La Figura 48 muestra los cambios aplicados al gráfico (ver Figura 46 antes de la aplicación del atributo). Para seguir con el ejemplo, se conservó el gráfico que contenía dos atributos vía el uso de colores y figuras. En este sentido, ahora



a. Ajuste del tamaño del nodo por un atributo.

b. Selección de un atributo del listado disponible.

Figura 47. Ajuste del tamaño de los nodos de una red según un atributo.

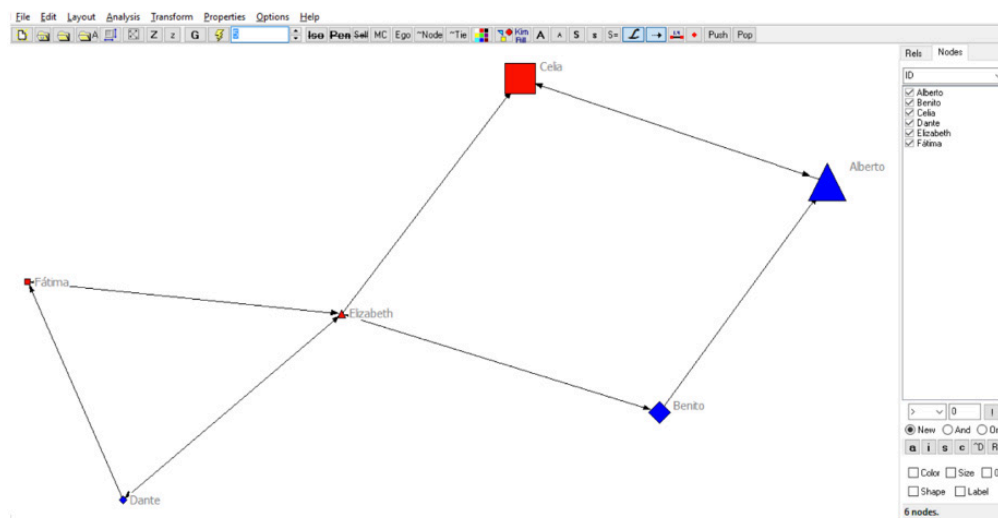


Figura 48. Red con ajuste de tamaños en los nodos, según la edad (variable continua). A mayor tamaño del nodo, mayor edad del actor, y viceversa.

es posible observar cómo a mayor edad del actor, mayor es el tamaño del nodo, y viceversa. Debido a que el rango de tamaños fue de 4 a 24, y también a que el atributo contenía varias categorías de edad, es que se visualizan diferentes tamaños, lo cual enriquece la visualización de nuestro gráfico de red.

Sin lugar a duda, la aplicación de colores, figuras y tamaños enriquece la visualización de gráficos de red; sin embargo, es necesario recalcar que el uso excesivo de atributos puede complicar la lectura cualitativa del gráfico. Esta situación se puede complicar más cuando en cada uno de los atributos existen muchas categorías. Imagine lo difícil que podría ser leer un gráfico con ocho colores, seis formas diferentes, y con el uso de tamaños en los nodos. Por tanto, el investigador o profesionalista siempre deberá decidir qué tipo de atributo aplicar y a través de qué vía (colores, formas o tamaños) quiere resaltarlos.

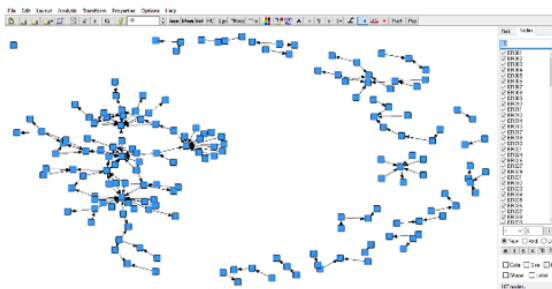
4.3. Filtrado de nodos con el uso de atributos

Durante una investigación o análisis podría ser de interés observar cierto conjunto de nodos, según alguna característica de interés. Para ello se pueden utilizar los atributos cargados y filtrar el o los conjuntos de nodos que cumplan con la característica deseada. Esto se puede realizar en NetDraw con el uso de la pestaña **“Nodes”** (ver Figura 39), pues al seleccionar el atributo de interés, se muestra el listado de las categorías disponibles para ese atributo. De esta forma, activando y desactivando las casillas respectivas a cada categoría, se activan (aparecen) y desactivan (desaparecen) los nodos que tengan la característica en cuestión.

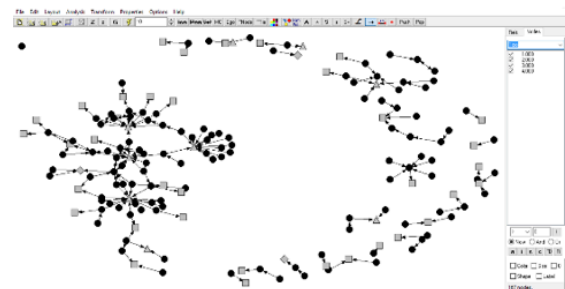
Como ejemplo, tenemos una red formada por 167 actores (Figura 49a), de los cuales 120 son agricultores (productores de hule). Los otros actores tienen diferente rol dentro de la red (ver Aguilar-Gallegos et al., 2016 para más detalle sobre cada uno de ellos), en total son cuatro tipos de actores. Tomando como base la característica del tipo de actor, en la Figura 49b se representan los 120 agricultores en color negro y círculo; los otros 47 actores están en color gris, pero para diferenciar entre los tres tipos de actores restantes se utilizaron figuras. Ahora, supongamos que nos interesa observar sólo la red formada por los agricultores, es decir, los actores tipo 1. Para ello, utilizamos las casillas de activación que se encuentran en la pestaña **“Nodes”**, después de haber seleccionado el atributo **“Tipo”**. En la Figura 49c se visualiza cómo al dejar sólo activada la casilla marcada como “1.000”, han desaparecido todos los nodos en color gris, y sólo se observan los nodos en color negro y en forma de círculo. Por último, presionando el ícono de rediseño del gráfico marcado por un rayo (ver sección 4.1 y Figura 33), se puede apreciar que el gráfico toma otra visualización. Como resultado, muchos agricultores quedan desconectados y, además, entre los conectados existen

pocos vínculos (Figura 49d). Si fuera del interés investigar más a fondo esta red filtrada, NetDraw nos da la posibilidad de guardar sólo esos datos de red. Para ello, se utiliza el menú **File>Save Data As>Ucinet>Binary Network**; en este caso se utilizó la opción “**Binary Network**” porque es una red de relaciones binarias, si la red fuera de intensidad en las relaciones, entonces se utilizaría la opción “**Valued Network**”.

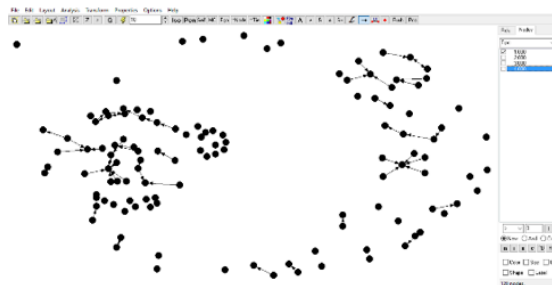
Como se ha argumentado, la utilidad de utilizar atributos es mayor cuando se tienen redes más complejas, como es el caso de la Figura 49, pues se pueden encontrar estructuras y composiciones de la red que de otra forma no podría ser posible. De esta forma, aunque sigue siendo un análisis cualitativo, se tiene más información de la red.



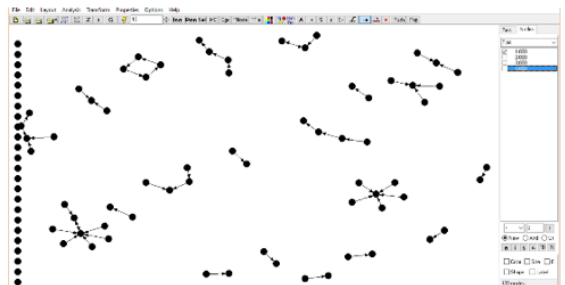
a. Red sin diseño, tamaño = 167 actores, agricultores = 120.



b. Red con colores y formas asociadas al atributo tipo de actor.



c. Red filtrada por el tipo de actor = 1 (agricultores).



d. Red redibujada mostrando sólo los actores tipo agricultores.

Figura 49. Filtrado de un conjunto de nodos con base en un atributo.

4.4. Uso de atributos en los vínculos en la visualización de la red

Así como en los nodos, también en los vínculos que unen a éstos se pueden utilizar atributos, en general, basados en niveles de intensidad que existe entre los nodos y que forman parte de la sistematización de los datos de red (ver sección 3.4). Borgatti et al. (2013) mencionan diferentes propiedades que se pueden editar en los vínculos, las cuales son: i. El grosor del vínculo; ii. El estilo de la línea (sólida, punteada, punto-línea, entre otros); iii. El color de la línea; iv. El manejo y edición de la punta de la flecha, sobre todo en redes dirigidas. Sin embargo, así como se recomendó cuidar el número de atributos asociados a los nodos de una red, también se debe tener cuidado al momento de usar varios atributos en los vínculos que lleven a una difícil interpretación del gráfico de red. De esta forma, en esta sección se explicará solamente la primera característica relacionada al grosor del vínculo y, de la misma forma, el filtrado de la red derivado de la intensidad de los vínculos.

4.4.1. Fuerza de los vínculos

Dentro de la generación de datos de red, es común que se pregunte sobre la intensidad del vínculo que el “ego” dijo tener; un ejemplo se ofreció en la Figura 2, donde se preguntaba sobre la frecuencia de la relación entre el “ego” y sus “alters”. Esta frecuencia (o en su caso, intensidad) del vínculo se puede representar vía el grosor de la línea que une los nodos. Para ejemplificar el uso del grosor de líneas en la red, tomemos el gráfico mostrado en la Figura 21; que sólo como recordatorio, es una red formada por 12 nodos con 19 vínculos y fue sistematizada vía el formato *Edgelist1* (ver Figura 20), en ella los vínculos están ponderados desde 1 hasta 5, donde 1 representa menor intensidad y 5 mayor intensidad del vínculo.

Para aplicar el formato de grosor de línea, entonces, se usa la ruta del menú: **Properties>Lines>Size>Tie Strength** (Figura 50). Lo cual indica, precisamente, que se cambiarán las propiedades de las líneas, a través de su tamaño (grosor) y, con base en la fuerza (intensidad, frecuencia, importancia, entre otros) de los vínculos.

Al desplegar el menú indicado, se abrirá una ventana para seleccionar el tipo de relación que se configurará a través del tamaño de la línea (Figura 51a) **“Set Width of Lines by Tie Strength”**. Es importante mencionar que, cuando se habla del tipo de relación es porque en NetDraw es posible manipular y representar diferentes tipos de vínculos (relaciones) entre los actores y, que por supuesto, vienen de diferentes preguntas de red (ver sección 2.1); sin embargo, en este

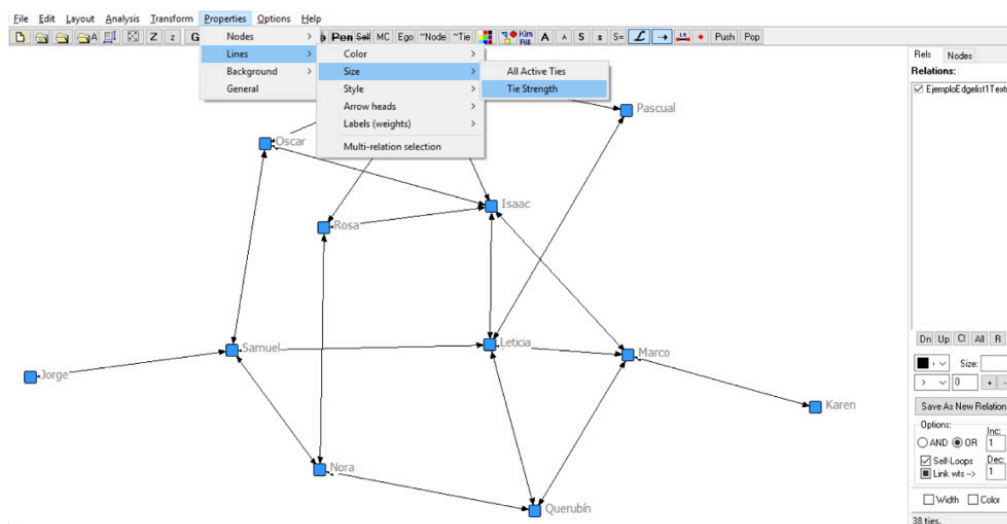


Figura 50. Menú para cambiar el grosor de las líneas entre los nodos, según intensidad del vínculo.

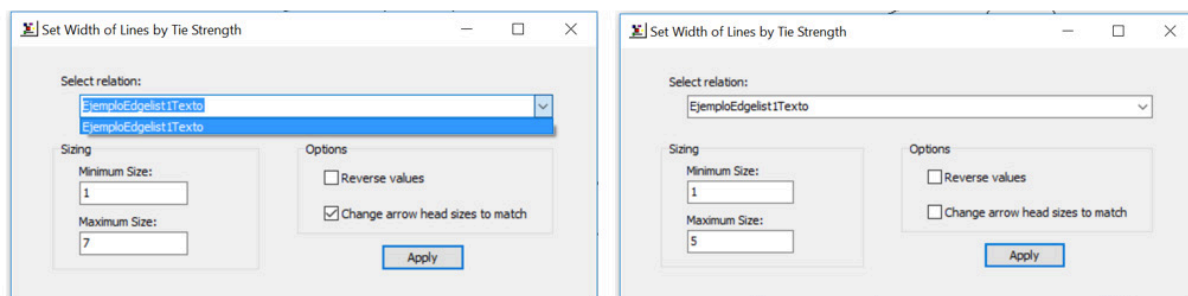
ejemplo, sólo estamos analizando un solo tipo de relación. De esta forma, en la opción **“Select relation:”**, se selecciona la única posibilidad, que se refiere al nombre del archivo de red cargado.

De la misma forma, en la ventana, se tiene que configurar el rango de grosor de la línea entre los nodos (**Sizing**), que va desde un tamaño mínimo (**Minimum size:**) a un máximo (**Maximum size:**). De manera automática, el programa asigna 1 al mínimo y 7 al máximo (Figura 51a), en este caso el tamaño normal de la línea es 1. Estos valores se pueden cambiar según sea la variabilidad de la intensidad del vínculo; es recomendable que se use el mismo rango de valores entre la fuerza del vínculo y el tamaño del mismo, es decir, si la escala del vínculo va de 1 a 5, entonces el tamaño que vaya de 1 a 5; si la fuerza del vínculo va de 1 a 7, entonces el tamaño se puede configurar de 1 a 7, pero al final va a depender del interés del investigador. También, es recomendable desactivar la casilla indicada como **“Change arrow head size to match”**, porque cuando se deja activada, la punta de la flecha cambia según el grosor de la línea y es común que el gráfico se distorsione, sobre todo cuando los tamaños de las líneas son igual o más grandes que 5.

Con las consideraciones hechas, la configuración de nuestro ejemplo quedaría como el mostrado en la Figura 51b. Es decir, el grosor de la línea irá de 1 a 5, y la punta de la flecha no cambiará, según el tamaño de la línea. Para aplicar esta configuración, sólo se tiene que presionar el botón **“Apply”**, y si

la visualización es correcta, se procede a cerrar la ventana; de ser el caso, se pueden volver a configurar las opciones y volver a presionar el botón **“Apply”** para ver una nueva visualización.

La Figura 51 muestra el nuevo gráfico con los cambios aplicados (ver Figura 50 antes de la aplicación del atributo). En este sentido, ahora es posible observar cómo a mayor grosor de la línea, mayor es la intensidad de la relación entre los actores, y viceversa. Como se puede apreciar, este tipo de atributos también ayuda a enriquecer la visualización de un gráfico de red. Sin embargo, un requisito indispensable es que los datos de red estén codificados considerando niveles de intensidad entre los vínculos, si la forma en la que se generaron los datos de red no



a. Selección de la relación que será configurada y cambiada.

b. Configuración del tamaño de la línea y el tamaño de la punta de la flecha.

Figura 51. Ajuste del tamaño de las líneas entre los nodos, según la fuerza de los vínculos.

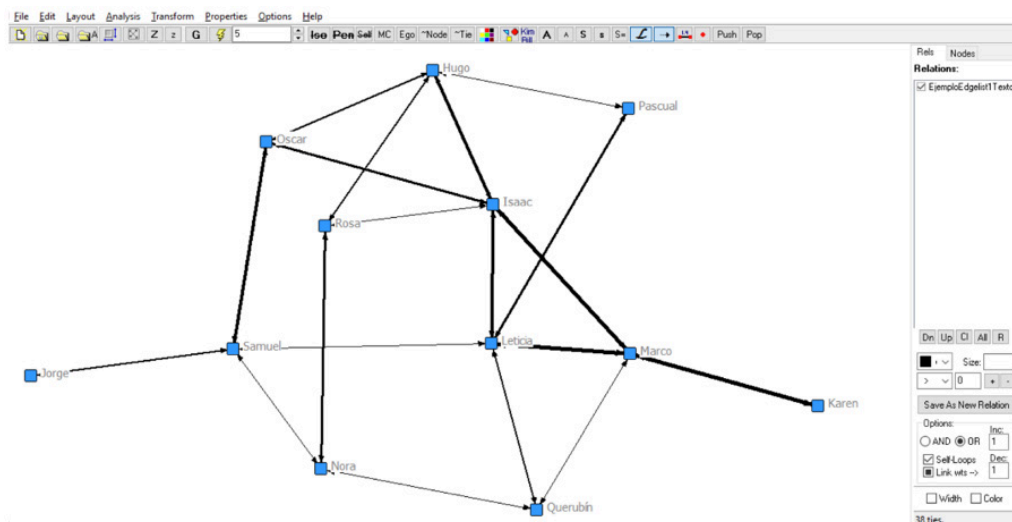
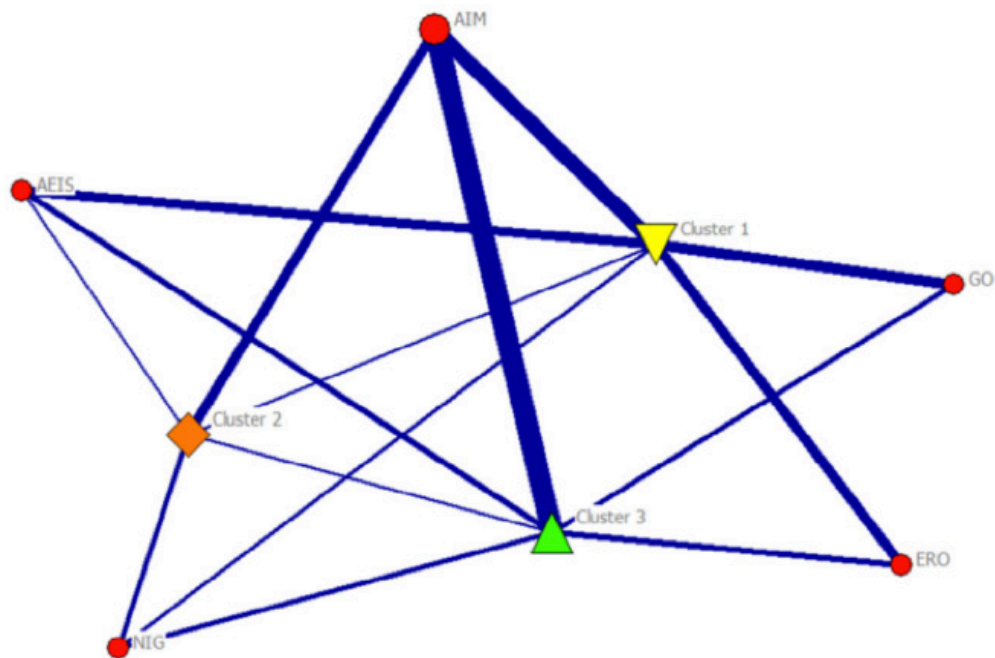


Figura 52. Red con ajuste del grosor de las líneas, según la fuerza de los vínculos. A mayor grosor, mayor intensidad de la relación entre los actores, y viceversa.



Fuente: Aguilar-Gallegos et al. (2015).

Figura 53. Ejemplo de intensidad de los vínculos a través del uso de grupos de actores.

aplica para este tipo de visualizaciones, entonces no será posible generarlas. Una forma alternativa que podría ser utilizada para ver intensidad en los vínculos, sería a través del análisis de la proporción de vínculos que tienen diferentes grupos de actores, unos con otros. Por ejemplo, Aguilar-Gallegos et al. (2015) analizaron la proporción de vínculos de tres grupos (Clúster 1 al 3) de productores de palma de aceite, que tienen entre ellos y con otros tipos de actores. En su gráfico, a mayor grosor de la línea, mayor es la proporción (del total de vínculos que tiene el grupo de productores) que se destina a un conjunto de actores en específico.

4.4.2. Filtrado de vínculos

Otro de los métodos útiles para analizar visualmente la fuerza de los vínculos, es utilizarlos como un filtro. De esta forma, se toman las conexiones entre los nodos como criterio de filtración y sólo se visualizan conectados aquellos nodos que cumplan con el criterio. El criterio, precisamente, es el valor del vínculo; por ejemplo, visualizar los vínculos que sean mayor o igual a 3. En este sentido, continuando con el ejemplo, utilizaremos el operador “mayor o igual a ($\geq$)”, aunque se pueden ocupar otros operadores como son “ $>$ ”, “ $=$ ”, “ $\leq$ ” y “ $<$ ”.

En NetDraw, esto se manipula dentro de la pestaña **"Rels"**, del lado derecho de la pantalla, y en el conjunto de opciones mostrado en la parte inferior (Figura 54); en automático, la configuración siempre será **"> 0"**, que indica que se mostrarán las relaciones que sean mayor a 0, es decir, todas las de la red. Para

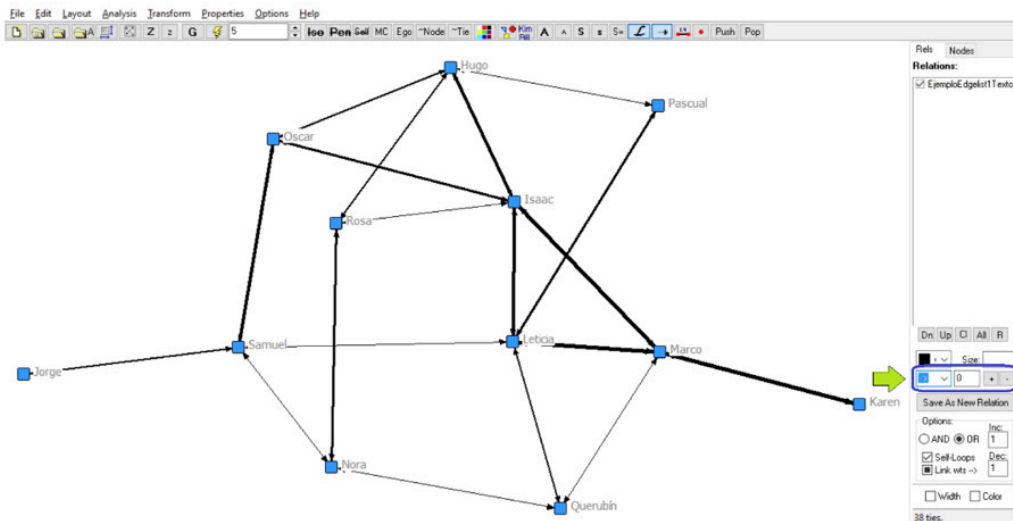
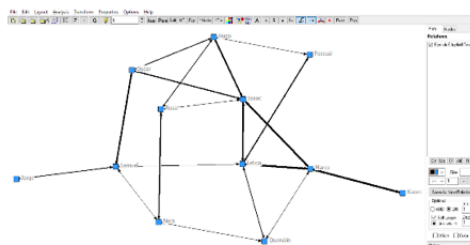
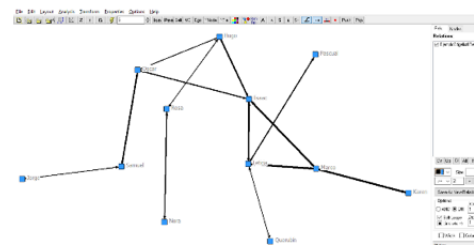


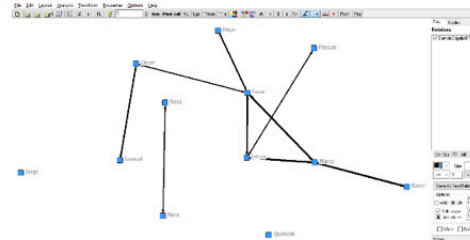
Figura 54. Ventana para la filtración de los vínculos, según el criterio establecido.



a. Criterio de la fuerza del vínculo 1 o más



b. Criterio de la fuerza del vínculo 2 o más

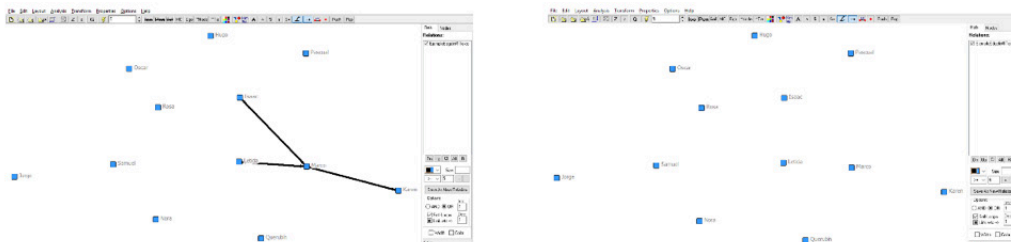


c. Criterio de la fuerza del vínculo 3 o más



d. Criterio de la fuerza del vínculo 4 o más

Figura 55. Filtrado de la red, utilizando diferentes criterios de la fuerza de los vínculos.



e. Criterio de la fuerza del vínculo 5 o más

f. Criterio de la fuerza del vínculo 6 o más

Figura 55 (continuación). Filtrado de la red, utilizando diferentes criterios de la fuerza de los vínculos.

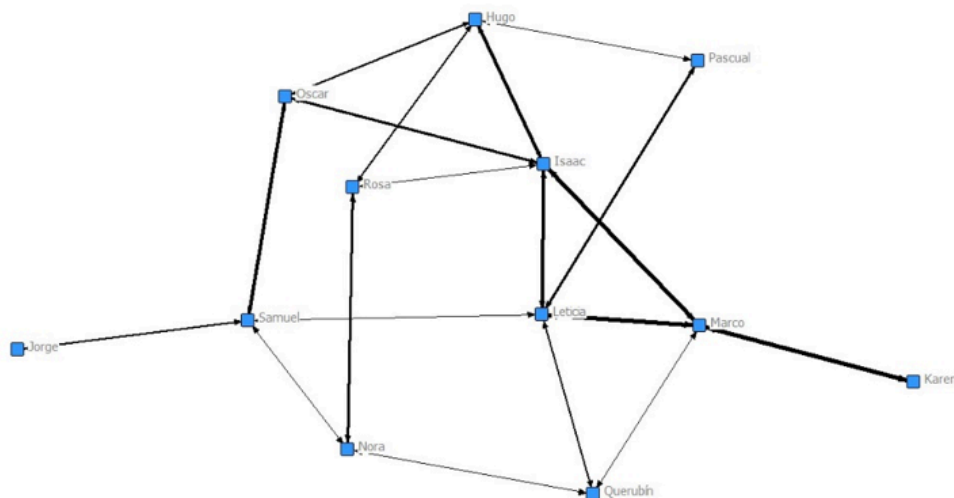
ver los cambios, entonces primero se deberá configurar como “ ≥ 1 ”; como se puede apreciar en el gráfico de la Figura 55a, se siguen mostrando los 19 vínculos, con el botón “+” iremos incrementando el criterio a 2, 3, 4 y 5. Los cambios se irán reflejando de pasar de 19 vínculos, a 13 (con 2, Figura 55b), a 9 (con 3, Figura 55c), a 6 (con 4, Figura 55d), hasta llegar a 3 (con 5, Figura 55e). Si se utilizara el criterio de 6 (Figura 55f), la red aparecería completamente desconectada porque ningún vínculo cumpliría con ese criterio. De la misma forma que se explicó anteriormente, las redes filtradas por la fuerza de los vínculos pueden ser guardadas como archivos de datos diferentes. En cada caso, dependerá del interés del investigador o usuario.

4.5. Guardando la visualización de la red

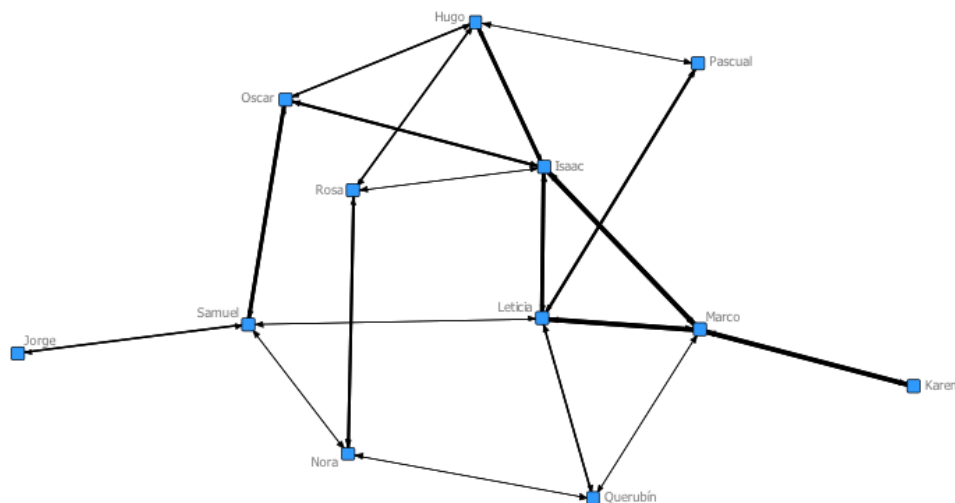
Posterior al proceso de visualización y formateo del gráfico de red, es muy común que el usuario quiera copiar o guardar dicha visualización. Como la mayoría de los programas, en NetDraw se puede usar el portapapeles para copiar la visualización y después pegarla en cualquier otro software, por ejemplo, Microsoft Word o PowerPoint; para hacer esto, sólo es necesario presionar Ctrl+C en NetDraw. También se puede crear un archivo tipo gráfico, en este sentido, es posible guardar la visualización en formato jpeg (.jpg), mapa de bits (.bmp) y un meta archivo (.emf). Esto se hace desde el menú **File>Save Diagram As**.

El uso de archivos jpeg es muy común, ya que ocupa poco espacio (en comparación con los otros formatos) y porque la mayoría de los programas informáticos los puede leer. Sin embargo, tiene la desventaja de la calidad de la imagen, pues no es tan buena. En comparación, el formato .emf guarda los datos como si los elementos del gráfico fueran vectores, lo cual hace que el archivo sea de mejor calidad. De hecho, cada uno de los elementos se pueden editar

posteriormente. Para comparar la calidad de los formatos, en la Figura 56 se muestran los dos casos; como se puede ver, en la Figura 56b se movieron algunas etiquetas de forma manual (la edición se realizó en PowerPoint) para hacer más estético el gráfico; en el caso del archivo en formato .jpg (Figura 56a), ningún elemento se puede editar.



a. Archivo guardado en formato .jpg.



b. Archivo guardado en formato .emf.

Figura 56. Gráficos de red salvados en formato .jpg y .emf.

De forma adicional, en NetDraw se puede guardar la visualización en otro formato que puede ser de interés y ayuda. Suponga que se está trabajando en una red, la cual ya le ha consumido tiempo de análisis y formateo visual, desde cargar el archivo de red, insertar atributos, cambiar colores, formas y, diferentes tamaños a los nodos, entre otros detalles. Para guardar el archivo tal y como se ha trabajado, se utiliza el formato VNA (*Visual Network Analysis*), que encuentra en el menú **File>Save Data As>VNA**. Este formato almacena tanto los datos de red como el de atributos y, también, los formatos aplicados a la red. De esta forma, guardar el archivo en este formato ayuda porque en la siguiente ocasión que se cargue el archivo, para seguir trabajándolo, no será necesario empezar desde cero. El formato VNA también es útil y necesario para trabajar en el software *KeyPlayer 2* (Borgatti & Dreyfus, 2005), el cual sirve para la selección de actores clave, de esto se hablará a más detalle en la sección 6.

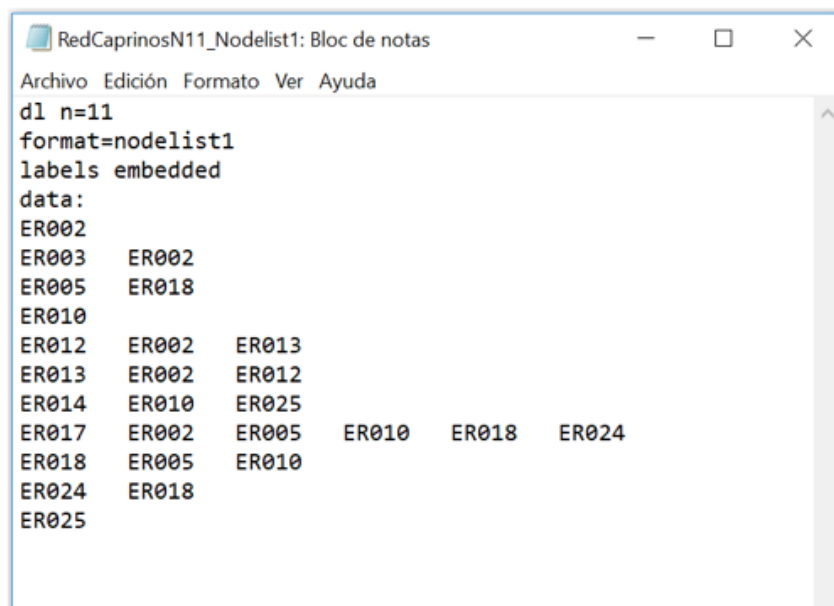
5. Análisis de la red: indicadores del ARS

Dentro del Análisis de Redes Sociales (ARS), se reconocen básicamente dos tipos fundamentales de niveles de análisis: a nivel de redes completas y a nivel de actores o nodos individuales. En ambos casos, la generación de indicadores representará uno u otro nivel. Sin embargo, de forma general, se debe considerar que cuando se habla de “hacer un análisis de redes sociales”, se está refiriendo (implícitamente) al análisis de toda la red (Borgatti et al., 2013); esto debido a que la red estará formada por un conjunto de nodos relacionados por un “tipo de vínculo específico”. Entonces, los indicadores referidos a los nodos que componen la red (nivel individual) estarán siempre asociados a la red completa (nivel completo) y viceversa; es decir, no podemos hablar sobre unos indicadores (de la red completa o individuales) y tratar de explicar un tipo de relación, y con los otros indicadores (individuales o de la red completa) tratar de explicar otro tipo de relación.

Bajo este contexto, en este apartado se explicará el uso de indicadores a nivel de la red completa y a nivel nodal. Sin embargo, es necesario hacer hincapié en que los indicadores mostrados son sólo básicos en el ARS, por lo que existen otros más. Dependerá del objetivo de la investigación o motivo de uso, la elección de uno u otro. Se podría decir, que en el ARS no existe un indicador ideal; en su caso, se debe tener en cuenta el objetivo de lo que se desea explicar con el indicador y, con base en ello, utilizar el que más convenga. De forma complementaria, si se busca tener más información y conocimiento sobre los indicadores es recomendable consultar las fuentes originales, mismas que se irán mencionando en cada apartado. Además, existen otros artículos (Aguilar-Gallegos et al., 2016, 2017; Monge, Hartwich, & Halgin, 2008; Monge Pérez & Hartwich, 2008; Spielman et al., 2011; Valente, Palinkas, Czaja, Chu, & Brown, 2015) que han descrito, tanto de forma detallada como resumida, algunos indicadores del ARS que han utilizado, mismos que pueden ser de interés del lector que requiera profundizar.

En este apartado se ilustrarán los indicadores explicados con la ayuda de un ejemplo de red pequeña. Los datos se obtuvieron de una red más grande (ver Aguilar-Gallegos et al., 2017 para más detalle), aplicada a productores caprinos en un momento inicial (antes de una intervención basada en asistencia técnica y capacitación en innovaciones clave, llamada línea base). A cada uno de los caprinocultores se les preguntó “¿De quién ha aprendido, se ha asesorado o ha

preguntado, es decir, a quién recurre para obtener información y conocimiento para implementar las prácticas, tecnologías e innovaciones que realiza en su unidad de producción?”. Los datos recabados, por tanto, refieren a vínculos binarios y dirigidos. De esta forma, los resultados obtenidos para los indicadores del ARS, se mostrarán como salidas originales del software UCINET (Borgatti et al., 2013). La red pequeña que se aisló consta de 11 nodos con 16 vínculos, los actores que los conforman son sólo productores caprinos, para evitar confusiones con otro tipo de actores, como es el caso de la red más grande. El extracto de los datos, siguiendo la lógica explicada, de la captura en formato *Nodelist1* (ver sección 3.3), se presenta en la Figura 57; con estos datos, el usuario podrá generar el archivo de red y con ello tendrá la oportunidad de seguir los ejemplos que se desarrollarán en las siguientes secciones. De la misma manera, una visualización general de la red pequeña se puede apreciar en la Figura 58, todos los nodos están etiquetados como ER porque hacen referencia a “Empresas rurales”, el número que le sigue es para efectos de identificación.



```

RedCaprinosN11_Nodelist1: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
d1 n=11
format=nodelist1
labels embedded
data:
ER002
ER003 ER002
ER005 ER018
ER010
ER012 ER002 ER013
ER013 ER002 ER012
ER014 ER010 ER025
ER017 ER002 ER005 ER010 ER018 ER024
ER018 ER005 ER010
ER024 ER018
ER025

```

Figura 57. Datos de la red extraída de Aguilar-Gallegos et al. (2017), siguiendo el formato Nodelist1 y en archivo de texto.

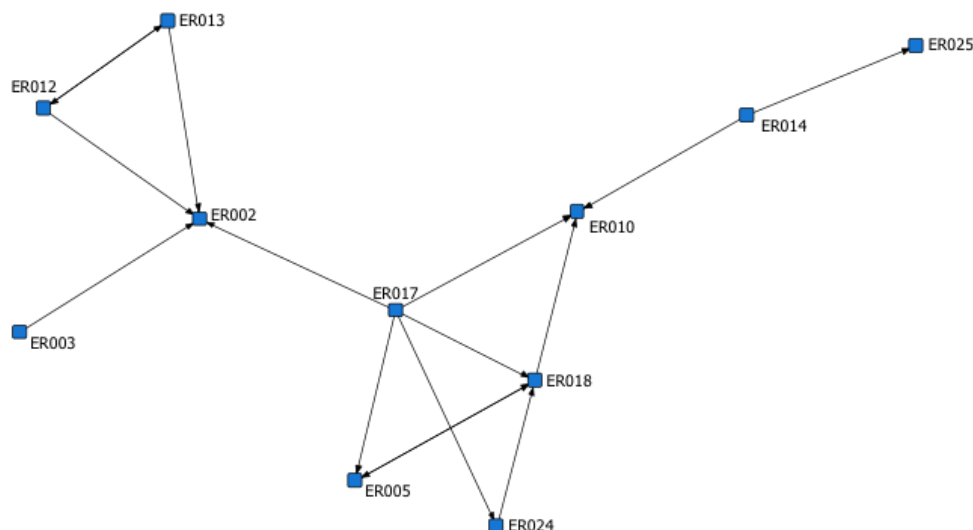


Figura 58. Extracto de la red de información y conocimiento para la innovación entre productores caprinos, extraído de Aguilar-Gallegos et al. (2017).

Por último, es conveniente mencionar que para que UCINET pueda analizar los archivos en todos los procedimientos que se explicarán, éstos deben estar en formato de UCINET, es decir, deben tener extensión .h. Si los archivos están en formato de texto DL (*Data Language*), éstos deberán ser primero transformados al formato adecuado, ya sea usando NetDraw (*File>Save Data As>Ucinet>Binary Network*) o el mismo UCINET (*Data>Import text file>DL*).

5.1. Indicadores a nivel de redes completas

Debido a que una red social está definida por los vínculos que forman los actores que la componen, es que se considera importante iniciar describiendo toda la red en su conjunto. Para ello se explicarán dos de los indicadores más comunes en el ARS que ayudan a caracterizar a toda la red; estos son la densidad y la centralización. Por supuesto, existen otros indicadores a nivel de red pero algunos de ellos son la base de otros; por ejemplo, el tamaño de la red, así como el número de vínculos existentes podrían ser indicadores de la red completa (ver Aguilar-Gallegos et al., 2017 sobre una aplicación empírica de los indicadores) pero éstos se utilizan para el cálculo de la densidad. Otros indicadores generales podrían ser el número de componentes o el tamaño del componente más grande, pero estos a su vez podrían ser considerados como elementos básicos

para la descripción de una red. Es por lo que sólo nos enfocaremos en los dos indicadores mencionados.

5.1.1. Densidad

La densidad es considerada como una medida de cohesión entre los actores de la red (Borgatti et al., 2013). La densidad, básicamente, es una medida del número de vínculos existentes en la red, presentados como una proporción del número de vínculos posibles. En este sentido, el número de vínculos posibles dependerá del tipo de red, diferenciando entre redes no dirigidas y dirigidas. Para redes no dirigidas, el número de vínculos posibles se obtiene a través de $n(n-1)/2$, donde n es el número de nodos que forman la red. Mientras que, para redes dirigidas, el número de vínculos posibles se obtiene usando $n(n-1)$; en ninguno de los dos casos se toman en cuenta las auto-nominaciones.

Si la densidad significa cohesión en una red, entonces a mayor densidad, mayor será la cohesión y, por tanto, mayor número de vínculos entre los actores que forman la red (de Nooy et al., 2005). De la misma forma, la densidad nos puede proporcionar cierto nivel de conocimiento de la forma en la que se podría comportar algún fenómeno (Hanneman & Riddle, 2011), por ejemplo, la velocidad de difusión de información entre los nodos se dará con mayor rapidez en redes densas; o también, considere el hecho del grado de acceso a capital social que tiene un actor en redes poco densas, que podría significar una limitante de la estructura social, entre otros.

Por otra parte, el valor de densidad alcanza un máximo en redes donde todos los nodos están conectados unos con otros. Sin embargo, en redes grandes la densidad tiene valores comúnmente bajos, debido a que la cantidad de vínculos posibles es proporcional al tamaño de la red; es decir, a mayor tamaño de la red (mayor número de nodos), mayor número de vínculos posibles. Por ejemplo, suponga tres redes dirigidas con diferentes tamaños, $n_1 = 10$, $n_2 = 50$ y $n_3 = 100$, en cada una de ellas el número de vínculos posibles, respectivamente, será de: 90, 2,450 y 9,900; mientras el número de vínculos posibles es proporcional al tamaño de la red, la probabilidad que tiene un individuo de formar vínculos con otros no lo es; además, se debe recordar que la capacidad que tiene un individuo de mantener y formar nuevos vínculos es limitada. Es decir, el tamaño de la red es crítico para la estructura de relaciones sociales, debido a que los recursos y capacidades que tiene cada actor para formar y mantener vínculos es limitada (Hanneman & Riddle, 2011). Por ello, es recomendable manejar este indicador con cuidado y sin llegar a conclusiones generalistas.

Siguiendo con el ejemplo de las tres redes antes apuntadas, suponga que en cada caso existe una densidad de 10%. En general, no se podría decir si la densidad es baja o alta, pero quizás si lo vemos en el contexto de que en la red 1 hay 10 nodos, entonces puede ser extremadamente pequeña, más aún si los 10 nodos forman parte de un equipo de trabajo, y porque existe una mayor probabilidad de que entre ellos se conozcan; mientras que en la red 3 de 100 nodos, puede ser que la densidad de 10% sea buena o alta, sobre todo porque existe menor probabilidad de que entre todos se conozcan; además, imagine que los 100 nodos forman parte de diferentes departamentos en una misma empresa (o de distintos municipios en un territorio), lo cual indicaría que hay cierto nivel de comunicación entre ellos. Por tanto, la densidad debe ser interpretada a la luz de diferentes condiciones y características de la red y, por supuesto, de los datos que esta red representa.

Considerando lo anterior, es importante mencionar que en algunas ocasiones se prefiere usar como indicador global de la red al grado (sección 5.2.1) promedio de cada actor, en lugar de la densidad; el grado promedio es más fácil de interpretar puesto que es la media aritmética de los grados individuales de cada actor que forma la red (Borgatti et al., 2013). Este detalle de elección, sin embargo, dependerá del objetivo del análisis y de la utilidad que uno u otro indicador represente para el investigador.

Para el cálculo de la densidad en UCINET se utiliza la ruta: **Network>Cohesion>Density>Density Overall** (Figura 59). Posteriormente se abrirá una ventana en la cual sólo se tiene que seleccionar el archivo a analizar en la opción **“Network**

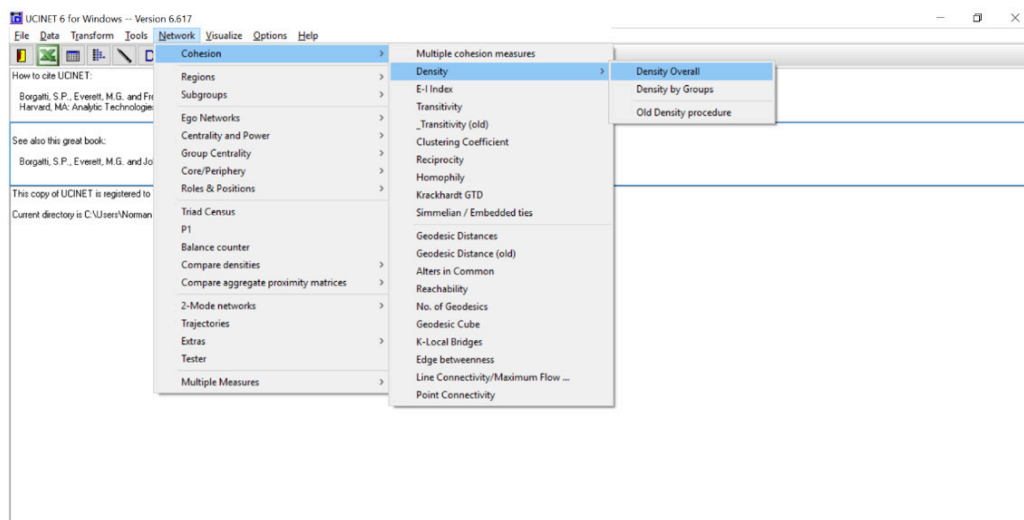


Figura 59. Menú para el cálculo de la densidad en UCINET.

Dataset:"; éste deberá estar en formato de UCINET, tal y como se mencionó al inicio de este apartado. Al seleccionar el archivo de la red ejemplo (tamaño 11 con 16 vínculos dirigidos), presentada en la Figura 58, y presionar el botón **"OK"**, se obtiene una salida como la mostrada en la Figura 60. Los resultados muestran que la densidad de la red es 0.1455, que expresada en porcentaje sería 14.55%; es decir, los 16 vínculos observados, representan 14.55% de los vínculos posibles de toda la red (tamaño $n=11$). Si se realiza el cálculo manualmente, sería $16 / (11*(11-1)) = 16 / 110 = 0.1455$. En esa misma salida, también se puede apreciar el indicador del grado promedio de la red, cuya importancia se ha comentado anteriormente, para este caso fue de 1.4545; es decir, cada uno de los 11 actores que componen la red tienen 1.5 vínculos en promedio.

DENSITY / AVERAGE MATRIX VALUE					

	1	2	3	4	5
	Density	No. of	Std Dev	Avg Deg	Alpha
		Ties		ree	

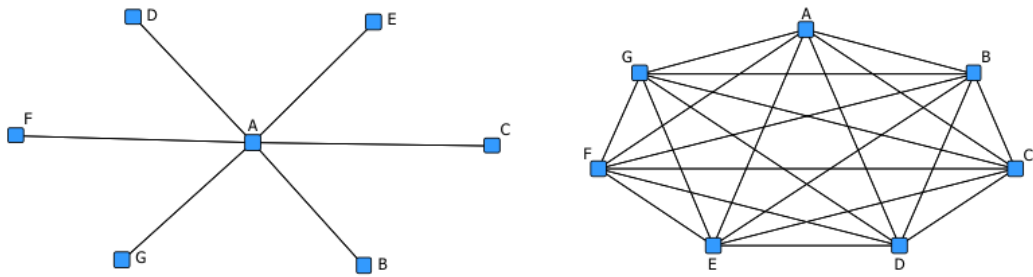
1 RedCaprinosN11	0.1455	16	0.3526	1.4545	0.6519
1 rows, 5 columns, 1 levels.					

Figura 60. Resultado de la densidad de la red de 11 nodos y 16 vínculos.

5.1.2. Centralización

Para el estudio de redes completas dentro del ARS, un indicador que mide la diferencia entre los niveles de centralidad de los actores y que nos proporciona una idea de que existen nodos dominantes, es el nivel de centralización de la red (Freeman, 1979). Siendo que la centralización mide el grado en el cual un actor es dominante en la red, se pueden obtener diferentes medidas de centralización basadas en los tres indicadores de centralidad de los nodos (Freeman, 1979); sin embargo, para efectos del presente documento se hará énfasis solamente sobre la centralización de la red basada en la centralidad de grado. De esta forma, la centralización de una red puede ser entendida como el grado en el cual una red está dominada por un solo nodo (Borgatti et al., 2013). Para saber en qué grado una red está centralizada, se compara la red observada con una red que tenga

la máxima centralización posible; en este sentido, y desde la perspectiva de la centralidad de grado, una red estrella es la representación gráfica del índice de centralización máximo (100%, Figura 61a), pues todos los vínculos se centran en un solo nodo y no existen vínculos entre los demás actores (Borgatti et al., 2013; Freeman, 1979). Por supuesto, una red en donde todos los actores están vinculados entre sí, es decir, una red con densidad de 100% tendrá un índice de centralización de cero (Figura 61b), pues ningún actor es dominante.



a. Red estrella, Centralización 100%.

b. Red densidad 100%, Centralización 0%.

Figura 61. Índice de centralización de la red.

Es importante enfatizar que los ejemplos de la figura anterior están basados en vínculos no dirigidos; sin embargo, es posible obtener índices de centralización relacionados con la centralidad tanto de grado de entrada como de grado de salida. En este sentido, se obtendrán índices de centralización de entrada y de salida, respectivamente. Esto es importante, porque imagine una red de información, donde un nodo con alto grado de entrada signifique que es una fuente importante de información; por otra parte, un nodo con alto grado de salida signifique que es un actor que consigue información con diferentes actores. Entonces, un alto índice de centralización de la red basada en grados de entrada indicaría que hay uno o varios nodos que son importantes como fuente de información; si la centralización es baja, entonces quiere decir que no hay actores importantes que cumplan este rol. Por su parte, un alto índice de centralización de la red basada en grados de salida indicaría que hay uno o varios nodos que están buscando y consiguiendo información de varias fuentes; por el contrario, si el índice de centralización es bajo, indicaría que los actores de la red tienen pocos actores como fuente de información. Esto por supuesto, se puede trasladar a otros contextos. Por último, y considerando la explicación dada, estos indicadores de centralización de entrada y salida pueden verse como una medida de la desigualdad y varianza que tienen los actores en la red (Hanneman & Riddle, 2011), pues si la red observada

tiene varios componentes en forma de estrella (de entrada o salida), el índice de centralización entonces se incrementará y, por tanto, la varianza de la centralidad de grado también lo hará.

Para el cálculo de la centralización de la red en UCINET, se utiliza la ruta: **Network>Centrality and Power>Degree** (Figura 62), nótese que se ocupa la primera opción “Degree”, no la segunda marcada como “_Degree (old)”. Posteriormente, se abrirá una ventana en la cual sólo se tiene que seleccionar el archivo a analizar en la opción **“Input Network:”**. Existen otras opciones configurables, como son: si la red es dirigida, no dirigida, o que se autodetecte; también, las salidas de los indicadores, si se toman en cuenta las automenciones, entre otras. En este punto, se sugiere dejar la configuración automática. Después de seleccionar el archivo de nuestro ejemplo y al presionar el botón **“OK”**, se obtiene una salida de resultados sobre el grado de salida y entrada de nuestra red, en este momento no nos detendremos a ver estos resultados porque se explican más adelante (sección 5.2.1), casi al final de la ventana aparecen los indicadores buscados, similares a los de la Figura 63.

Los indicadores obtenidos muestran que la red de nuestro ejemplo (ver Figura 58), está más centralizada en grados de salida ($0.39 = 39.0\%$), que de entrada ($0.28 = 28.0\%$). Es decir, en la red existe uno o más nodos que son dominantes en el establecimiento de vínculos de salida, el cual es el ER017. De la misma forma, se podría decir que existen cierto nivel de centralización de entrada, es decir, hay

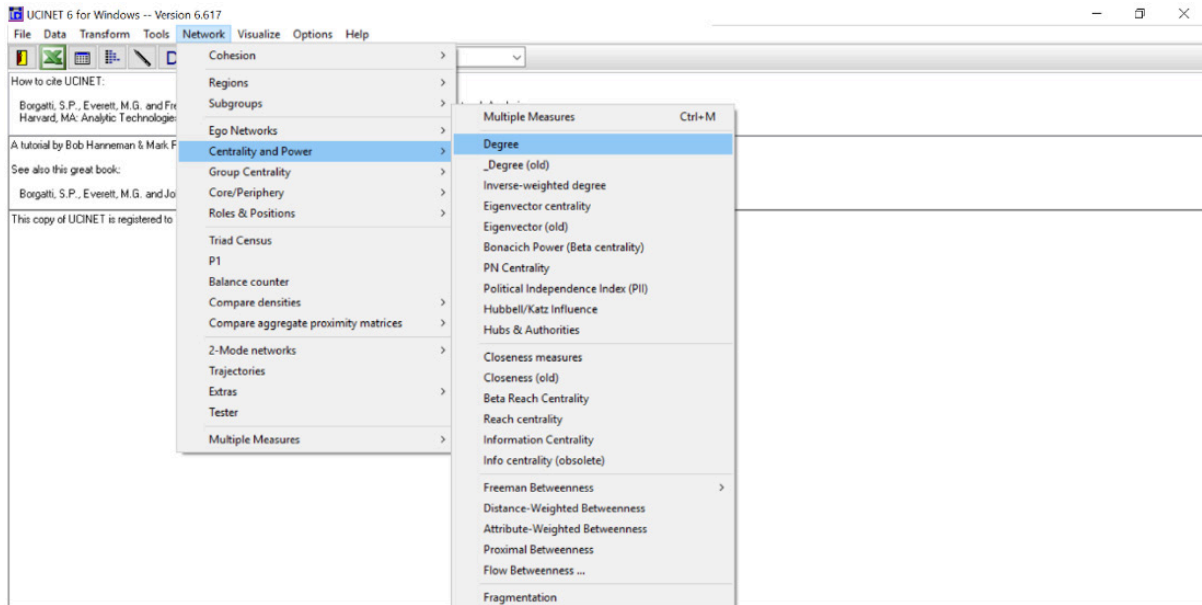


Figura 62. Menú para el cálculo de la centralización de la red en UCINET.

```

FREEMAN DEGREE CENTRALITY
-----

Graph Centralization -- as proportion, not percentage

      1      2
    Out-Ce In-Ce
    ntrali traliz
    zation ation
    -----
1 RedCaprinosN11 0.3900 0.2800

1 rows, 2 columns, 1 levels.
-----

```

Figura 63. Resultado del índice de centralización (de salida y entrada) de la red de 11 nodos y 16 vínculos.

nodos importantes por su grado de entrada, en la red estos se pueden visualizar como ER002, ER018 y ER010. Por último, como se ha observado, el indicador de centralización se muestra como una proporción y no como porcentaje (marcado en la salida de resultados, Figura 63), entonces el usuario deberá tener cuidado para multiplicarlo por 100, y así representarlo en porcentaje. La forma de presentar los resultados es la principal diferencia entre la opción “Degree” y “_Degree (old)”; si se escoge la segunda opción, los indicadores se muestran en porcentaje.

En UCINET se puede utilizar otro menú para la obtención de los tres indicadores vistos (densidad, grado promedio y centralización); de hecho, se obtendrían juntos en el mismo procedimiento. Adicionalmente, se obtienen otros indicadores, varios de éstos son considerados indicadores de cohesión de la red. Sin embargo, algunos no se abordaron a detalle y otros no se mencionaron, debido a que los indicadores explicados son básicos, y parte del objetivo del documento es ése precisamente. De esta forma, es posible que algunos usuarios se vean interesados en los otros indicadores; por lo tanto, la ruta que se utiliza para el análisis es: *Network>Cohesion>Multiple cohesion measures*. Para una comprensión de algunos de los indicadores obtenidos por este último procedimiento se recomienda profundizar en literatura clásica del ARS (Hanneman & Riddle, 2011; Wasserman & Faust, 1994).

5.2. Indicadores a nivel nodal

Así como se describió el apartado anterior, ahora en éste se hace referencia a algunos de los indicadores tradicionalmente utilizados en el ARS, que son los

más comunes y que, de acuerdo a algunos autores (Aguilar-Gallegos et al., 2016), se podrían considerar de primer orden (centralidad de grado, cercanía e intermediación). Después se explican los indicadores que toman en cuenta los vínculos indirectos (eigenvector, centralidad Beta de Bonacich, integración y radialidad), por lo que son considerados de segundo orden. En este contexto, un indicador de primer orden es aquél que vincula directamente a dos nodos y, por tanto, lo hace a través de un solo paso; por su parte, un indicador de segundo orden es aquél que logra vincular a dos nodos a través de dos o más pasos. Para ejemplificar el tipo de indicadores, se usará la red mostrada en la Figura 58; sin embargo, sólo en los casos de la centralidad de cercanía y del eigenvector, se usará un ejemplo diferente sobre una red hipotética simétrica, mostrado en la Figura 21; no obstante, los datos se tuvieron que dicotomizar (1 para cualquier valor en el vínculo, 0 cuando no existe vínculo), pues la red mostraba datos ponderados. Esto se realizó en UCINET, siguiendo la ruta: *Transform>Dichotomize*.

5.2.1. Centralidad de Grado

Esta es la medida más simple del ARS, comúnmente llamada “grado”. La centralidad de grado de un actor es el número de otros actores a los cuales éste está conectado; es decir, es adyacente. Se dice que dos nodos son adyacentes cuando están directamente conectados por un vínculo (Freeman, 1979), es por ello que se considera un indicador de primer orden. En redes no dirigidas, los actores de la red difieren sólo por el número de vínculos que tiene; sin embargo, en redes dirigidas es importante distinguir entre la centralidad del grado de entrada y del grado de salida (Hanneman & Riddle, 2011). En este sentido, el grado de entrada se refiere al número de vínculos que recibe un actor provenientes de otros actores. Por su parte, el grado de salida es el número de vínculos que manda o envía un actor hacia otros actores (de Nooy et al., 2005; Jackson, 2008). De alguna forma, la centralidad de grado puede ser vista como un índice de la exposición que tiene un nodo dentro de la red (Borgatti et al., 2013), es decir, un actor con un grado alto puede tener mayor probabilidad de ser alcanzado en la red.

Para el cálculo de la centralidad de grado de cada uno de los nodos que componen la red, en UCINET, se utiliza la ruta: **Network>Centrality and Power>_Degree (old)** (Figura 64), nótese que ahora estamos ocupando la segunda opción “_Degree (old)”, no la primera marcada como “Degree”. Esto se debe a que la segunda opción incluye un cuadro de estadísticos descriptivos de los indicadores obtenidos. Otra diferencia es que la segunda opción ordena los nodos por su importancia según el grado de salida, de mayor a menor. La opción “Degree”, ordena los resultados alfabéticamente y, por su parte, la opción “_Degree (old)” muestra los indicadores normalizados en escala de 0 a 1, mientras que la segunda opción los presenta en

porcentaje (de 0 a 100). Posteriormente, se abrirá una ventana en la cual sólo se tiene que seleccionar el archivo a analizar en la opción **“Input dataset:”**. La opción de tratar los datos como simétricos (pues se trata de una red dirigida) e incluir la diagonal en el análisis (por lo regular no se incluyen autonominaciones en las redes), se dejan configuradas en **“No”**. Después de seleccionar el archivo de nuestro ejemplo y al presionar el botón **“OK”**, se obtiene una salida de resultados con los indicadores deseados, similares a los de la Figura 65.

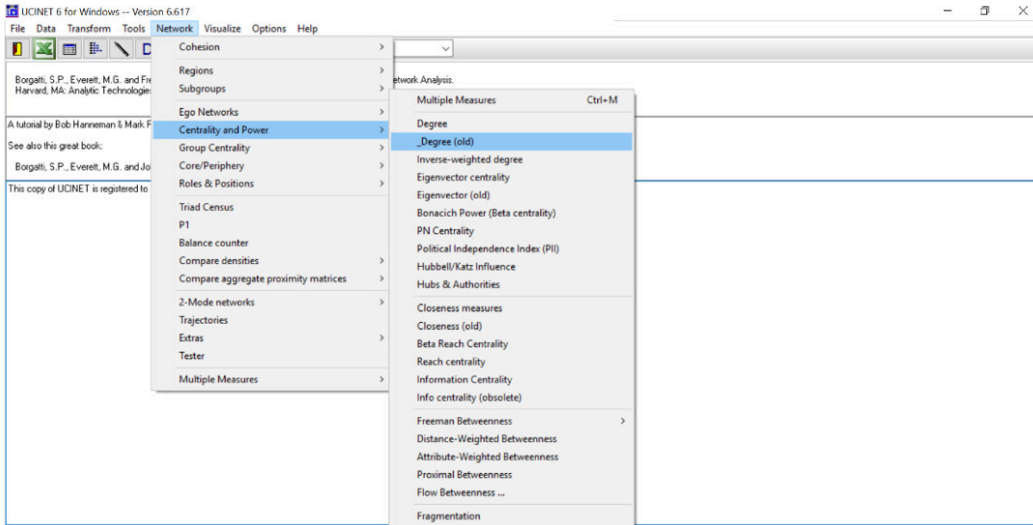


Figura 64. Menú para el cálculo de la centralidad de grado en UCINET.

FREEMAN'S DEGREE CENTRALITY MEASURES

Diagonal valid?
Model:

NO
ASYMMETRIC

		1	2	3	4
		OutDegree	InDegree	NrmOutDeg	NrmInDeg
8	ER017	5	0	50	0
7	ER014	2	0	20	0
6	ER013	2	1	20	10
9	ER018	2	3	20	30
5	ER012	2	1	20	10
3	ER005	1	2	10	20
2	ER003	1	0	10	0
10	ER024	1	1	10	10
4	ER010	0	3	0	30
1	ER002	0	4	0	40
11	ER025	0	1	0	10

Figura 65. Resultado de la centralidad de grado (de salida y entrada) por cada nodo.

Como se puede apreciar (Figura 65), el primer conjunto de resultados está basado en cuatro columnas, en el siguiente orden: grado de salida (*Out Degree*), grado de entrada (*In Degree*), grado de salida normalizado (*Nrm Out Degree*) y, grado de entrada normalizado (*Nrm In Degree*). Como se mencionó, el orden de los nodos está hecho considerando el grado de salida, de mayor a menor. En este sentido, el nodo ER017 es el de mayor grado de salida (refirió a otros cinco actores como sus fuentes de información), existen tres nodos que no tienen grado de salida. Por su parte, el actor más referido por los otros actores y que, por tanto, es importante para la red es el ER002 con 4 grados de entrada. Las siguientes dos columnas, que son los indicadores normalizados, son básicamente densidades individuales, es decir, es la proporción (expresada en porcentaje) de vínculos que cada actor tiene con respecto a las posibles. En este sentido, si la red es de 11 nodos, entonces cada uno de los actores podría vincularse a cada uno de los otros 10. Entonces, si los grados de salida de ER017 son 5 de 10 posibles, por lo tanto, su grado de salida normalizado es de 50%, y así para todos los actores, y lo mismo que para el grado de entrada.

Junto con los resultados anteriores, también se obtiene un conjunto de estadísticos descriptivos sobre los indicadores que pueden ser de utilidad para la interpretación de los resultados. En la Figura 66 se muestran dichos datos. Nótese cómo el estadístico promedio tanto del grado de entrada como de salida es igual

DESCRIPTIVE STATISTICS

		1	2	3	4
		OutDegree	InDegree	NrmOutDeg	NrmInDeg
1	Mean	1.4545	1.4545	14.5455	14.5455
2	Std Dev	1.3727	1.3048	13.7270	13.0479
3	Sum	16.0000	16.0000	160.0000	160.0000
4	Variance	1.8843	1.7025	188.4297	170.2479
5	SSQ	44.0000	42.0000	4400.0000	4200.0000
6	MCSSQ	20.7273	18.7273	2072.7273	1872.7273
7	Euc Norm	6.6332	6.4807	66.3325	64.8074
8	Minimum	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9	Maximum	5.0000	4.0000	50.0000	40.0000
10	N of Obs	11.0000	11.0000	11.0000	11.0000

Network Centralization (Outdegree) = 39.000%

Network Centralization (Indegree) = 28.000%

Actor-by-centrality matrix saved as dataset RedCaprinosN11-deg

Figura 66. Estadísticos descriptivos de los resultados de la centralidad de grado (de salida y entrada).

al obtenido durante el cálculo de la densidad (ver sección 5.1.1, Figura 60). Junto con ello se puede ver el tamaño de la red (línea “*N of obs*”), el número de vínculos existentes (línea “*Sum*”), entre otros estadísticos como es el valor mínimo, máximo, promedio, y desviación estándar. Al final, también se proporciona la centralización de la red; como nuestro ejemplo es de una red dirigida, entonces se muestra la centralización de salida y la de entrada, que coincide con los valores mostrados anteriormente (ver sección 5.1.2, Figura 63).

5.2.2. Centralidad de Cercanía

La cercanía puede ser vista como la independencia que tiene un nodo con respecto a todos los demás nodos en la red (Freeman, 1979). Es decir, si un “nodo A” necesita de varios nodos para alcanzar a otros más, entonces es distante; en comparación, si un “nodo B” está en contacto con otros y necesita de pocos nodos para alcanzar a otros más, entonces es cercano. En este ejemplo, el “nodo B” es más independiente que el “nodo A”, pues este último depende de otros; entonces, el “nodo B” tiene una mayor centralidad de cercanía. En este sentido, la forma de calcular la cercanía es a través de la suma de las distancias geodésicas de un nodo hacia todos los otros (Freeman, 1979). Sin embargo, mientras más grande sea la suma obtenida de las distancias de un nodo, más lejano estará éste de los demás nodos, y viceversa; por tanto, la centralidad de cercanía se obtiene mediante el inverso de la suma calculada. La versión normalizada de la cercanía se obtiene primero dividiendo la suma de las distancias geodésicas, entre $n - 1$, el cual es el valor mínimo posible de lejanía de un actor a todos los demás y, de hecho, este valor se puede alcanzar cuando el actor está conectado a todos los demás actores ($n - 1$). Una vez obtenida la división, se obtiene el inverso y así, la cercanía de un actor alcanza un máximo de 100 cuando está conectado a todos los demás actores.

En un contexto de interpretar una red conectada y lo que fluye dentro de ella, comúnmente la centralidad de cercanía se interpreta en términos del tiempo mínimo que tomaría a un nodo alcanzar el recurso que está fluyendo en la red. Entonces, un nodo con valor de cercanía alto, tardaría menos tiempo porque está más cercano a la red y; al contrario, para un nodo que depende de otros nodos y, que por tanto, está lejano del recurso, tomará más tiempo para alcanzarlo (Borgatti et al., 2013). Mientras más cercano esté un nodo a la red, más fácil éste puede alcanzar información u otro recurso y, además, su centralidad es mayor (de Nooy et al., 2005).

Uno de los detalles más problemáticos de la cercanía es que, a pesar de ser útil y fácil de interpretar en redes conectadas, no lo es para redes no conectadas.

Fundamentalmente, porque no se puede calcular una distancia geodésica entre nodos no conectados, lo cual podría tender al infinito (Freeman, 1979). Existen varias formas de tratar esta situación, por ejemplo, asignando un valor de distancia máximo, tomar una distancia recíproca o asignando el valor de cero, pero no es fácil de justificar la elección de uno u otro; por esta razón, a veces no es un indicador muy usado como medida de centralidad (Borgatti et al., 2013). Aunado a lo anterior, es que esta situación se acentúa en redes dirigidas, puesto que se debería calcular una cercanía de entrada y de salida; entonces, para que el indicador se obtenga de forma “adecuada”, todos los nodos deberían tener al menos un grado de entrada y uno de salida para que las distancias geodésicas entre todos los nodos puedan ser obtenidas, situación que en la realidad no es común.

Como se indicó anteriormente, para ejemplificar el cálculo de la centralidad de cercanía se utilizará una red hipotética (ver Figura 21) con datos no dirigidos y dicotomizada. De esta forma, para obtener el indicador por cada uno de los nodos que componen la red, en UCINET, se utiliza la ruta: **Network>Centrality and Power>Closeness (old)** (Figura 67). De la misma forma que en el indicador de Grado, nótese que existen dos opciones “*Closeness measures*” y “*Closeness (old)*”; sin embargo, se recomienda la segunda debido a que ésta incluye en los resultados la suma de los caminos geodésicos de cada uno de los nodos a todos los demás de la red. Posteriormente, se abrirá una ventana en la cual sólo se tiene que seleccionar el archivo a analizar en la opción “**Input dataset:**”. La siguiente opción marcada como “**Type:**”, por default tiene seleccionada “**Sum of geodesic distances (Freeman)**” y así se debe dejar, es decir, no es necesario cambiar nada. Por último, existen tres opciones para los valores de distancias que no pueden ser calculadas “**Value to assign undefined distances:**”, precisamente porque no existe ningún camino que una a los pares de nodos; en esta opción, lo recomendable es seleccionar la opción “**N (number of nodes)**”. Después de estos procedimientos y al presionar el botón “**OK**”, se obtiene una salida de resultados con los indicadores de lejanía y cercanía normalizada, similares a los de la Figura 68.

Los resultados obtenidos (Figura 68) muestran primero una columna con el indicador de lejanía (*Farness*), que es la suma de los caminos geodésicos que cada uno de los nodos tiene hacia los demás. En seguida se muestra la columna de la centralidad de cercanía normalizada (*nCloseness*). El mismo archivo de resultados, incluye un conjunto de datos con estadísticos descriptivos, muy similar al mostrado en la centralidad de grado. Como se explicó, este indicador de centralidad es inverso, es decir, a menor lejanía, mayor será la cercanía del actor dentro de la red y, viceversa. En el ejemplo de la Figura 68, el actor más cercano es “Leticia (64.71)” pues tiene el indicador más bajo de lejanía (17); por el contrario, el menos cercano es “Jorge (37.93)”, mismo que tiene la lejanía

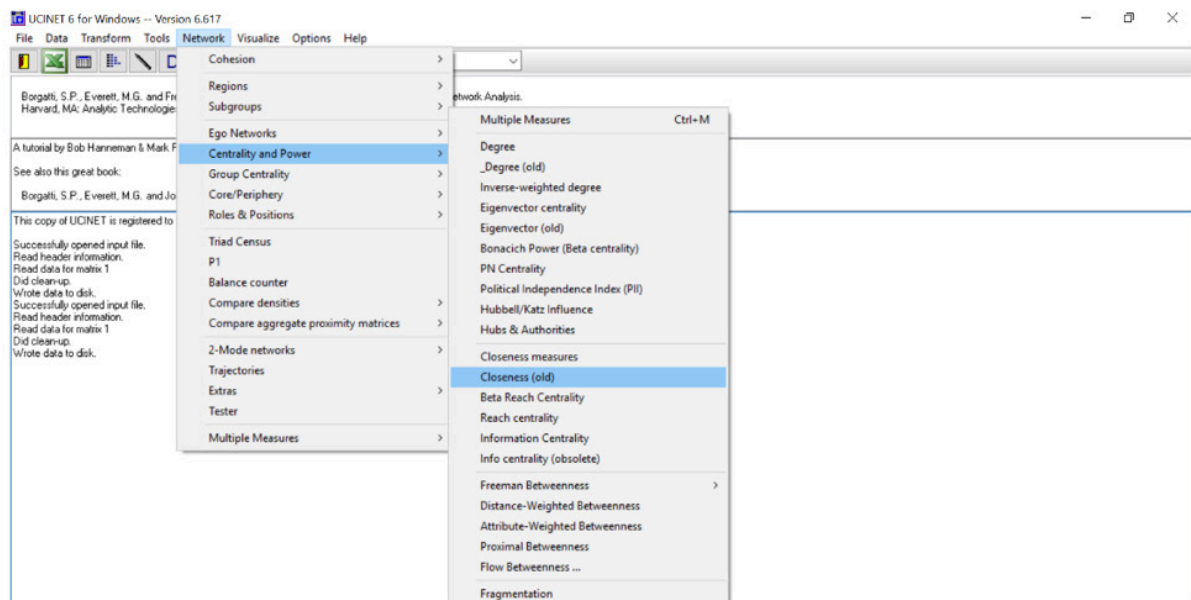


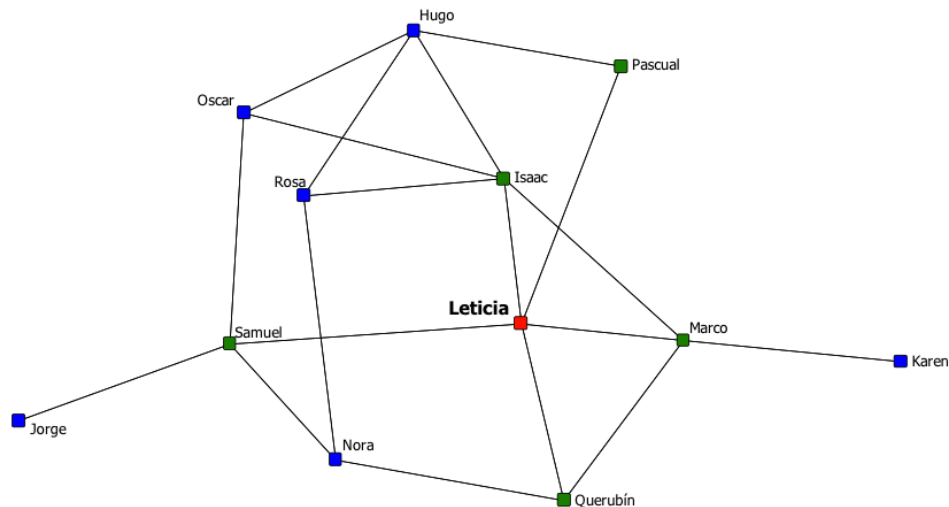
Figura 67. Menú para el cálculo de la centralidad de cercanía en UCINET.

CLOSENESS CENTRALITY			

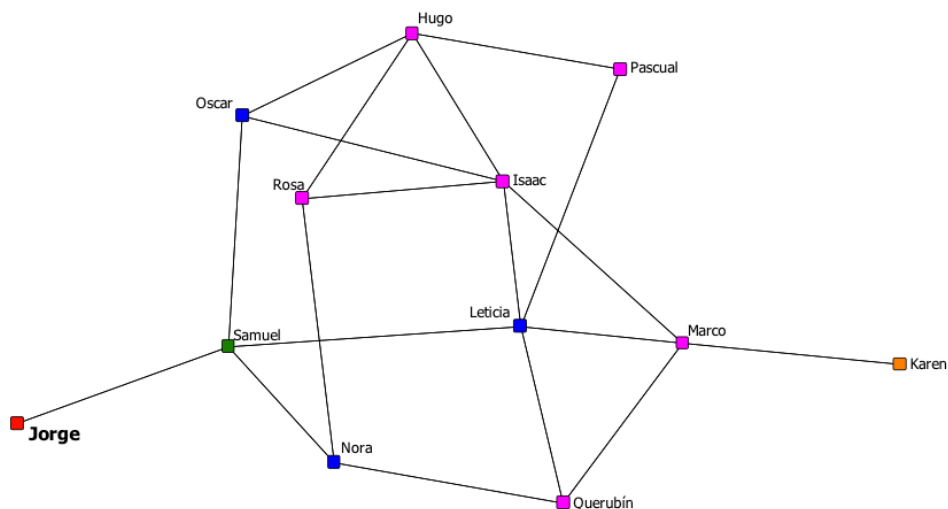
Method:		Geodesic paths only (Freeman Closeness)	
Closeness Centrality Measures			
		1	2
		Farness	nCloseness
		-----	-----
5	Leticia	17.0000	64.7059
2	Isaac	18.0000	61.1111
6	Marco	19.0000	57.8947
12	Samuel	19.0000	57.8947
1	Hugo	21.0000	52.3810
7	Nora	21.0000	52.3810
8	Oscar	21.0000	52.3810
11	Rosa	21.0000	52.3810
10	Querubón	22.0000	50.0000
9	Pascual	23.0000	47.8261
4	Karen	29.0000	37.9310
3	Jorge	29.0000	37.9310

Figura 68. Resultado de la centralidad de cercanía por cada nodo.

más alta (29). Esto se puede visualizar fácilmente en la Figura 69, en donde se muestra la misma red, pero considerando a los dos nodos focales mencionados. En la primera parte (Figura 69a) se observa como “Leticia” (nodo en color rojo), está conectado a cinco actores a una distancia de uno (nodos en color verde), y con otros cinco actores lo está a una distancia de dos (nodos en color azul), es por lo que su lejanía tiene el valor más bajo. Por su parte, Jorge (Figura 69b), sólo está conectado a un actor con distancia uno (nodo en color verde), después a



a. Caminos geodésicos de Leticia.



b. Caminos geodésicos de Jorge.

Figura 69. Caminos geodésicos de dos actores focales dentro de la red.

tres actores con distancia dos (nodos en color verde), seguido de seis actores a distancia de tres (nodos en color rosa) e incluso, está conectado a un actor con distancia de cuatro (nodo en color naranja), por lo que su valor de lejanía es el más alto (junto con el de Karen).

5.2.3. Centralidad de Intermediación

La intermediación es una medida basada en la frecuencia con la cual un nodo está ubicado entre los caminos geodésicos (caminos más cortos) que conectan a pares de otros nodos en la red (Freeman, 1979). La intermediación de un actor es cero cuando no está o no forma parte del camino más corto entre cualquier otro par de nodos en la red. Esto puede ocurrir, por supuesto, cuando un nodo está aislado (centralidad de grado cero) o cuando todos los actores con los que está conectado el actor focal (al que se le está calculando el indicador) están conectados unos con otros (Borgatti et al., 2013). En este sentido, la intermediación de un actor depende del grado en el cual éste es necesario como un enlace o eslabón para conectar a otros nodos y con ello facilitar la propagación de información dentro de la red (de Nooy et al., 2005; Jackson, 2008). De la misma forma, la intermediación es comúnmente interpretada como una medida del potencial de control que tiene un actor sobre “lo que fluye” a través de la red; en este sentido, los actores con alto nivel de intermediación están en una posición ventajosa pues pueden retener, interrumpir o distorsionar la operación de la misma (Borgatti et al., 2013; Freeman, 1979), pero también pueden acelerar la difusión de información o de otro “recurso” de interés para los actores de la red.

Un detalle a considerar en la intermediación, es que las estructuras de la red derivadas de las conexiones de los nodos van a influir en el nivel de intermediación de los actores, por ejemplo, en una red estrella, el nodo central intermedia todas las conexiones entre los demás actores; pero imagine ahora un “clique” (subred formada por tres o más nodos en donde todos los actores están conectados con todos, es decir, son adyacentes entre ellos) donde no hay un nodo central y, por tanto, ninguno de ellos es necesario para intermediar la conexión de los otros (Hanneman & Riddle, 2011; Wasserman & Faust, 1994). Otro detalle a tener en cuenta es que la intermediación toma en cuenta los caminos geodésicos entre los nodos, sin embargo, existen actores que intermedian a dos actores y que no necesariamente están intermediando los caminos más cortos, en este sentido, Freeman, Borgatti, y White (1991) desarrollaron el indicador llamado *Flow betweenness*, al considerar todos los caminos posibles entre los actores. Sin embargo, para efectos de la explicación, sólo nos referiremos al enfoque básico de la intermediación (Freeman, 1979).

Para el cálculo de la centralidad de intermediación de cada uno de los nodos que componen la red, en UCINET se utiliza la ruta: **Network>Centrality and Power>Freeman Betweenness>Node Betweenness** (Figura 70). Para este caso se está usando nuevamente el ejemplo de la red mostrada en la Figura 58, que es una red dirigida. Posteriormente, se abrirá una ventana en la cual sólo se tiene que seleccionar el archivo a utilizar en la opción **“Input dataset:”**. En este caso, no se tiene que configurar otro tipo de opciones, simplemente se tiene que presionar el botón **“OK”**. Al hacerlo, se obtiene una salida de resultados similar a la Figura 71.

Los resultados obtenidos (Figura 71) muestran primero dos leyendas a considerar en el cálculo de este indicador. La primera es que la centralidad de intermediación no puede ser calculada para redes con vínculos ponderados, pues el procedimiento dicotomizaría las relaciones si fuera el caso; de cualquier forma, los datos de red del ejemplo no están ponderados. La segunda leyenda por considerar es que el cálculo de la intermediación se hizo asumiendo que los vínculos son dirigidos, por lo que los caminos geodésicos tomarán en cuenta esta característica para poder ser determinados por el programa. Posteriormente, se muestran dos columnas, la primera es el número de caminos geodésicos que intermedia cada nodo (*Betweenness*), es decir, es el número de veces que el actor (nodo j) está dentro del camino geodésico de un par de nodos i, k . La segunda, es el mismo indicador, pero normalizado (*nBetweenness*). Este indicador también se expresa como porcentaje de la intermediación que tiene el nodo j , con respecto a la intermediación de todos los pares de nodos en la red, por supuesto excluyendo el nodo j .

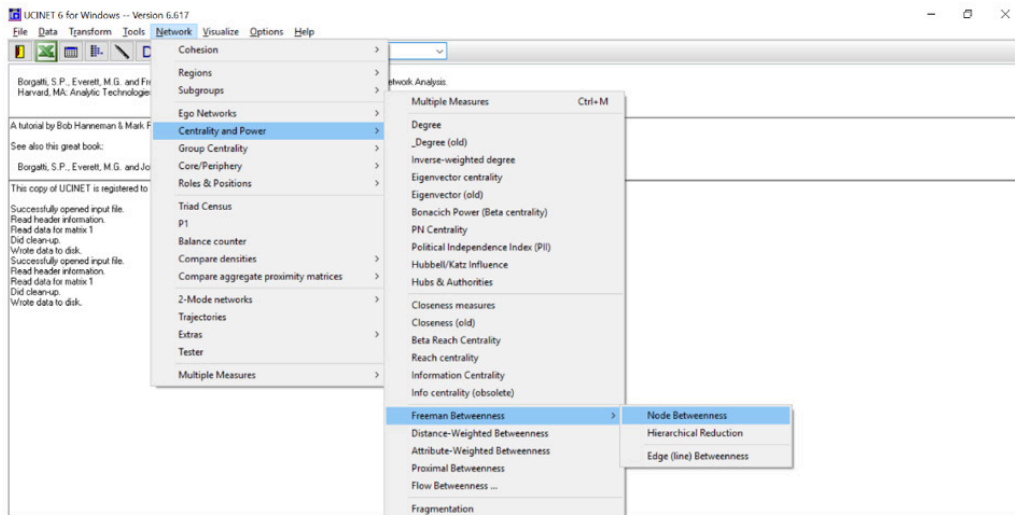


Figura 70. Menú para el cálculo de la centralidad de intermediación en UCINET.

FREEMAN BETWEENNESS CENTRALITY

Important note: This routine cannot handle valued data, so it binarizes your data automatically.
It DOES handle directed (non-symmetric) data, so it does NOT symmetrize.

Un-normalized centralization: 30.000

		1	2
		Betweenness	nBetweenness
9	ER018	3.0000	3.3333
1	ER002	0.0000	0.0000
3	ER005	0.0000	0.0000
2	ER003	0.0000	0.0000
5	ER012	0.0000	0.0000
6	ER013	0.0000	0.0000
7	ER014	0.0000	0.0000
8	ER017	0.0000	0.0000
4	ER010	0.0000	0.0000
10	ER024	0.0000	0.0000
11	ER025	0.0000	0.0000

Figura 71. Resultado de la centralidad de intermediación por cada nodo.

Como se puede observar, el único nodo que tiene cierto nivel de intermediación es el actor ER018 (Figura 71), ningún otro actor está intermediando a otros pares de nodos. Esto es interesante por dos cuestiones: primero, debemos recordar que la red es dirigida, entonces para que un nodo j esté intermediando las conexiones entre otros nodos (i, k) , al menos el nodo j debe tener un grado de entrada y uno de salida, situación que no sucede en muchos casos en nuestra red ejemplo. Segundo, aunque suceda lo anterior, es necesario que los nodos i, k que está intermediando el nodo j , no estén conectados. Por ejemplo, el nodo ER012 cumple con tener un grado de entrada y uno de salida, pero no cumple con el segundo punto, puesto que los nodos que intermedia (ER013 y ER002), están conectados directamente, por ello su nivel de intermediación es 0. Otro ejemplo ilustrativo es el del nodo ER017, el cual fue muy prominente en sus grados de salida (ver Figura 65); sin embargo, como no tiene ningún grado de entrada entonces no intermedia el flujo de las conexiones.

Volviendo con el nodo ER018, los tres caminos geodésicos que intermedia representan el 3.33% de los caminos geodésicos totales entre pares de nodos en la red. Para saber cuántos pares de nodos existen en una red, sin considerar el nodo focal (nodo j), se aplica la fórmula $(n - 1) (n - 2)$ para redes dirigidas; para redes no dirigidas, el producto anterior se divide entre 2. En nuestro caso, son 11 nodos, por tanto $(11 - 1) (11 - 2) = (10) (9) = 90$ pares posibles. Dividiendo $(3 / 90)$ y luego multiplicado por 100 para obtenerlo en porcentaje, obtendríamos 3.33. De la misma forma que en los indicadores anteriores, en las salidas del programa también se incluye un conjunto de estadísticos descriptivos.

Es importante comentar que, en ocasiones, aunque no se observa en el ejemplo, se pueden tener valores decimales en la columna de intermediación (*Betweenness*), esto se debe principalmente a que el nodo j no es el único nodo que intermedia el camino geodésico entre los nodos i, k . Por ejemplo, en la Figura 72, los nodos B, C y D, intermedian a los nodos A-E con la misma longitud de pasos, es decir, en cada caso el camino geodésico es 2. Entonces, el valor de intermediación sería $1 / 3 = 0.3333$ y normalizado de 2.7778; para más detalles ver Velázquez Álvarez y Aguilar Gallegos (2005) que presentan varios ejemplos.

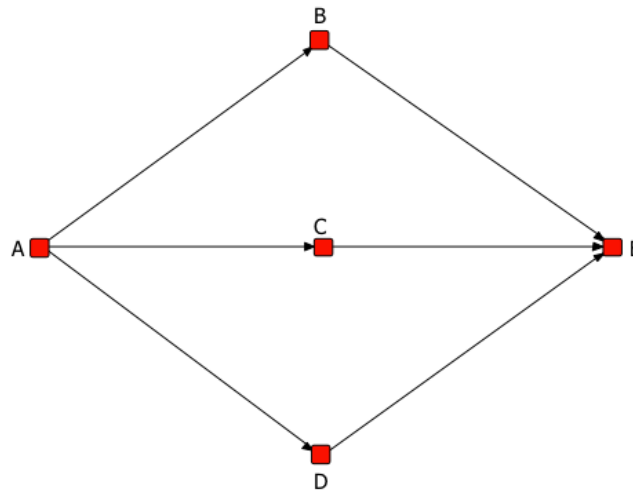


Figura 72. Ejemplo de tres nodos (B, C y D) intermediando a un par de nodos (A-E) con la misma longitud de camino geodésico.

5.2.4. Eigenvector

De una forma básica, el eigenvector deriva del razonamiento de que una medida simple de la popularidad de una persona es el número de vínculos que esa persona tiene, pero entonces puede ser deseable y posible, crear un índice de popularidad de segundo orden al considerar y ponderar los vínculos de las personas a las que el nodo original está conectado y, así sucesivamente (Bonacich, 1972). De esta forma, el eigenvector se puede interpretar como una medida de la popularidad de un actor en el sentido de que un nodo con alto valor del indicador está conectado a nodos que a su vez están bien conectados (Borgatti et al., 2013). Este indicador, al tomar en cuenta las relaciones indirectas, también ofrece más información con respecto a los vínculos de los nodos, porque puede ser que existan nodos con centralidad de grado bajas, pero que estén conectados a nodos con grados altos

y, por tanto, su eigenvector será alto; al contrario, puede ser que haya actores altamente conectados (grados elevados) pero que éstos no están conectados a nadie, por tanto, su eigenvector será bajo.

Uno de los detalles importantes a considerar en el uso del eigenvector, es que sólo trabaja con estructuras sociales (datos de red) simétricas (Bonacich, 1972). En redes dirigidas, el indicador no puede ser computado porque básicamente existen nodos que aunque tengan grados de entrada o salida, los actores a los que están conectados es posible que no tengan ninguno de los dos indicadores; por lo cual, el valor obtenido por el cálculo del eigenvalue (constante necesaria para el cálculo del eigenvector) será cero (Borgatti et al., 2013). En este sentido, es importante considerar que simetrizar la red simplemente para lograr obtener el indicador podría ser completamente incorrecto, sobre todo porque si el vínculo dirigido representa “algo”, esa información se pierde y, por supuesto, porque se podrían llegar a interpretaciones erróneas. Por tanto, el indicador recomendado para redes dirigidas sería la Centralidad Beta de Bonacich (Bonacich, 1987), que se explica a continuación.

Como se mencionó, el eigenvector es un indicador no recomendado para redes dirigidas, por lo tanto y para ejemplificar el cálculo de este indicador se utilizará nuevamente la red hipotética con datos no dirigidos y dicotomizada (ver Figura 21), la misma que se analizó para la centralidad de cercanía. De esta forma, para obtener el eigenvector de cada uno de los nodos que componen la red, en UCINET, se utiliza la ruta: **Network>Centrality and Power>Eigenvector centrality** (Figura 73). En este caso también existe una versión “old” del indicador “*Eigenvector (old)*”,

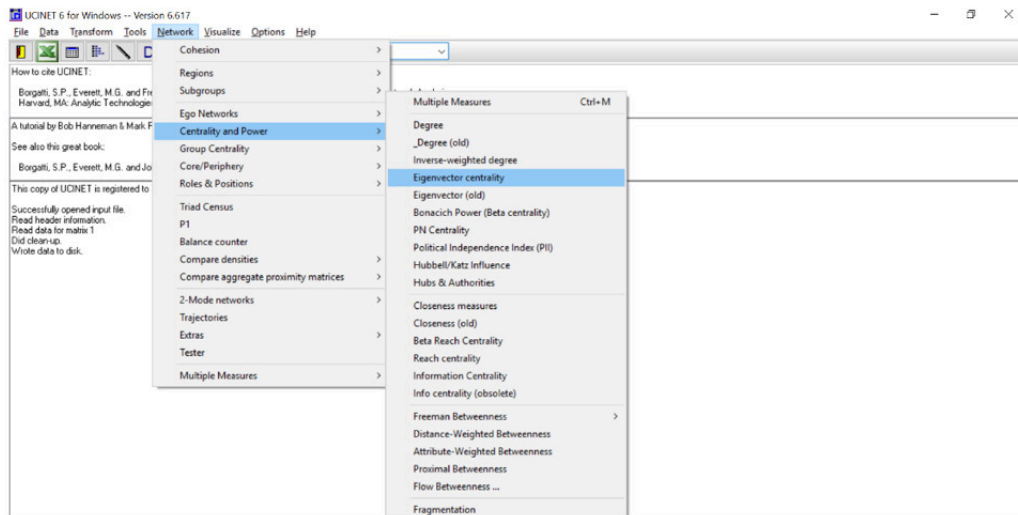


Figura 73. Menú para el cálculo de la centralidad de cercanía en UCINET.

sin embargo, en esta ocasión es más recomendable usar la primera opción debido a que ésta tiene algunas variantes que pueden ser de interés. Aunque la versión “old” también proporciona el indicador de forma normalizada, entonces será decisión del usuario cuál de las dos utilizará; en este caso usaremos la ya indicada. Posteriormente, se abrirá una ventana en la cual sólo se tiene que seleccionar el archivo a analizar en la opción **“Input Network:”**. En las opciones marcadas como **“Normalization”**, de manera automática está seleccionada la opción **“Euc. Norm=1”**, en este sentido se recomienda dejar así, junto con las otras opciones, entonces no sería necesario cambiar nada. De manera breve, el hecho de dejar la configuración **“Euc. Norm=1”**, hace que el procedimiento normalice el indicador entre uno, por lo cual la salida mostrará el valor original del eigenvector.

Si se quisiera obtener un indicador normalizado, acorde a los valores originales (de hecho, obtenida por la vía de la versión “old”), entonces se debería seleccionar la opción **“Div by max possible”**. También se podría obtener el indicador normalizado, dividiendo los valores originales entre el máximo observado. Aunque una vez más, todas estas elecciones las hace el usuario. Después de la configuración de las opciones se debe presionar el botón **“OK”**, de esta forma se obtiene una salida de resultados con el indicador de eigenvector, similares a los de la Figura 74.

```
EIGENVECTOR CENTRALITY
-----
Important note: This routine automatically symmetrizes by maximum.

      1
    Eigenv
    ector
    -----
1   Hugo 0.3310
2   Isaac 0.4479
3   Jorge 0.0745
4   Karen 0.0909
5   Leticia 0.4158
6   Marco 0.3330
7   Nora 0.2214
8   Oscar 0.2872
9   Pascual 0.2039
10  Querubín 0.2649
11  Rosa 0.2732
12  Samuel 0.2728

12 rows, 1 columns, 1 levels.
```

Figura 74. Resultado del eigenvector por cada nodo.

Los resultados obtenidos (Figura 74) muestran una columna con un único indicador, el eigenvector por cada actor. Como se explicó, este indicador toma en cuenta los vínculos indirectos; es así como, se puede observar que “Isaac (0.4479)” tiene el eigenvector más grande, seguido de “Leticia (0.4158)”, esta comparación es interesante porque ambos tienen cinco vínculos (Figura 75), pero si se comparan los vínculos que tienen los actores a los cuales cada uno (Isaac y Leticia) está conectado, se puede contabilizar que la principal diferencia está en que “Isaac” está vinculado a dos actores que a su vez están conectados a cuatro actores más, mientras “Leticia” sólo está conectado a un actor con esas características, además “Leticia” es adyacente a un actor que tiene vínculos con otros dos actores, en tanto que “Isaac” no está conectado a un actor así. Por supuesto, la lectura de los otros actores y de los otros vínculos indirectos se va realizando con la misma lógica. De esta forma es que un actor con un valor de eigenvector alto indicará y se podrá interpretar como que ese nodo está bien conectado con nodos que a su vez también están bien conectados. Es por esta situación que “Jorge” y “Karen”, a pesar de tener un solo vínculo directo, tienen valores de eigenvector diferentes. En este sentido, “Karen” está conectada a actores mejor conectados en comparación con “Jorge”. Esta descripción breve se puede visualizar fácilmente en la Figura 75 donde se asignó a los actores el valor del eigenvector como atributo, y después es representado usando el tamaño del nodo (ver sección 4.2.4); por ello, el mayor tamaño del nodo es porque el valor del eigenvector es más alto, y viceversa.

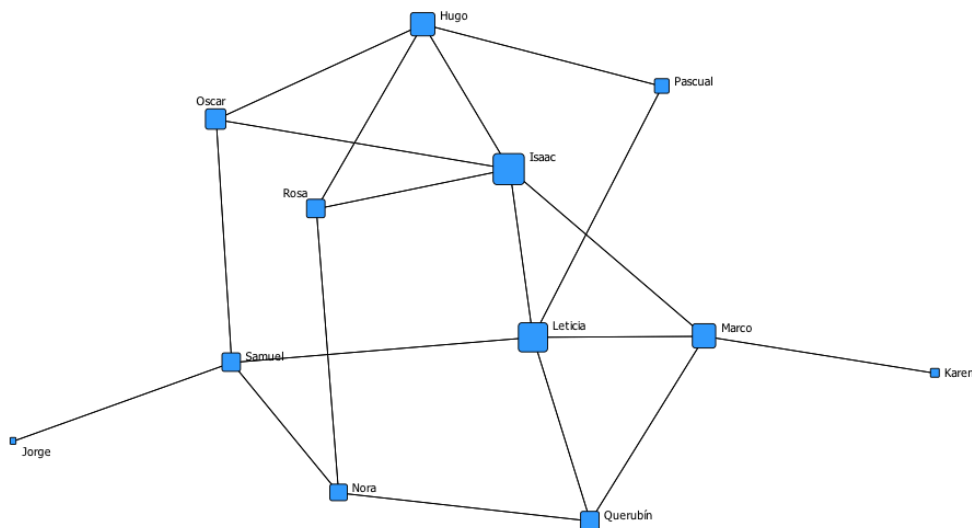


Figura 75. Gráfico de red con atributo eigenvector por cada nodo, a mayor tamaño mayor valor del eigenvector, y viceversa.

5.2.5. Centralidad Beta de Bonacich

Un indicador en el ARS que de manera muy interesante une el enfoque de la centralidad de grado y los vínculos indirectos (que serían aquellos que tienen los actores a los cuales un actor está conectado, es decir, el eigenvector), es la Centralidad Beta de Bonacich (Bonacich, 1987). Bonacich propuso un indicador basado en la idea de que el estatus de un actor dentro de una red es una función del estatus de aquellos con los que uno está conectado, para lo cual utiliza un parámetro *beta* (β , cuya magnitud afecta el grado en el cual los vínculos distantes son tomados en cuenta. El parámetro *beta*, que es elegido por el usuario, sirve como un ponderador basado en la longitud de los vínculos indirectos (Borgatti et al., 2013); es decir, el valor de *beta* es un factor que captura la forma en que el estar conectado a otros nodos decae con la distancia (Jackson, 2008), por supuesto, considerando un nodo focal. Entonces, cuando *beta* incrementa su magnitud, la centralidad de los actores a los cuales un actor está conectado toman más relevancia y, por tanto, incrementan el valor del indicador, y viceversa. Por tanto, cuando *beta* tiende a cero, la medida es básicamente equivalente a la centralidad de grado, es decir, sólo toma en cuenta a los nodos conectados directamente. De esta forma, la Centralidad Beta puede ser vista como una medida de influencia potencial que un actor puede tener sobre otros actores vía directa o indirecta, lo cual va a depender del valor *beta*, para saber qué tanto las distancias más largas entre pares de nodos son consideradas o no. Por último, el parámetro *beta* puede tomar valores tanto positivos como negativos; en el primer caso, la medida resultante hace referencia a la centralidad o influencia de un actor; en el segundo, el indicador representa una medida de poder (Bonacich, 1987).

Para ejemplificar la explicación anterior, imagine una red dirigida como la de la Figura 76, en la cual existen tres niveles. En el primero, sólo está el nodo A, en el segundo hay tres nodos B (B1-B3) y, en el tercer nivel, cada uno de los nodos B tiene cinco nodos C (C1-C15). Si se calculara la Centralidad Beta (con base en el grado de salida) con un parámetro *beta* de 0.8, es decir, que se tienen en cuenta distancias más largas, entonces la centralidad del nodo A sería de 3.7749 y de los nodos B, de 1.2583, a pesar de que los nodos B tienen más vínculos directos que A (Cuadro 3). Por el contrario, si se usara un parámetro *beta* de 0.1, entonces se tendrían en cuenta los vínculos más locales y cercanos, por lo cual la centralidad de los nodos B (2.2331) sería más alta que la del nodo A (2.0098), pues este último sólo tiene tres vínculos directos, en comparación a los cinco que tienen los nodos B; por supuesto, en ambos casos, la centralidad de los nodos C resultaría de cero.

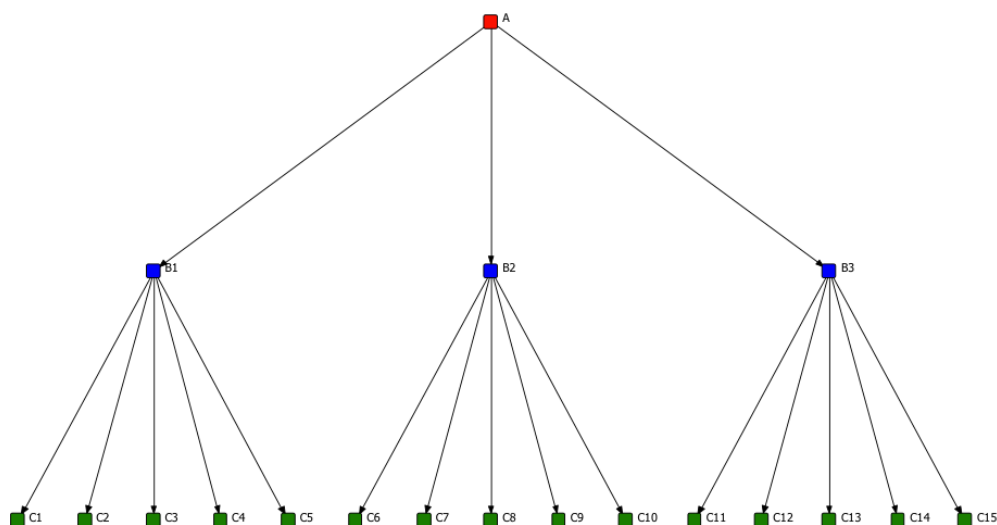


Figura 76. Ejemplo de una red jerárquica en tres niveles.

Cuadro 3. Centralidad Beta de Bonacich (con base en grados de salida) para varios valores de *beta*.

<i>Beta</i>	Nodo A	Nodos B	Nodos C
0.8	3.7749	1.2583	0.0000
0.5	3.3627	1.6013	0.0000
0.1	2.0098	2.2331	0.0000

Ahora bien, para el cálculo de la Centralidad Beta de Bonacich de cada uno de los nodos que componen la red, en UCINET se utiliza la ruta: **Network>Centrality and Power>Bonacich Power (Beta Centrality)** (Figura 77). Es importante mencionar que, para ilustrar este indicador, se está usando nuevamente el ejemplo de la red mostrada en la Figura 58, que es una red dirigida. Posteriormente, se abrirá una ventana en la cual sólo se tiene que seleccionar el archivo a analizar eligiendo **“Input Network Dataset:”**. Existen otras opciones que deben ser configuradas, pero básicamente las escogidas por default se deben conservar, sobre todo en las opciones de **“Parameters and Method:”** o **“Normalization method”**. Sólo en el caso de la sección **“Beta coefficient”**, existe un espacio titulado como **“Beta coefficient”** en donde se debe escribir el parámetro *beta* que se busca analizar; para nuestro ejemplo lo haremos con un valor *beta* de 0.6. Otra opción importante a considerar es la de **“Direction”**, ya que como se mencionó, este indicador puede ser obtenido para redes dirigidas. Siguiendo con nuestro ejemplo, se utilizará la opción **“In-centrality”**. Es conveniente considerar en esta última opción, que la selección de uno u otro (*In* o *Out*) dependerá del tipo de red y de la información que representa; en nuestro caso,

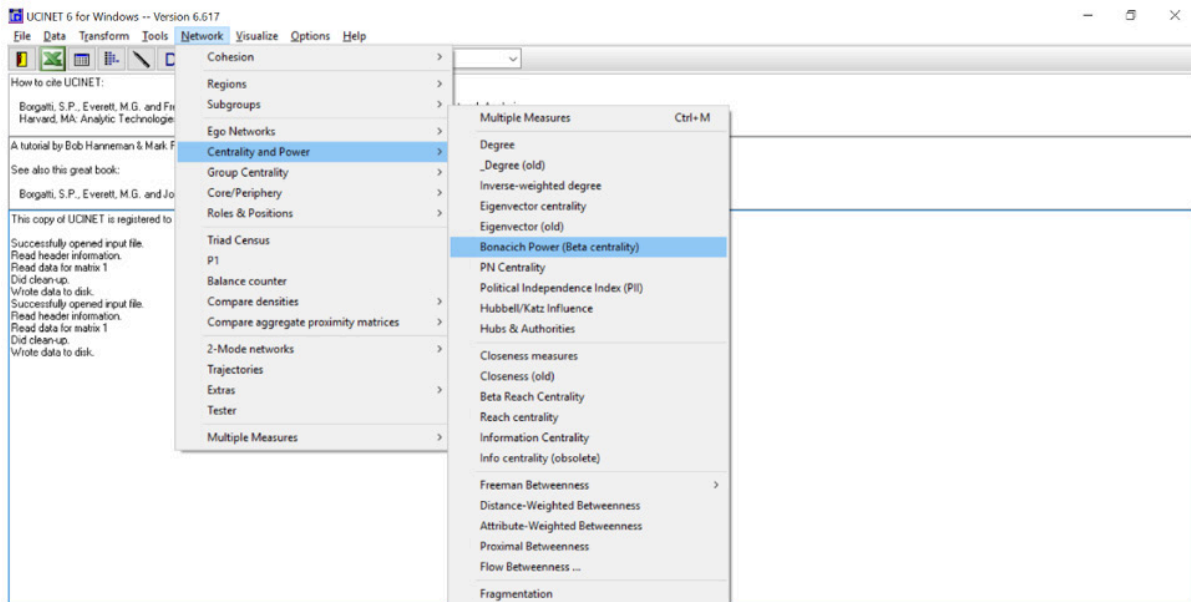


Figura 77. Menú para el cálculo de la Centralidad Beta de Bonacich en UCINET.

por ser una red de información y conocimiento, es que se seleccionó la opción ***“In-centrality”*** puesto que esto nos ayudará a saber cuáles son los nodos más importantes para el acceso a información y conocimiento. Posterior a la configuración de las opciones simplemente se tiene que presionar el botón ***“OK”***; al hacerlo, se obtiene una salida de resultados similar a la Figura 78.

Antes de continuar, es importante considerar que la elección del valor de *beta* dependerá de los fundamentos teóricos y empíricos subyacentes a la red y de lo que represente ésta; por ejemplo, Aguilar-Gallegos et al. (2016) usaron un valor de *beta* de 0.4 y la dirección ***“In-centrality”*** porque argumentan que utilizar un valor más alto implicaría suponer que la información vertida en un actor se difundiría a distancias más largas; por tanto, con el valor de 0.4 se asume (con bases teóricas y empíricas) que los vínculos locales y cercanos toman mayor relevancia pero, además ellos indican que los vínculos indirectos toman relevancia para alcanzar a actores distantes. Quizás en redes de difusión de virus informáticos, un valor de 0.2 o 0.4 no represente bien la red, en su lugar, valores altos de 0.8, 1.0, 10 o más, sean más recomendables. Es el mismo caso para redes jerárquicas; por ejemplo, en empresas o en arreglos institucionales por niveles. En estos casos, la información, órdenes o procedimientos, deben tener un nivel de penetración alto en toda la red, es decir, en estos casos se deberían manejar valores de *beta* altos.

```
BETA CENTRALITY / BONACICH POWER
-----

Beta value                                0.6
Beta parameter:                          0.6
Computational method:                    Exact (slow for large networks)

Beta value is 0.6

Bonacich Power

      1      2
    Beta C Normal
    -----
1 ER002  7.0000  1.5715
2 ER003  0.0000  0.0000
3 ER005  6.5000  1.4593
4 ER010  7.5000  1.6838
5 ER012  2.5000  0.5613
6 ER013  2.5000  0.5613
7 ER014  0.0000  0.0000
8 ER017  0.0000  0.0000
9 ER018  7.5000  1.6838
10 ER024  1.0000  0.2245
11 ER025  1.0000  0.2245
```

Figura 78. Resultado de la Centralidad Beta de Bonacich, usando un parámetro *beta* de 0.6, por cada nodo.

Regresando al ejemplo, los resultados obtenidos (Figura 78) muestran dos columnas, la primera es la Centralidad Beta sin normalizar (*Beta Ce*), es decir, es el cálculo de los vínculos directos e indirectos considerando el parámetro o factor de atenuación *beta*. La segunda, es el mismo indicador, pero normalizado (*Normali*). Este indicador es el que comúnmente se incluye en los informes o cuadros de resultados (ver Bonacich, 1987). En el caso del autor referido y del ejemplo expuesto, la normalización se obtiene de tal forma que la suma de los cuadrados de todos los valores sume el número total de nodos en la red, es decir, el tamaño de la misma; otros procedimientos de normalización podrían ser utilizados, por ejemplo, que la suma de los cuadrados de los valores sea igual a 1, e.g. Borgatti et al. (2013).

De esta forma, se puede apreciar que los actores con el mayor indicador son los ER010 y ER018 (1.6838), seguidos por el ER002 con 1.5715 (Figura 78). Este caso es interesante de analizar porque este último actor tiene 4 grados de entrada, mientras que los primeros dos actores sólo tienen 3 (Figura 79); sin embargo, es aquí en donde se aprecia el efecto que tienen los vínculos indirectos,

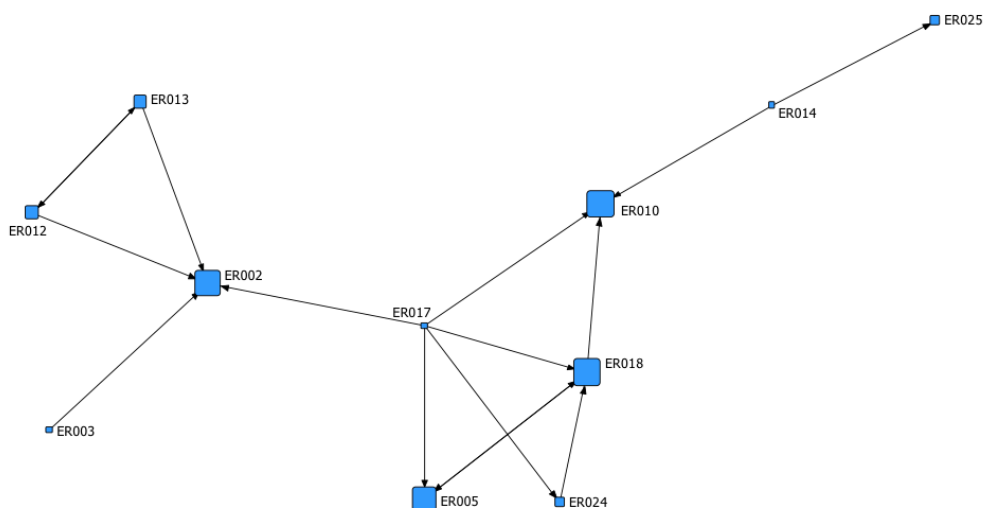


Figura 79. Gráfico de red con atributo Centralidad Beta de Bonacich por cada nodo, a mayor tamaño mayor valor de Centralidad Beta, y viceversa.

es decir, toman relevancia los vínculos que tienen los otros nodos a los cuales se está vinculado directamente, es por ello que el valor del ER002 es inferior al de los primeros dos, pues a los que ER002 está vinculado no tienen a su vez buenos vínculos. En el extremo se tienen los actores ER003, ER014 y ER017 cuyo indicador es de 0.0000 y, es obvio, pues no tienen grado de entrada (Figura 79). Por tanto, a mayor valor de la centralidad *beta* mayor será la relevancia del actor dentro de la red, y viceversa. La visualización del indicador en la red, usándolo como atributo, y siendo representado por el tamaño del nodo se aprecia en la Figura 79.

Por último, en este caso, sólo utilizamos la Centralidad Beta de Bonacich tomando como base los grados de entrada, pero también podría ser interesante para el usuario obtener el mismo indicador, pero ahora con los grados de salida el procedimiento sería el mismo sólo que se deberá marcar la casilla indicada como **“Out-centrality”** en las opciones de **“Direction”**.

5.2.6. Integración y Radialidad

La integración (Valente & Foreman, 1998) se refiere al grado en el cual un actor está conectado a muchos y diversos actores en una red. Este indicador no sólo toma en cuenta los vínculos directos, sino también los indirectos, y está basado en las distancias geodésicas invertidas (no recíprocas). De esta forma, un actor integrado puede ser alcanzado fácil y rápidamente por otros actores, por lo cual

este indicador puede ser tomado como una medida de cercanía, pero también de conectividad. El cálculo de la integración se basa en los grados de entrada; por tanto, la integración es una medida del grado en el que las nominaciones de entrada de un actor lo integran a la red. De esta manera, la integración mide qué tan bien está conectado un actor a la red.

La integración, al ser una medida de cercanía, se puede confundir con la centralidad de cercanía de un actor; básicamente, la diferencia radica en que uno toma las distancias invertidas y el otro las distancias recíprocas. Sin embargo, la integración tiene la ventaja, así como la radialidad, de ser calculada para nodos aislados o poco conectados, lo cual no es posible para la centralidad de cercanía, y se tendrían que hacer algunos ajustes de cálculo para obtenerla (ver sección 5.2.2).

Por su parte, la radialidad (Valente & Foreman, 1998) es una medida complementaria a la integración. Este indicador hace referencia al grado en el cual las relaciones de un actor, enviadas por él hacia la red, proveen acceso a varios y diversos actores, permitiéndole alcanzar a otros actores e insertarse en la red por diferentes vías. Este indicador también puede ser tomado como de cercanía, aunque también de alcance o accesibilidad. La radialidad, por tanto, está basada en los grados de salida y, al igual que la integración, va más allá de los vínculos directos de los actores a los cuales está conectado. De esta forma, un actor con un nivel alto de radialidad es capaz de alcanzar a muchos más actores en la red a través de pocos pasos, debido a los vínculos indirectos de otros nodos (Costenbader & Valente, 2003). Es decir, la radialidad mide qué tan bien los vínculos de un actor alcanzan a los actores de la red.

Los indicadores de integración y radialidad, al ser considerados como una medida de cercanía, se obtienen siguiendo el mismo menú utilizado en la Centralidad de Cercanía (ver sección 5.2.2). De esta forma, para calcular la integración y radialidad por cada uno de los nodos que componen la red, en UCINET se utiliza nuevamente la ruta: **Network>Centrality and Power>Closeness (old)** (ver Figura 67). Sólo se debe recordar que se utiliza la opción "*Closeness (old)*" y no la que está marcada como "*Closeness measures*". También se debe recordar que para ejemplificar estos dos indicadores utilizaremos la red de 11 nodos con vínculos dirigidos (ver Figura 58). Posteriormente, en la ventana que se abre (Figura 80), se deberá seleccionar el archivo a analizar en la opción "**Input dataset:**". El siguiente apartado es crucial para la obtención del indicador, en la casilla desplegable de la opción "**Type:**", en automático aparece "*Sum of geodesic distances (Freeman)*", pero en este caso se deberá seleccionar "**Avg of reversed distances (Valente-Foreman)**" (Figura 80). En la siguiente opción de "**Gradient**", no es necesario cambiar la configuración. Por

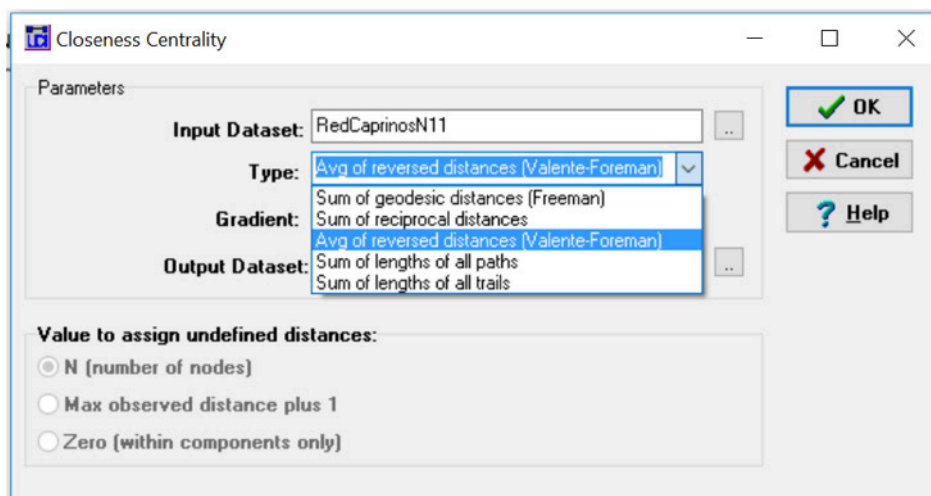


Figura 80. Configuración para el cálculo de la integración y radialidad en UCINET.

último, como se mencionó anteriormente, la integración y radialidad no tienen ningún problema de cálculo para redes fragmentadas y nodos no conectados, como lo tiene la Centralidad de Cercanía (ver sección 5.2.2), por lo que las tres opciones en la sección ***“Value to assign undefined distances:”*** se desactivan automáticamente. Después de esta configuración, sólo se debe presionar el botón ***“OK”***. De esta forma, se obtiene una salida de resultados con los indicadores integración y radialidad, similares a los de la Figura 81.

CLOSENESS CENTRALITY				

Note: Data not symmetric, therefore separate in-closeness & out-closeness computed.				
Closeness Centrality Measures				
		1	2	3
		Integration	Radiality	nIntegration
				nRadiality
		-----	-----	-----
1	ER002	0.8000	0.0000	40.0000
4	ER010	0.8000	0.0000	40.0000
9	ER018	0.6000	0.4000	30.0000
3	ER005	0.5000	0.3000	25.0000
6	ER013	0.2000	0.4000	10.0000
10	ER024	0.2000	0.4000	10.0000
5	ER012	0.2000	0.4000	10.0000
11	ER025	0.2000	0.0000	10.0000
2	ER003	0.0000	0.2000	0.0000
8	ER017	0.0000	1.0000	0.0000
7	ER014	0.0000	0.4000	0.0000

Figura 81. Resultado de la integración y radialidad por cada nodo.

Los resultados obtenidos del procedimiento efectuado (Figura 81) muestran cuatro columnas; las dos primeras son para los indicadores sin normalizar (*Integration*, *Radiality*). En seguida, la tercera y cuarta columna son los mismos indicadores, pero normalizados (*nIntegration*, *nRadiality*). En ocasiones, los indicadores normalizados son los que se recomienda reportar para poder hacer comparaciones con otras redes, incluso si son de tamaños diferentes (Valente & Foreman, 1998). En este caso, la normalización se obtiene dividiendo el valor original entre el máximo valor de la distancia inversa de la matriz de distancias geodésicas, es decir, el diámetro de la red (Valente & Foreman, 1998). En nuestro ejemplo, se puede notar que al dividir cada valor original de la integración y radialidad entre dos, y después multiplicarlo por 100, se obtiene el valor de los indicadores normalizados; se divide entre dos, porque es el diámetro de la red (ver Figura 58). En este mismo caso de los indicadores normalizados, Aguilar-Gallegos et al. (2016) explican que en una red tipo estrella, con 5 nodos y con vínculos dirigidos hacia adentro (donde el diámetro de la red es 1), el nodo central (con 4 grados de entrada) tiene una integración del 100%, es decir, este nodo integra a la totalidad de los nodos en la red. Por otra parte, cada uno de los otros 4 nodos (con un grado de salida), tiene una radialidad normalizada de 25%; lo cual indica que cada uno de ellos solo alcanzaría a un cuarto de los nodos involucrados en la red, que precisamente sería el nodo central.

Con estas aclaraciones en mente, se puede observar en la Figura 82 que los actores con el mayor nivel de integración son ER002 y ER010 (valor normalizado de 40%). Lo cual se podría interpretar como que estos nodos pueden ser alcanzados

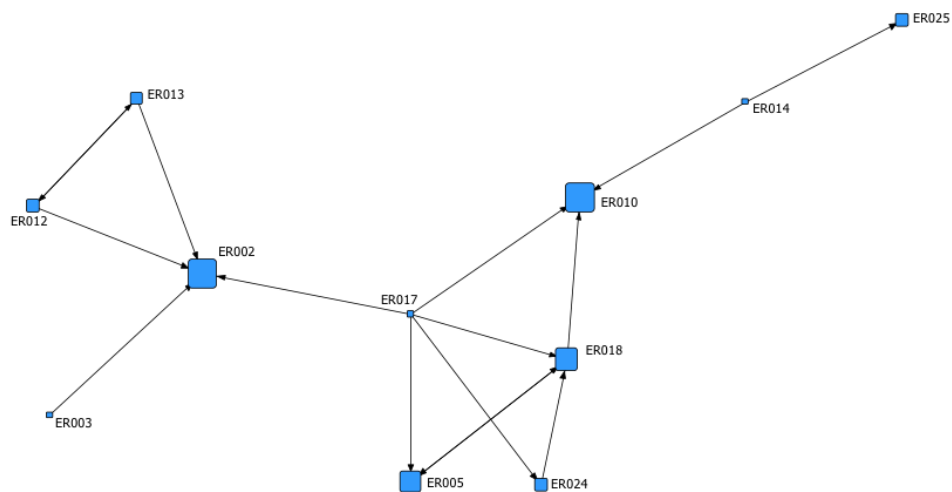


Figura 82. Gráfico de red con atributo integración por cada nodo, a mayor tamaño mayor valor de integración, y viceversa.

por el 40% de la red. Se debe recordar que la integración está basada en los grados de entrada y por eso coincide con que estos dos nodos son los que tienen grados de entrada más altos, de 4 para ER003 y de 3 para ER010; de hecho estos indicadores están muy correlacionados (Aguilar-Gallegos et al., 2016). En este sentido, es muy interesante observar que, aunque los dos actores difieren en el grado de entrada, tienen la misma integración. Esto se debe a que, como se mencionó, la integración y la radialidad toman en cuenta los vínculos indirectos y no sólo los directos. Es así como se puede observar en la Figura 82 que ER003 no tiene ningún vínculo de entrada indirecto, sólo directos; mientras que, ER010 tiene dos vínculos de entrada indirectos de dos pasos, a través de ER018 y que serían ER005 y ER024; por lo que su indicador de integración es el mismo. Por su parte, los nodos que no poseen ningún grado de entrada tienen un nivel de integración de 0.000.

Complementaria a la integración, está la radialidad, basada en los grados de salida. Por tanto, el actor más radial en la red es el ER017 (50%, Figura 83), que se interpreta como la capacidad de alcanzar al 50% de los nodos que componen la red. Este valor de la radialidad del actor se debe a sus 5 grados de salida; sin embargo, se puede verificar que no posee ningún vínculo indirecto, debido a que con los actores que está conectado, a través de sus grados de salida, no tienen a su vez grados de salida a otros actores. Como puede ser el caso del ER024 que a través del ER018 y sus grados de salida, puede alcanzar a ER010 (Figura 83). De esta forma, nodos sin grados de salida tendrán una radialidad de cero, como lo son ER002, ER010 y ER025 (Figura 81).

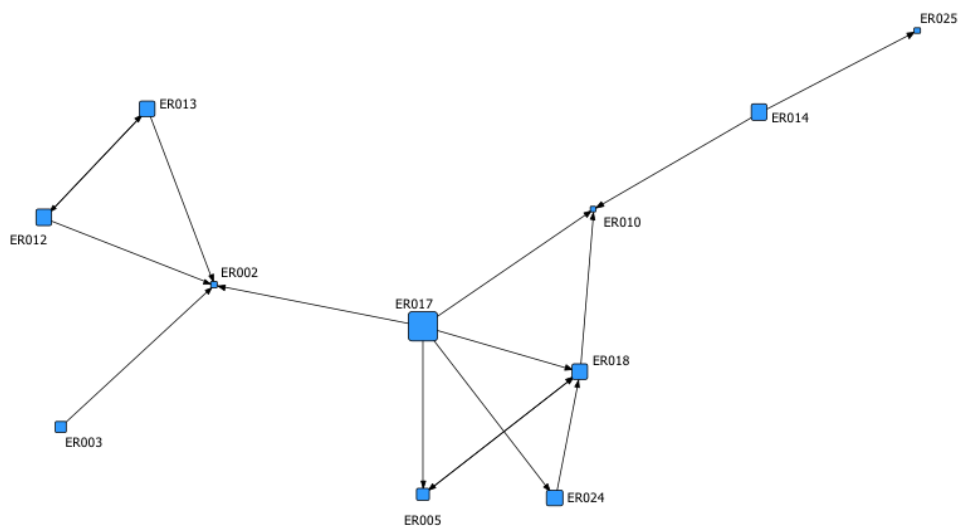


Figura 83. Gráfico de red con atributo radialidad por cada nodo, a mayor tamaño mayor valor de radialidad, y viceversa.

5.3. Interpretación de los indicadores del ARS

Por lo general, durante el proceso de colecta de información de redes y, por ende, durante el análisis de dicha información, la red que se genera está asociada y se refiere a un tipo específico de vínculo (Marsden, 2005). Por lo tanto, la especificación del tipo de red que se analiza y de la información que representa es siempre un aspecto importante que se debe tener en cuenta para la correcta interpretación de los indicadores, más aún cuando la red está formada por vínculos dirigidos (Aguilar-Gallegos et al., 2016).

De esta forma, no es lo mismo visualizar un vínculo $A \rightarrow B$ que provenga de una pregunta tipo “¿Con quién habla a menudo a través de la radio mientras está Usted de pesca?” (Johnson, 1986) a otra pregunta del tipo “¿Persona, organización o evento de la que aprende o acude cuando tiene problemas relacionados con la producción en su invernadero?” (García Sánchez et al., 2011), y lo mismo para esta pregunta “¿A quién recurre para obtener información y conocimiento para implementar las prácticas, tecnologías e innovaciones que realiza en su unidad de producción (caprina)?” (Aguilar-Gallegos et al., 2017). En los tres casos existe una direccionalidad de la respuesta, pero no se puede llegar a la misma interpretación de los indicadores. Por ejemplo, imagine que se pregunta “¿Con quién comercializa su producción y en qué volumen o porcentaje?”, esta última pregunta también tiene dirección e incluso los vínculos podrían tener peso, y la interpretación de los indicadores sería diferente a los casos anteriores. Incluso, como ha sido señalado por otros autores (Aguilar-Gallegos et al., 2016), un vínculo $A \rightarrow B$ en donde se preguntó sobre fuentes de información y conocimiento, quiere decir que B es la fuente de información de A y, no que A le está compartiendo información y conocimiento a B. En este sentido, se recalca la importancia de siempre hacer la interpretación de los indicadores del ARS a la luz de la información que representa la red, y de la pregunta de la cual se deriva el vínculo.

De acuerdo con lo señalado, se presentan las siguientes recomendaciones para la interpretación de los indicadores:

1. Siempre hacer mención de la pregunta o información que dio origen a la red. Omitir esto llevará sólo a una visualización de “lo que sea” que represente la red, sin posibilidad de precisar qué está siendo representado con los gráficos de redes.
2. Explicar si la información colectada lleva a la obtención de vínculos dirigidos o no dirigidos. En ambos casos, se recomienda explicar si los vínculos (por la información que representa) tienen niveles o intensidades; si es el caso, proporcionar más información sobre qué representa cada nivel. Además, la escala o variación de los mismos; por ejemplo, representan proporciones,

cantidades, distancias, escalas ordinales o nominales, escalas tipo Likert, entre otros.

3. Con base en lo anterior, la direccionalidad y la intensidad de los vínculos, es necesario considerar el uso y posibilidad de interpretación de los indicadores. Recordando (ver sección 5.2), algunos de éstos no pueden ser utilizados en redes dirigidas; otros no son posibles de obtener en redes fragmentadas, y otros son necesarios en forma dicotómica. Entonces, una explicación de los indicadores a emplear es necesaria y recomendable.
4. Una vez que se realiza el cálculo de los indicadores del ARS, es conveniente que se haga su interpretación uno a uno, por las implicaciones que tienen. Por ejemplo, si son indicadores directos o indirectos (e.g., Aguilar-Gallegos et al., 2016); o si se trata de indicadores de enlace o de puenteo (e.g., Bourne, Gassner, Makui, Muller, & Muriuki, 2017), entre otros.
5. En especial, para vínculos dirigidos, no obviar u olvidar la dirección del flujo. Tal y como se ha indicado, un vínculo $A \rightarrow B$ no significa lo mismo a la luz de una pregunta que de otra. Por ejemplo, en una red estrella “hacia adentro” donde el nodo “A” recibe todos los vínculos de entrada, y se preguntó nuevamente sobre fuentes de información y conocimiento a los actores involucrados, el nodo “A” será un actor clave por ser un nodo fuente de otros. En comparación, si con la misma pregunta obtenemos una red estrella “hacia afuera”, donde el nodo “A” envía todos los vínculos a los otros nodos (el nodo “A” tiene alto grado de salida), la interpretación será diferente, en este último caso puede ser posible que el nodo “A” sea un “buscador o recolector” de información, en lugar de “una fuente de información” como en el primer caso. Siguiendo el mismo ejemplo de las dos redes estrella mencionadas, imagine que se preguntó “¿A quién le ha comentado sobre lo aprendido y visto durante el proceso de capacitación y giras tecnológicas a las que asistió?”; si en este sentido se obtiene la red estrella hacia afuera, la interpretación será que el nodo “A” es un actor que comparte su conocimiento; pero si fuera una red estrella hacia adentro, implicaría que el nodo “A” es un actor que está recibiendo información por diferentes vertientes, pero en ninguno de los casos, se podrá interpretar que el nodo “A” es importante (ejemplificando en extremo) porque les vende insumos a muchos agricultores, ya que simplemente los vínculos existentes en la red no representan eso. La “direccionalidad” que se deriva de la pregunta es entonces crucial para interpretar los indicadores de redes.
6. En especial, para el caso de la intermediación, no se debe olvidar que el flujo que está intermediando el nodo focal es resultado de la direccionalidad; por ejemplo, si se tiene el vínculo $A \rightarrow B \rightarrow C$ derivado de una pregunta asociada

a fuentes de información (como la tercera de los ejemplos ofrecidos al inicio de esta sección); entonces, B está intermediando la información que recibe de C y que, por tanto, A recibe de B. Estaría mal interpretar que B intermedia la información de A hacia C. La misma consideración se debe tener para indicadores como la Centralidad Beta de Bonacich, la integración y la radialidad donde, por sus características de indicadores indirectos, la direccionalidad de los vínculos tiene implicaciones importantes.

7. Algunos indicadores del ARS son más elocuentes en su forma normalizada que “cruda” o no normalizada. Por tanto, es recomendable que en esos casos se haga uso de las versiones normalizadas, en éstas su interpretación puede ser más sencilla.
8. Aunque parezca obvio, se debe señalar que hasta cierto punto es incorrecto “sumar relacionamientos” derivados de distintas preguntas generadoras de datos de red. Esta es una práctica que se ha detectado en alguna literatura, en donde proceden a sumar relacionamientos de “acceso al conocimiento”, de “compra de insumos”, de “venta de cosechas”, y hasta de “la red de amigos”, para generar una “red conjunta”. Derivado de la explicación que se ha dado hasta este momento, el lector fácilmente puede inferir que esa “red conjunta” no logra representar algo congruente. Sin embargo, es necesario apuntar que existen redes multi-nivel y multi-actor en donde se analizan diferentes tipos de vínculos, pero cuyos análisis también son especializados.
9. Por último, la interpretación de los indicadores, por separado, puede verse enriquecida si cada indicador generado es utilizado como atributo de los nodos al momento de elaborar gráficos. En algunos casos esto es aún más elocuente cuando se usa el tamaño del nodo (ver sección 4.2.4) para representar el indicador.

Esta sección es importante que se tenga en cuenta porque existen algunos casos en la literatura en donde la interpretación de los indicadores se ha hecho a la inversa (no tuvieron cuidado de la dirección del vínculo); otros en donde la explicación metodológica de los indicadores, así como su cálculo, es erróneo (por tanto, la interpretación de los resultados carece de fundamento), y otros más donde se llega a conclusiones con base en información que no está representada en los vínculos que forman la red (es decir, no tuvieron consideración de la información que subyace y da forma a la red). Por tanto, en la medida en que la interpretación de los indicadores del ARS se haga con apego a la información que una red representa, más sencillo será ver la utilidad de los mismos. En su caso, tratar de interpretar algo que no se logra visualizar en la red o que no tiene respaldo en la información colectada, llevará a conclusiones erróneas y fuera de lugar.

6. Selección de actores clave

En el ARS existe un conjunto de teorías y herramientas metodológicas que permite localizar individuos que son más centrales en su entorno social, y entonces es muy posible que sean influyentes dentro de sus redes (Valente & Davis, 1999); estos actores clave pueden funcionar para dinamizar, acelerar y difundir más rápidamente buenas prácticas, tecnologías e innovaciones (Aguilar-Gallegos et al., 2017; Valente & Davis, 1999). Otro punto importante de estos actores clave es que, desde un punto de vista de la articulación de la red, son estratégicos pues sin ellos la red se fragmentaría, no habría cohesión y, por tanto, algunos actores no podrían “alcanzarse” unos con otros. En este sentido, el propósito de la identificación y selección de actores clave dentro de una red se basa en que, dentro de un contexto social, siempre existen algunos actores más referidos por sus pares, por tener características sobresalientes en comparación de los demás (Aguilar-Ávila, Santoyo-Cortés, Muñoz-Rodríguez, Aguilar-Gallegos, & Martínez-González, 2015; Aguilar Ávila, Rendón Medel, Muñoz Rodríguez, Altamirano Cárdenas, & Santoyo Cortés, 2011). Entre estas características, en el sector agrícola, están: mayor tamaño del rebaño o superficie agrícola, mejor calidad genética, mayor antigüedad en la actividad, mejor prestigio social, pero sobre todo mayor cúmulo de conocimientos, entre otros. Con seguridad el lector podrá enlistar los rubros destacados de los actores que conforman la red que pretende analizar, según el contexto de la actividad de éstos y de su interés particular.

Aunado a lo anterior, los actores clave por lo regular son considerados como aquellos que tienen las posiciones más centrales dentro de la red (Valente, 2012); estos actores por tanto pueden ejercer una influencia sobre los demás actores a los cuales están conectados (Valente et al., 2015; Valente & Pumpuang, 2007), directa o indirectamente. Es así, una vez más, que el ARS es una herramienta muy poderosa para encontrar a los actores más centrales, derivado de las menciones de los otros actores (Aguilar-Gallegos et al., 2017).

No obstante, existen diversas formas de obtener indicadores que den cuenta de la importancia de los actores dentro de la red. En la sección 5.2 se han explicado algunos de estos indicadores, los cuales van desde encontrar a los más centrales por tener mayor número de nominaciones o por nominar a un mayor número de actores, es decir, por su grado de entrada y/o salida (Freeman, 1979); los que están más cercanos a otros actores y por tanto pueden tener acceso a recursos

más rápidamente (Freeman, 1979); los que están intermediando el flujo de información (Freeman, 1979; Freeman et al., 1991); los que ejercen cierto nivel de poder y son más centrales por las conexiones que poseen los actores a los que están directamente conectados (Bonacich, 1987); los que están más integrados en la red o son más radiales en ella y, por tanto, pueden ser fácilmente alcanzados por otros actores o saben cómo insertarse y moverse entre el entramado de relaciones (Valente & Foreman, 1998), entre otros.

En este punto es donde se destaca el uso de software especializado para encontrar a los actores clave, en este caso se hará referencia al uso del software *KeyPlayer 2* (Borgatti, 2006; Borgatti & Dreyfus, 2005). El problema básico que busca solucionar este procedimiento es encontrar un conjunto de nodos, llamados conjunto-*kp* (*kp* por *Key Player*), de tamaño *k*, con dos posibilidades (Borgatti, 2006):

- i. Primero, si se remueve el conjunto-*kp*, resultaría en una red con la menor cohesión posible, esto es, la red se fragmenta. Este conjunto de nodos es definido como KPP-Neg (“*Key Player Problem/Negative*”).
- ii. Segundo, un conjunto-*kp* tal que esté conectado al máximo número de otros nodos, es decir, que a través de sus vínculos se alcance la mayor cobertura posible de la red. Este conjunto de nodos es definido como KPP-Pos (“*Key Player Problem/Positive*”).

Debido a que la selección de actores clave, usando el enfoque de selección de un conjunto-*kp*, tiene dos vertientes: el KPP negativo y positivo (Borgatti, 2006), se considera importante explicar su cálculo, a través del uso del software *KeyPlayer 2*, por separado. De esta forma, primero se mostrará el KPP-Neg y posteriormente, el KPP-Pos.

Sin embargo, antes de continuar, es importante mencionar que para poder trabajar con el software *KeyPlayer 2*, el archivo de red que se vaya a analizar debe estar guardado en formato VNA (ver sección 4.5). Como se mencionó en la sección referida, este archivo se genera desde NetDraw (Borgatti, 2002) y para ello se utiliza la ruta del menú **File>Save Data As>VNA**. Al dar clic en la ruta anterior, aparecerá una ventana como se aprecia en la Figura 84. En esta ventana lo que se tiene que configurar es sólo el nombre del archivo y la ubicación del mismo, esto se hace en la opción **“Name of VNA file to create:”**, usando el botón marcado con tres puntos suspensivos. Las demás opciones deben quedar como se muestra en la Figura 84; es decir, en las opciones de **“What to save:”** se selecciona **“Current relation, only active ties and nodes”**, y en las opciones de **“Delimiter”** se selecciona **“Spaces”**. Por lo regular estas opciones están

seleccionadas de manera automática. Después, sólo se debe dar clic en el botón “OK”. Es recomendable guardar el archivo en una carpeta conocida y de fácil ubicación en el disco duro, pues puede llegar a suceder que el nuevo archivo creado no se encuentre con facilidad. De esta forma, se está en posibilidades de trabajar en el software *KeyPlayer 2*. En nuestro caso y para ejemplificar su uso, se seguirá empleando la red ejemplo de la Figura 58, que representa un extracto de once nodos de una red con vínculos dirigidos de caprinocultores que intercambian información y conocimiento para la innovación, ver Aguilar-Gallegos et al. (2017) para mayor detalle.

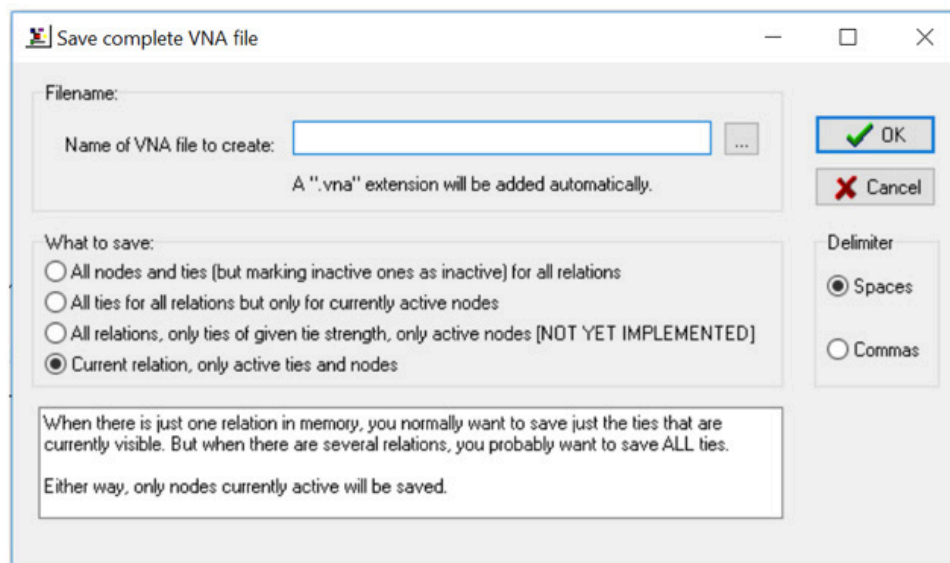


Figura 84. Creación del archivo VNA desde NetDraw.

6.1. El conjunto-*kp* negativo: Fragmentación

Como se mencionó, el concepto fundamental para encontrar el conjunto-*kp* negativo (KPP-Neg) es la fragmentación de la red. Básicamente y de forma muy resumida, esto podría resolverse desde diferentes vertientes, la más básica sería a través del indicador de centralidad de intermediación, pero no es adecuada; otra podría ser a través de la obtención del máximo número de componentes en la red, no obstante, tiene el inconveniente del tamaño de los componentes, entre otras formas, ver Borgatti (2006) para más detalle de cada caso. Después de diversos argumentos, el autor (Borgatti, 2006) llega a definir una alternativa muy práctica, basando la medida de fragmentación en la suma de la distancias recíprocas, de tal forma que los nodos que tuvieran una distancia infinita (porque no se pueden alcanzar por ninguna vía), tuvieran una medida recíproca de cero. De esta forma,

el indicador de fragmentación basado en maximizar las distancias recíprocas adquiere valores de 0 a 1. Por supuesto, el máximo valor de fragmentación se obtiene en redes formadas por nodos aislados.

Con base en lo anterior, el procedimiento entonces será el de encontrar el conjunto-*kp* que haga que se generen las máximas distancias recíprocas entre los nodos que forman la red. Este procedimiento, por tanto, implica que se tendrá una condición inicial de fragmentación de la red; es decir, con base en un estado inicial, es posible calcular las distancias recíprocas de los nodos de la red y calcular una fragmentación inicial, lo cual también podría ser un indicador global de la red (ver sección 5.1). Posteriormente, el procedimiento lo que hace es buscar aquellos nodos, que después de ser removidos, tuvieran un efecto máximo en el cambio de la fragmentación, por lo cual se genera una condición final. El cambio entre la condición final e inicial será el que sufra la red al seleccionar el conjunto-*kp* tal que incremente la fragmentación en su máximo nivel.

Para la obtención del conjunto-*kp* negativo, usando *KeyPlayer 2*, antes que nada, se deberá abrir el archivo en formato VNA. Para ello se puede utilizar el primer ícono tradicional de apertura de archivos **“Open network file:”**, también se puede usar la ruta **“File>Open”** o, usar la combinación de teclas **Ctrl + O**. Siguiendo con el ejemplo de la red mostrado en la Figura 58, se visualizaría una red muy similar a la Figura 85. Como se puede apreciar, es común que la red se muestre sin el uso de las flechas que explican la dirección del vínculo, de ser el caso (como el que se ejemplifica) que la red sea dirigida, estos elementos se pueden activar usando la ruta **“Graphics>Arrows”**.

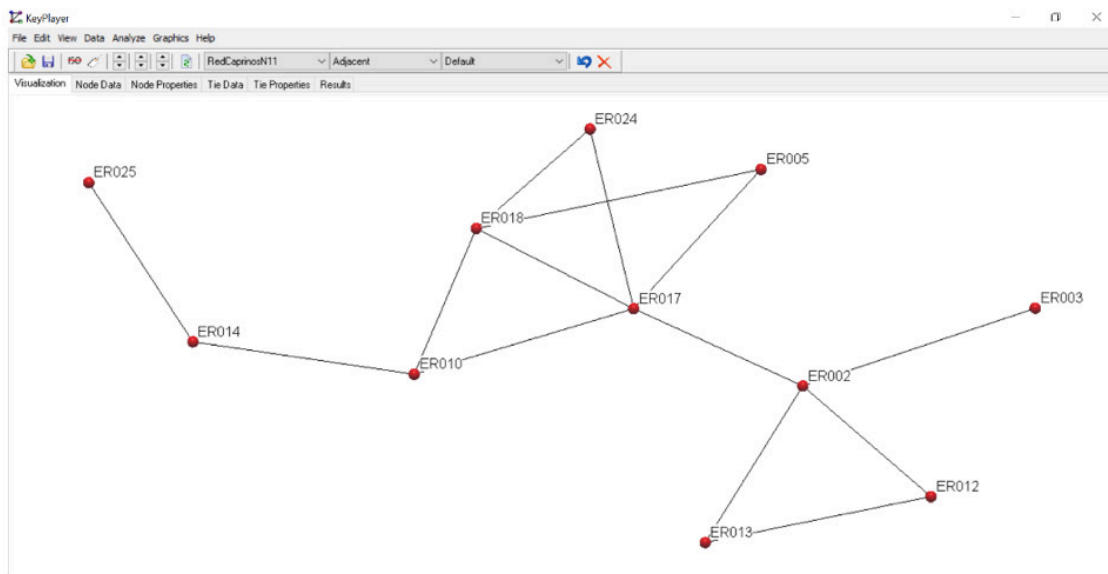


Figura 85. Red desplegada usando el software *KeyPlayer 2*.

Una vez que se tiene abierto el archivo, se utilizará el menú **“Analyze>Identify>Disrupt”** (Figura 86), la opción **“Disrupt”** hace alusión a la desorganización o fragmentación de la red. Al seleccionar esa opción, se abrirá una ventana de configuración (Figura 87a), en ella existen algunas consideraciones a tomar, entre ellas: i. En las opciones **“Disruption Criteria:”** se selecciona la que hace referencia a maximizar las distancias recíprocas (**“Maximize reciprocal distance”**), existen otras dos opciones que maximizan la fragmentación por componentes y otra por el tamaño de los componentes; sin embargo, es más recomendable la opción seleccionada; ii. Para seleccionar el tamaño del conjunto-*kp* negativo, se utiliza la opción **“Selected Group Size:”** en nuestro ejemplo, iniciaremos seleccionando 1; por supuesto, el tamaño del grupo dependerá del tamaño de la red, pero siempre se tendrá que hacer un proceso iterativo y, por tanto, repetirlo tantas veces como sea necesario, y iii. Las otras opciones se dejan configuradas como se muestra en la Figura 87a; de manera general, éstas no se cambian debido a que el procedimiento trabaja de manera adecuada con el algoritmo seleccionado de forma automática, y las opciones de nodos requeridos y no requeridos se explicarán más adelante.

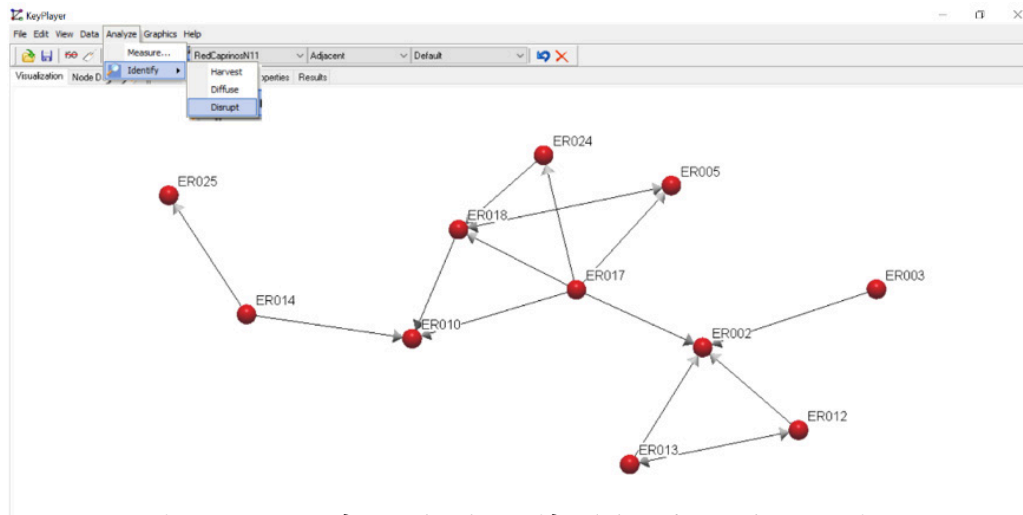


Figura 86. Menú para la obtención del conjunto-*kp* negativo que fragmentan la red, en KeyPlayer 2.

Al presionar el botón **“OK”** aparecerá una ventana con el conjunto-*kp* propuesto (Figura 87b), es decir, una lista de nodos que tendrían el mayor nivel de fragmentación de la red. Es común que se muestre más de una lista de nodos, de ser el caso, será decisión del investigador seleccionar la que mejor explique el comportamiento de la red. Al seleccionar el conjunto-*kp* deseado, ahora aparecerá una nueva ventana (Figura 87c), en ella se muestran los resultados precisamente de la selección del

conjunto-*kp*. En nuestro caso, se puede observar que la fragmentación inicial de la red es de 0.841, y al seleccionar el nodo ER018, la fragmentación llegaría a 0.900; es decir, el cambio en la fragmentación es de 0.059. Al presionar el primer botón indicado como **“Go”** hará que en la red se destaque el conjunto-*kp* negativo en otro color y con otra forma, en nuestro caso sería un color lima y en forma de cuadrado (Figura 88), mismos que se pueden cambiar.

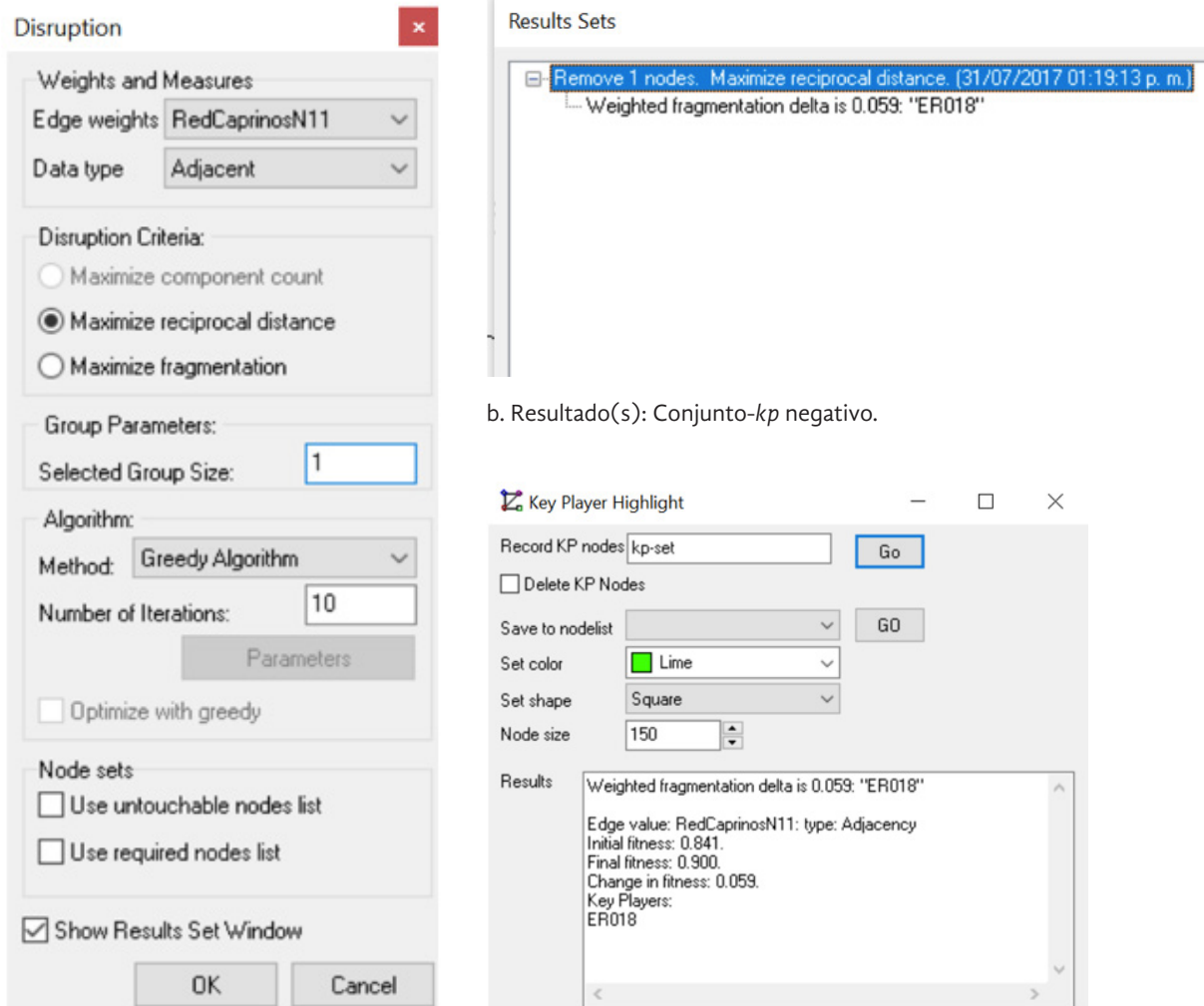


Figura 87. Configuración del procedimiento para obtener el KPP-Neg, en KeyPlayer 2.

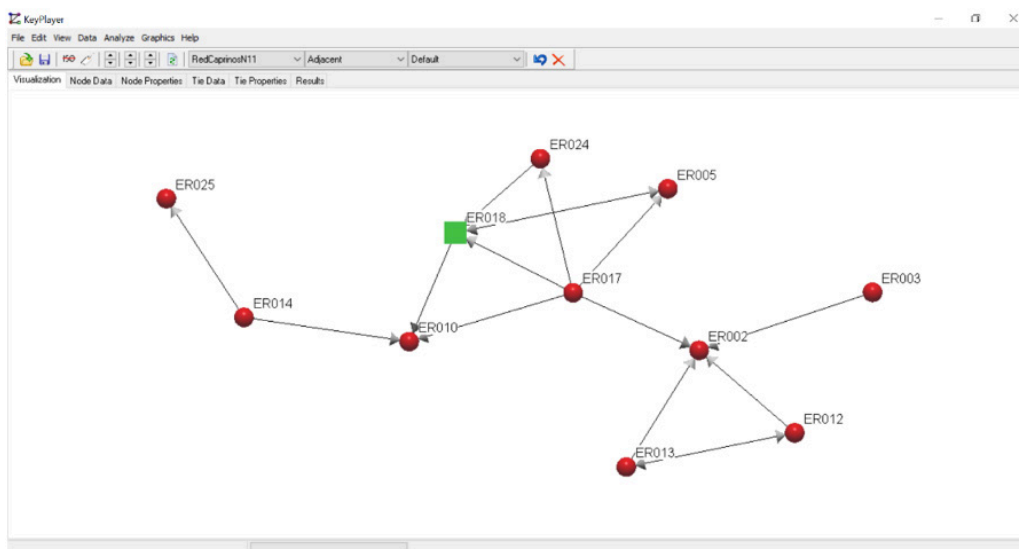


Figura 88. Conjunto-*kp* seleccionado en el procedimiento KPP-Neg en KeyPlayer 2.

En la práctica, la selección del conjunto-*kp* es un proceso iterativo en donde el usuario puede ir incrementando el tamaño de dicho conjunto. Recordando siempre que, a mayor tamaño mayor será la fragmentación de la red. En nuestro ejemplo, la red se fragmentaría completamente al seleccionar cinco nodos (Cuadro 4), con ellos el indicador alcanza su valor máximo (fragmentación = 1), es decir, todos los demás nodos quedarían aislados (desconectados). Sin embargo, es necesario volver a considerar implicaciones como: ¿qué tan factible es intervenir en esos cinco nodos? además de las necesidades en el uso de recursos económicos (y de otro tipo) que llevaría ese proceso. Es importante notar que, aunque al incrementar el tamaño del conjunto-*kp* se incrementa el cambio en la fragmentación de la red, también se recomienda tener en cuenta el cambio marginal en cada paso porque ese puede ser un indicador de qué tanto conviene (o no conviene) incrementar el tamaño del conjunto-*kp*. Por ejemplo, pasar de uno a dos nodos significa un cambio porcentual de 4.0% en la fragmentación de la red; pero pasar de cuatro a cinco nodos sólo es de 1.8%. Entonces en ocasiones no es tan conveniente incrementar el tamaño del conjunto-*kp* si los cambios marginales en la fragmentación son pequeños.

Sin duda, la definición del tamaño del conjunto-*kp* dependerá de los objetivos que tenga el investigador y, también, hasta cierto punto, de las condiciones iniciales de la red, porque si la red está de por sí fragmentada al inicio, con la selección de pocos actores se fragmentaría más, y viceversa; porque en una red más cohesionada, se deberán seleccionar más actores para lograr su fragmentación.

Aunado a lo anterior, se tiene el tamaño de la red; en redes pequeñas el conjunto-*kp* necesario será menor, y viceversa, por lo que, en nuestro ejemplo, de 11 nodos, con sólo cinco de ellos se logra fragmentar la red completamente.

Cuadro 4. Cambio en la fragmentación en la red al cambiar el tamaño del conjunto-*kp*.

Tamaño del conjunto- <i>kp</i>	Fragmentación final	Cambio en la fragmentación	Conjunto de nodos KP
1	0.900	0.059	ER018
2	0.936	0.095	ER018; ER002
3	0.964	0.123	ER018; ER002; ER017
4	0.982	0.141	ER018; ER002; ER017; ER012
5	1.000	0.159	ER018; ER002; ER017; ER012; ER014

6.2. El conjunto-*kp* positivo: Cobertura o alcance de la red

De forma complementaria a la visión propuesta por Borgatti (2006), de la selección de actores clave con dos tipos de objetivos, se tiene el conjunto-*kp* positivo (KPP-Pos). En este caso, el concepto fundamental está basado en la conexión o cohesión que los actores del conjunto-*kp* tienen con los demás actores restantes de la red (Borgatti, 2006); es decir, es una medida del grado en el cual un grupo de actores está conectado al resto de la red. Por tanto, se puede hablar de una medida de cobertura o alcance de la red, en porcentaje, que se tiene al seleccionar un conjunto-*kp*.

Al igual que con el KPP-Neg, pueden existir varios enfoques o formas de tratar el problema de la selección del conjunto-*kp*, dos son los más convenientes. El primero es a través de maximizar el alcance de los nodos restantes, donde se debe considerar y configurar una distancia máxima que cada nodo del conjunto-*kp* puede usar para alcanzar a los otros nodos, en este caso la medida va de 0 a 100, expresada en porcentaje de nodos alcanzables por el conjunto-*kp* positivo.

El segundo enfoque es a través del uso de una medida de alcance de distancia ponderada entre los nodos (Borgatti, 2006), es decir, este enfoque vuelve a basar su cálculo en las distancias entre los nodos, en este caso no es necesaria la definición de la distancia por obvias razones. De esta forma, el procedimiento busca que las distancias del conjunto-*kp* a todos los demás nodos sea mínima.

Derivado del procedimiento, la medida de alcance del conjunto-*kp* positivo va de 0 a 1. El valor máximo de 1 se obtiene cuando cada uno de los nodos restantes de la red es adyacente al menos a uno de los miembros que forman el conjunto-*kp*. Al contrario, el valor mínimo de 0 se obtiene cuando ninguno de los miembros del conjunto-*kp* pertenece al mismo componente de cualquier otro nodo que forme la red, es decir, el conjunto-*kp* está completamente aislado de los demás y, por tanto, no hay vínculos directos o indirectos que permitan alcanzar a los otros nodos de la red.

Es importante considerar que, aunque ambos enfoques (el de maximizar el alcance de los nodos y el de maximizar las distancias recíprocas) tienen ligeras diferencias, ambos llegan a la selección de un conjunto-*kp* positivo tal que ayude a maximizar la conectividad de dicho conjunto con el resto de la red. Sin embargo, en esta ocasión sólo nos basaremos en el procedimiento de obtención del primero pues de alguna forma es más intuitivo de explicar y, al estar expresado en porcentaje, también es más fácil de interpretar. No obstante, el lector podría estar interesado tanto en probar la utilidad como en analizar las diferencias entre los métodos, para ello es aconsejable revisar la fuente original de la propuesta de estos indicadores en Borgatti (2006).

Con respecto al cálculo y determinación del conjunto-*kp* que ayudaría a tener una mayor cobertura de la red (vía la maximización del alcance de los nodos restantes, no así el de las distancias ponderadas), es importante profundizar en algunos aspectos que se consideran durante el procedimiento de cálculo de los actores clave, con el uso del *KeyPlayer 2*. En este sentido, Aguilar-Gallegos et al. (2017) explican que una característica que se debe tomar en cuenta es la distancia máxima (m) en la cual un nodo i puede alcanzar a otro nodo j ; entonces cuando la distancia es $m=1$, el procedimiento toma en cuenta los nodos adyacentes al nodo i y, por tanto, seleccionará a los actores con mayor *grado*; pero cuando la distancia es igual a 2 ($m=2$), se tienen en cuenta los vínculos indirectos del nodo i . Por supuesto una $m=2$ también incluye a los nodos que estén a una distancia $m=1$. De esta forma, uno de los puntos clave en el procedimiento de cálculo del conjunto-*kp* positivo es la selección del valor de m . Debido a que, a mayor valor, entonces mayor será la distancia por considerar entre los nodos y, por tanto, la cobertura del conjunto-*kp* será mayor, y viceversa.

Sin embargo, es muy conveniente hacer hincapié en que la selección del valor de m está relacionada con el tipo de información representada en la red, es decir, debe existir una base teórica o empírica de selección. En términos sencillos, el procedimiento no es sólo asignar un valor por asignarlo, o bien asignar un valor alto simplemente para encontrar mayor cobertura en la red, aunque la teoría (o

la evidencia empírica) subyacente de la información que representa la red no sostenga una selección de m grande. Por ejemplo, en un estudio de selección de actores clave para la difusión de innovaciones a través de una intervención en red (Aguilar-Gallegos et al., 2017), la distancia seleccionada fue de $m=1$. Los autores argumentan que la selección de ese valor se debe a que empíricamente se buscaba que los actores seleccionados, al menos lograrán influir en la decisión de adopción de los actores adyacentes. En este sentido, utilizar una $m=2$ o mayor, implicaría que, si un nodo A influye en un nodo B, entonces B influiría a su vez en un nodo C (considerando que A no tiene “conexión directa” con C), y así sucesivamente, lo que en teoría y en la práctica es complicado de comprobar y, también, podría ser difícil de lograr en un horizonte de tiempo corto.

Para ejemplificar un poco más la importancia de la selección de m , en el marco del KPP-Pos, imagine la red de la Figura 89; una red de cinco nodos con cinco vínculos dirigidos. Suponga que quiere seleccionar al mejor actor para alcanzar la mayor cobertura posible, la pregunta complementaria es ¿a qué distancia puede llegar ese actor? Esto es importante, porque si definiéramos una distancia máxima de 1 ($m=1$), entonces el mejor actor es A porque llegaría a B y C; estos dos últimos no lo serían porque sólo llegan a un actor D y E, respectivamente. Aún mejor sería si se definiera a $m=2$, entonces A ahora podría alcanzar a D y E, además de B y C, entonces con A se tendría una cobertura del 100% de la red. Ahora suponga que no sólo se puede seleccionar un actor sino dos y con una $m=1$, entonces sería lo mismo seleccionar A y B o, A y C o, B y C, porque entre ellos se llegaría al 66.7% restante de la red, es decir, en el primer caso se llegaría a C y D, en el segundo caso a B y E y, por último, se llegaría a D y E. Es obvio pensar que no tendría mucho caso seleccionar dos actores con una $m=2$, porque básicamente con A se cubre a todos los otros actores, entonces sería lo mismo seleccionar a B o C. Pero se debe recordar que, en cualquiera de los casos, la definición de m debe estar sustentada ya sea teórica o empíricamente. Por supuesto, como se ha visto, a mayor m mayor es la cobertura de los actores de la red, pero eso no implica que arbitrariamente se seleccione ese valor. En este sentido, conviene señalar que si, por ejemplo, los vínculos hacen alusión a un mensaje que se comunica en la red, probablemente ese mensaje se podría distorsionar o reinterpretar a medida que llega a actores más “alejados” del (o los) actor inicial que “disemina” ese mensaje; por lo que, valores altos de m podrían ser erróneos para calcular el alcance del mensaje a través de la red.

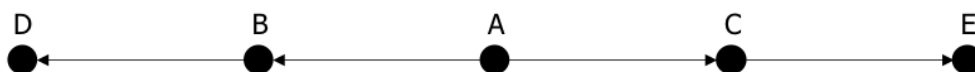


Figura 89. Ejemplo de una red con cinco nodos y cinco vínculos dirigidos hacia afuera.

Es importante explicar que la selección del conjunto-*kp* puede ser obtenido para redes dirigidas y no dirigidas; de hecho, la explicación de la Figura 89 se ha hecho con vínculos dirigidos. Pero ahora imagine que los vínculos no van del centro hacia afuera; sino al contrario, de afuera hacia adentro, como en la Figura 91. En este sentido, existen dos formas de resolver el KPP-Pos en el software *KeyPlayer 2*, con base en los grados de entrada (en el software *KeyPlayer 2* indicado como **“Harvest”**) y, por supuesto, con base en los grados de salida (en el software *KeyPlayer 2* indicado como **“Diffuse”**). Sin embargo, en este punto hay un detalle muy relevante que siempre deberá considerarse, el cual está relacionado al tipo de información que representa o subyace en la red. Es decir, imagine que la red de la Figura 89 representa personas que difunden información y conocimiento, entonces puede ser de mayor interés buscar el KPP-Pos basado en grados de salida porque se buscaría a los actores con mayor propensión a compartir.

Ahora imagine que la red de la Figura 90 representa personas a quienes se recurre para obtener asesoría o soporte técnico para la producción agrícola (o cualquier otra actividad empresarial), entonces, el análisis sería más interesante basarlo en los grados de entrada, pues se buscarían a los actores con el mayor nivel de recurrencia por parte de otros actores. Sin embargo, si sólo se seleccionara un actor, es fácil observar que en ambas redes el actor más importante es el nodo A. La diferencia sustancial radica en la información que representa la red. Por tanto, esta es una característica a la que se le debe dar la debida importancia durante la selección del conjunto-*kp* positivo, y en general durante el análisis de toda la red. Esto nos remite nuevamente a entender a cabalidad tanto la pregunta generadora de datos de redes como la forma en la cual se ha colectado la información.



Figura 90. Ejemplo de una red con cinco nodos y cinco vínculos dirigidos hacia adentro.

En resumen, si el análisis de la selección del conjunto-*kp* está basado en grados de entrada por la información que subyace en la red, entonces se utilizará el procedimiento indicado como **“Harvest”** en el software *KeyPlayer 2*; pero si el análisis está basado en grados de salida porque la red está representando ese tipo de información, entonces se deberá utilizar el procedimiento indicado como **“Diffuse”**.

Por ejemplo, imagine una red en donde los vínculos dirigidos se originan de la pregunta *“¿A quiénes le informa sobre los avances en los proyectos que usted está*

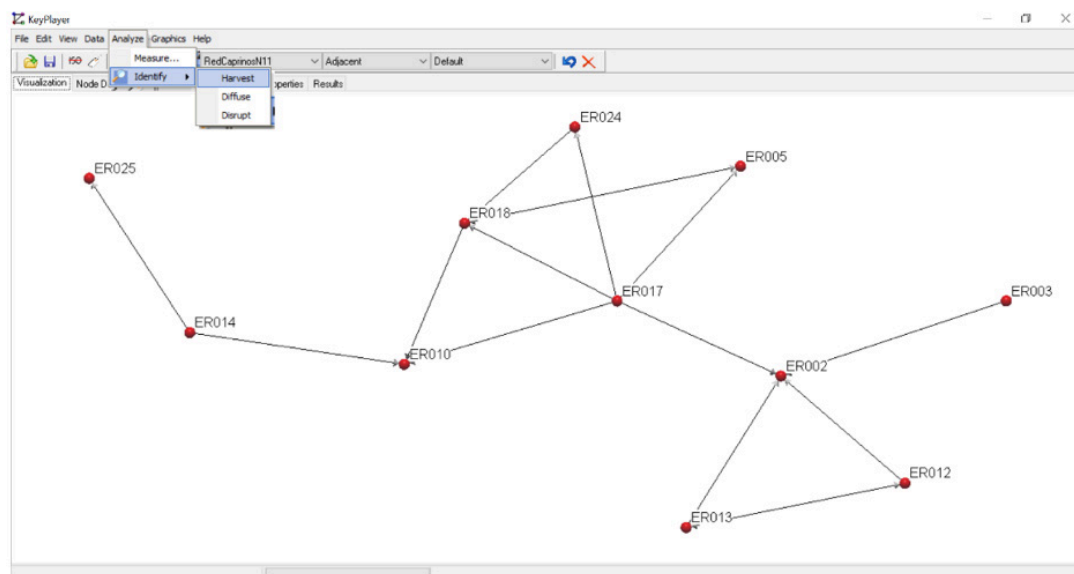


Figura 91. Menú para la obtención del conjunto-*kp* positivo, procedimiento “*Harvest*”, en KeyPlayer 2.

ejecutando actualmente?” y suponga que queremos encontrar aquellos actores que poseen información acerca de varios de los proyectos (obviamente, se refiere a los actores que el entrevistado a señalado como “los informados” sobre los avances en los proyectos), entonces, el análisis estaría basado en los grados de entrada, y se utilizaría el procedimiento “***Harvest***”. En el mismo sentido, imagine una comunidad donde se implementaron proyectos productivos piloto asociados al aprovechamiento sustentable de recursos naturales y se pregunta a los responsables de estos proyectos piloto *¿A quiénes les ha explicado Usted el funcionamiento y los alcances del proyecto implementado?*, entonces el análisis para encontrar a los actores que más han compartido información con otros estaría basado en los grados de salida, y se utilizaría el procedimiento “***Diffuse***”.

En los casos anteriormente ejemplificados, confundir y realizar un procedimiento por otro, llevaría a seleccionar un conjunto-*kp* con diferentes características; por ejemplo, imagine que en el primer caso se utiliza el procedimiento “***Diffuse***”, entonces se estarían seleccionando a los actores que tienen mayor participación en varios proyectos, lo cual no era el objetivo inicial. Ahora, imagine que en el segundo ejemplo se utiliza el procedimiento “***Harvest***”, entonces se estarían seleccionando a los actores a quienes varias personas les han explicado cómo funcionan los proyectos piloto; en ambos casos el conjunto-*kp* estaría representando otro tipo de situación diferente a la planteada inicialmente. No se está indicando que no sea posible realizarlo, sino que es importante considerar

el tipo de información representada en la red y el objetivo de la selección de actores clave; con ello se puede efectuar una correcta interpretación. De esta forma, se hace énfasis en tener en consideración la información que representa la red (cuyo origen es la pregunta generadora de los datos de red) porque derivado de ello se escogerá el procedimiento correcto. Por supuesto, en redes no dirigidas se puede utilizar cualquiera de los dos procedimientos pues se obtiene el mismo resultado al momento de hacer el análisis basado en los grados de entrada o de salida, es decir, utilizando el procedimiento **“Harvest”** o **“Diffuse”**, respectivamente. Conviene apuntar que cuando una red “dirigida” se convierte arbitrariamente en una “red no dirigida” conlleva a una serie de errores encadenados al momento de analizar e interpretar la información resultante de los procedimientos anteriores.

Con las consideraciones anteriores en mente, es posible proceder a la obtención del conjunto- k_p positivo, usando *KeyPlayer 2*. Para lo cual volveremos a usar el archivo VNA creado (ver sección 4.5 y Figura 84) y abierto en el software (ver Figura 85). Antes de continuar, es importante recordar la pregunta que se realizó para obtener los datos de red; de esta forma se aclara que a cada uno de los productores caprinos se les preguntó *“¿De quién ha aprendido, se ha asesorado o ha preguntado, es decir, a quién recurre para obtener información y conocimiento para implementar las prácticas, tecnologías e innovaciones que realiza en su unidad de producción?”*. Por tanto, las relaciones entre los actores de la red refieren a vínculos binarios y dirigidos. Además, se entiende que los grados de salida hacen alusión a los vínculos que establecen los caprinocultores para acceder a información y conocimiento; mientras que los grados de entrada son las menciones que recibieron los actores por ser fuentes de información y conocimiento.

Considerando esta aclaración sobre la pregunta y su interpretación, es entendible que el procedimiento **“Harvest”** podría ser utilizado para encontrar a aquellos actores más referidos por los caprinocultores y que son fuentes de información, puesto que su cálculo está basado en los grados de entrada; mientras que el procedimiento **“Diffuse”** podría ser utilizado para encontrar a aquellos actores que establecen varias conexiones para la búsqueda y acceso a información y conocimiento, debido a que el cálculo toma en cuenta los grados de salida. Nuevamente es importante tener en cuenta que esta interpretación y aplicación de los procedimientos se hace a la luz de la pregunta que se realizó para obtener los datos de red; por tanto, el uso de ambos procedimientos podría ser diferente si se utilizara otro tipo de pregunta(s), situación que se ha venido ejemplificado a lo largo de esta sección.

De esta forma, para iniciar con el procedimiento **“Harvest”** se utilizará el menú **“Analyze>Identify>Harvest”** (Figura 91). Aunque la palabra hace alusión a la “recolección” o “cosecha” dentro de la red, se debe recordar que es así porque

está basado en los grados de entrada, aunque no necesariamente significa que los nodos están cosechando “algo”. Al seleccionar esa opción, se abrirá una ventana de configuración (Figura 92a), en esta ventana existen algunas consideraciones que se deben cuidar, entre ellas: i. En las opciones “**Harvest criteria**” se selecciona la primera opción, es decir, la que hace referencia a maximizar el alcance de nodos (“**Maximize nodes**”), la segunda opción (para los usuarios con interés en probarla) es la que se toma en cuenta la maximización de las distancias recíprocas, recordando que ambos métodos de cálculo se explicaron anteriormente; ii. Para seleccionar el tamaño del conjunto-*kp* positivo, se utiliza la opción “**Selected Group Size:**” en nuestro ejemplo

a. Configuración del procedimiento.

b. Resultado(s): Conjunto-*kp* positivo.

c. Informe del procedimiento.

Figura 92. Configuración del procedimiento “Harvest” para obtener el KPP-Pos, en KeyPlayer 2.

iniciaremos seleccionando 1; por supuesto, de la misma forma que en el procedimiento anterior (KPP-Neg), el tamaño del grupo dependerá del tamaño de la red, teniendo en mente que los procesos se tendrán que hacer varias veces, es decir, es algo iterativo; iii. En este caso, existe una opción muy importante a configurar y es la de **“Maximum distance”**, que recordando se refiere a la distancia máxima a considerar del conjunto-*kp* a cualquiera de los otros nodos que conforman la red, continuando con el ejemplo, iniciaremos configurando la distancia como $m=1$. Las otras opciones se recomienda que se dejen configuradas como se muestra en la Figura 92a.

Después de la configuración anterior, sólo se debe presionar el botón **“OK”**. Con esto, aparecerá una ventana con el conjunto-*kp* positivo propuesto por el software (Figura 92b), es decir, una lista de nodos que tendrían el mayor nivel de cobertura (expresado en porcentaje) en la red, si se observa la ventana el software incluye la leyenda **“Percentage of nodes harvested 40.000%: “ER002”**”. En algunas ocasiones se mostrará más de una lista de nodos, de ser el caso, será decisión del investigador seleccionar la que mejor convenga (lo cual dependerá del contexto en el cual se desempeñan los actores). Al seleccionar el conjunto-*kp* deseado, ahora aparecerá una nueva ventana (Figura 92c) que muestra los resultados de la selección del conjunto-*kp* positivo. En nuestro caso, se puede observar nuevamente que la cobertura alcanzada por el nodo ER002 es de 40% del restante de los nodos que conforman la red. Al presionar el primer botón indicado como **“Go”**, hará que en la red se destaque el conjunto-*kp* positivo en otro color y con otra forma, en nuestro caso sería un color lima y en forma de cuadrado (Figura 93), formatos que pueden ser configurables en la ventana

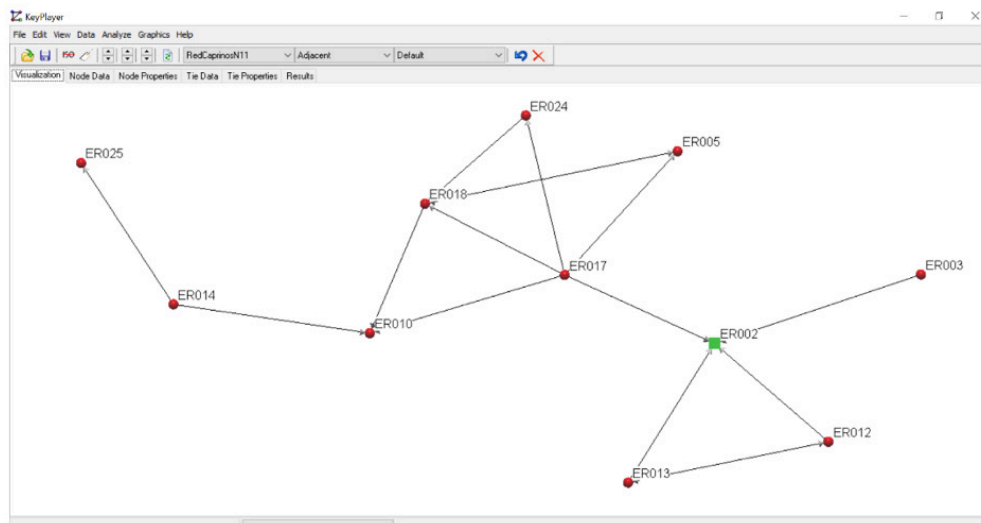


Figura 93. Conjunto-*kp* positivo seleccionado (un nodo), procedimiento “Harvest”, en KeyPlayer 2.

anterior (Figura 92c). Si se observa detenidamente la Figura 93, se podrá ver que el nodo ER002 es el actor con el máximo número de grados de entrada y, por tanto, fue seleccionado como actor clave; considerando a su vez, que la distancia máxima configurada fue $m=1$, entonces básicamente la cobertura alcanzada es sobre los nodos adyacentes, los cuales son: ER003, ER012, ER013 y, ER017; que son cuatro nodos de los diez restantes de la red, recordar que el conjunto- kp no se considera en el cálculo de la cobertura; este dato se obtiene sobre el restante de los nodos después del conjunto- kp .

Durante la selección del conjunto- kp es muy común que el proceso se tenga que estar repitiendo, y se configuran tanto el tamaño del conjunto- kp como la distancia máxima m . Teniendo en mente siempre dos cosas: i. A mayor tamaño del conjunto- kp , mayor será la cobertura que se alcanzará en la red y, ii. A mayor distancia m que puede recorrer el conjunto- kp , también será mayor la cobertura a alcanzar. Por ejemplo, ahora consideremos que se sigue seleccionando un solo nodo, pero con una distancia $m=2$, los resultados ahora indican que el nodo clave es el ER010 porque, aunque sólo tiene tres grados de entrada directos (ER004, ER017 y ER018), tiene otros dos indirectos que son ER005 y ER024, que a través de ER018 llegan a ER010, recordando nuevamente que estamos basando el análisis en grados de entrada.

Siguiendo con el ejemplo e incrementando el tamaño y la distancia, entonces la red se alcanzaría completamente al seleccionar tres nodos y una distancia $m=2$ (Cuadro 5). Con esos tres nodos (ER002, ER010 y, ER025) el indicador alcanza su valor máximo (cobertura = 100%), es decir, todos los demás nodos restantes (8 de 11, sin considerar al conjunto- kp seleccionado) serían alcanzados por los actores clave (Figura 94). Sin embargo, es necesario volver a recalcar la importancia e implicaciones de seleccionar tanto un tamaño más grande como una distancia mayor, porque considere ¿qué tan factible es que los nodos elegidos puedan hacer fluir dentro de la red “algún recurso, información o mensaje” a través de dos o más pasos? ¿Teórica o empíricamente es posible?, etcétera. Entonces, nuevamente se hace hincapié en la importancia de basar la selección en cuestiones teóricas o empíricas y no sólo configurar ambos valores para alcanzar coberturas espectaculares que no sean posibles en la práctica.

Por otra parte, es importante hacer mención que, aunque al incrementar el tamaño del conjunto- kp se incrementa la cobertura de los nodos restantes de la red, también se recomienda tener en cuenta el cambio marginal de esa cobertura, asociado nuevamente al uso y necesidad de recursos (económicos, de tiempo, humanos, entre otros). De esta forma, en ocasiones no es tan conveniente incrementar el tamaño del conjunto- kp positivo, si los cambios marginales en la cobertura son pequeños.

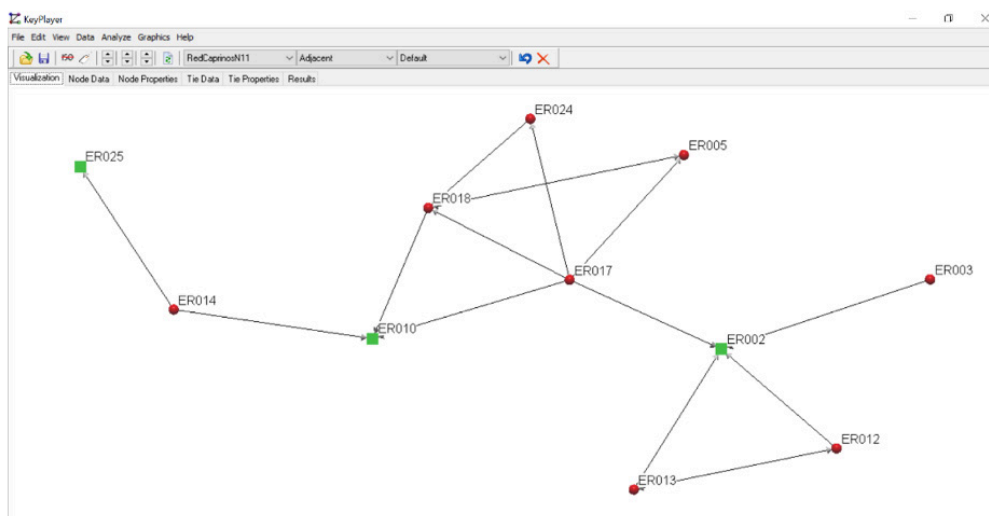


Figura 94. Conjunto-*kp* positivo seleccionado (tres nodos), procedimiento “Harvest”, en KeyPlayer 2.

Cuadro 5. Cambio en la cobertura (%) alcanzada por el conjunto-*kp* positivo, al cambiar el tamaño del conjunto-*kp* y la distancia que alcanzan.

Tamaño del conjunto- <i>kp</i>	Distancia de 1	Distancia de 2	Distancia de 3
1	40.0% (ER002)	50.0% (ER010)	50.0% (ER010)
2	66.7% (ER002; ER010)	88.9% (ER002; ER010)	88.9% (ER002; ER010)
3	87.5% (ER002; ER010; ER018)	100.0% (ER002; ER010; ER025)	100.0% (ER002; ER010; ER025)

Sin duda, la definición del tamaño del conjunto-*kp* positivo y de la distancia *m*, dependerá nuevamente de los objetivos que tenga el usuario o el investigador y, hasta cierto punto, de la estructura de la red. Lo anterior es importante porque si la red tiene cierto nivel de fragmentación, por ejemplo, existen muchos componentes en la red o el nivel de vínculos entre los actores es bajo, la selección del conjunto-*kp* positivo será difícil. Esto es porque básicamente para el software será lo mismo seleccionar un actor con un grado de entrada que esté ubicado en un componente, que elegir a otro nodo también con un grado de entrada que forme parte de otro componente. Es decir, el software ofrecería como resultados muchas combinaciones de nodos con las mismas características. Aunado a lo anterior, se tiene el tamaño de la red, en redes pequeñas (como la de nuestro ejemplo) el conjunto-*kp* a seleccionar no deberá ser grande, pero en redes grandes sí será necesario probar el proceso con tamaños más grandes; de

hecho, es por esta característica que, en nuestro ejemplo, de sólo 11 nodos, con tres de ellos se logra el 100% de cobertura.

Como se indicó en esta sección, el conjunto-*kp* positivo se puede calcular con base en los grados de entrada y, por tanto, también con los grados de salida. Hasta ahora se ha explicado el procedimiento basado en los grados de entrada a través del uso de la opción **“Harvest”**. En este sentido, la opción complementaria es **“Diffuse”**, la cual está basada en los grados de salida. El procedimiento metodológico es similar al que se ha explicado, simplemente la diferencia es que se trabaja con el menú **“Analyze>Identify>Diffuse”**. En esta opción también se tendrá que seleccionar el tipo de criterio de difusión, es decir,

a. Configuración del procedimiento

b. Informe del procedimiento

Figura 95. Configuración del procedimiento **“Diffuse” para calcular el KPP-Pos y resultados obtenidos, en KeyPlayer 2.**

si es para maximizar los nodos a alcanzar o si es a través de la maximización de las distancias recíprocas. También se debe configurar el tamaño del conjunto-*kp* positivo a seleccionar y, para el primer criterio de difusión, la distancia máxima desde los nodos del conjunto-*kp* hacia los nodos restantes de la red. Por supuesto, también se incluyen las opciones de nodos requeridos y no deseados. La salida de resultados, después de la configuración será la misma y nos proporcionará el porcentaje de nodos restantes que se alcanzan con los nodos seleccionados, pero siempre recordando que se está trabajando con la opción **“Diffuse”** y, por tanto, el cálculo estará basado en los grados de salida. Por último, también se genera el gráfico de red resaltando los nodos que forman el conjunto-*kp* positivo.

Para ejemplificar, supongamos que se desean seleccionar tres nodos clave, con base en sus grados de salida y con una distancia $m=1$. Entonces se selecciona la opción **“Diffuse”** y se configura el procedimiento como se muestra en la Figura 95a. Los resultados obtenidos indican que el mejor conjunto-*kp* positivo, con base en grados de salida, es el formado por los nodos ER012, ER014 y ER017, cuya cobertura sería de 87.5% de la red restante (Figura 95b). En la Figura 96 se puede observar que el nodo ER017 es el que tiene el máximo número de grados de salida y que, a una distancia de 1, alcanza a otros cinco nodos. Además, los nodos ER012 y ER014, alcanzan a otros nodos que no son tocados por el ER017. Entre los tres nodos alcanzan a siete de los ocho nodos restantes, por lo que la cobertura resultante es 87.5%. Por supuesto, en este caso también se puede incrementar el valor del tamaño del conjunto-*kp* y de la distancia máxima, pero ambos valores tienen implicaciones similares a considerar como se explicó anteriormente.

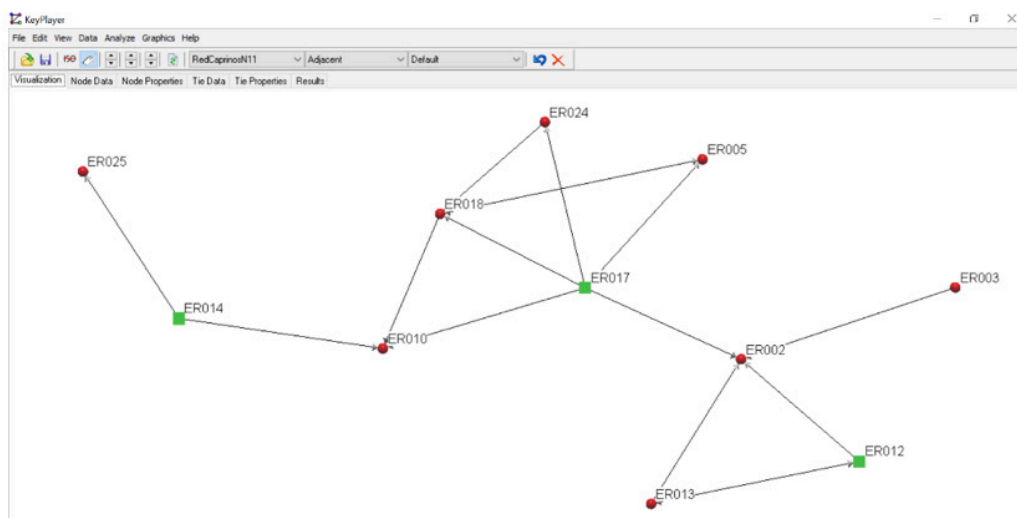


Figura 96. Conjunto-*kp* positivo seleccionado (tres nodos), procedimiento “Diffuse”, en KeyPlayer 2.

6.3. Los nodos requeridos e intocables

Durante la selección de actores clave, y aún más para diseñar intervenciones basadas en red (ver Aguilar-Gallegos et al., 2017, quienes explican el diseño de una estrategia de este tipo; también Maya Jariego, 2016 describe siete usos específicos de las redes en el diseño, implementación y evaluación de programas asociados a la salud; por supuesto también es muy recomendable consultar a Valente, 2012), puede suceder que existan actores que sean necesarios incluir, ya sea porque han sido seleccionados *a priori*, porque tienen características destacables (e.g., en agricultura estos actores pueden poseer niveles de adopción de innovaciones altos, superficies agrícolas grandes, productividad destacada, alta tecnología productiva, entre otras) o, incluso, se deben incluir porque es estratégicamente bueno (e.g., en algunas comunidades rurales, los párrocos o líderes políticos tienen poder de convocatoria o de veto). De manera opuesta y complementaria, es posible que existan actores que no es deseable que sean seleccionados dentro de los actores clave, por diversas razones. En este sentido, el software *KeyPlayer 2* tiene la opción para configurar en el proceso de cálculo a actores deseados (requeridos en el conjunto-*kp*) y no deseados (intocables por el procedimiento).

Primero se ejemplifica el proceso para actores deseados, para ello se utiliza el menú **“Data>Required Nodes...”**, al abrir esa opción aparecerá una ventana similar a la Figura 97a. En ella se mostrará una lista con las etiquetas de los nodos que conforman la red, dicha lista se puede incluso filtrar por atributos de los actores (por ejemplo, los que tengan mayor nivel de adopción de innovaciones, mayor superficie cultivada, entre otros); en nuestro ejemplo, simplemente se muestran por la etiqueta, supongamos que el nodo ER005 queremos que sea seleccionado dentro del conjunto-*kp*, entonces activamos la casilla correspondiente, tal y como se muestra en la Figura 97a. Una vez seleccionados los nodos requeridos, se vuelve a realizar el procedimiento, ya sea para determinar el conjunto-*kp* negativo (ver sección 6.1) o positivo (ver sección 6.2). Siguiendo con el ejemplo, supongamos que volveremos a seleccionar un conjunto-*kp* positivo de tamaño 2 y con una $m=1$ y basado en los grados de entrada. De esta forma, utilizaremos la opción **“Harvest”** (ver Figura 91). Al seleccionar dicha opción, se deberán configurar nuevamente las opciones respectivas del tamaño del conjunto-*kp* y de la distancia máxima, siguiendo el ejemplo mencionado la configuración debería quedar como en la Figura 97b. Además, existe un paso indispensable que se debe configurar y es la activación de la casilla marcada como **“Use required nodes list”** (Figura 97b) que precisamente le indica al programa que calcule el conjunto-*kp* usando la lista de los nodos requeridos, mismos que fueron seleccionados anteriormente (Figura 97a). Al presionar el botón **“OK”** aparecerá la ventana de resultados y después la del informe del conjunto-*kp* seleccionado (ver secuencia en la Figura 92).

Required nodes

Attributes: ID

Relational: = 0

Values:

- ☐ ER002
- ☐ ER003
- ☒ ER005
- ☐ ER010
- ☐ ER012
- ☐ ER013
- ☐ ER014
- ☐ ER017
- ☐ ER018
- ☐ ER024
- ☐ ER025

Sort Inv All

a. Selección de nodos requeridos.

Harvest

Weights and Measures

Edge weights: RedCaprinosN11

Data type: Adjacent

Harvest criteria

☒ Maximize nodes

☐ Maximize reciprocal distance

Group Parameters:

Selected Group Size: 2

Maximum distance: 1

Algorithm:

Method: Greedy Algorithm

Number of Iterations: 10

☐ Optimize with greedy

Node sets

☐ Use untouchable nodes list

☒ Use required nodes list

☒ Show Results Set Window

OK Cancel

b. Activación de los nodos requeridos.

Figura 97. Configuración de nodos deseados o requeridos en KeyPlayer 2.

Los resultados obtenidos (Figura 98) muestran que el conjunto-*kp* de tamaño 2 debería estar formado por los nodos ER002 y ER005. El primero es seleccionado por el programa debido a las características propias de ese nodo, es decir, tiene el más alto valor en grados de entrada. El segundo nodo, el ER005, es precisamente el que le solicitamos al programa que incluya. Recordando, si no se activara la casilla de usar los nodos requeridos (Figura 97b), el programa determinaría que los mejores nodos fueran el ER002 y ER0010, con los cuales se tendría una cobertura de 66.7% de la red restante (ver Cuadro 5); sin embargo, al determinar que el nodo ER005 debería quedar seleccionado dentro del conjunto-*kp*, sólo se alcanza una cobertura de 55.6% de la red restante, la cobertura disminuye pues este nodo sólo incorpora un nodo (el ER018) a la cobertura, que no había sido

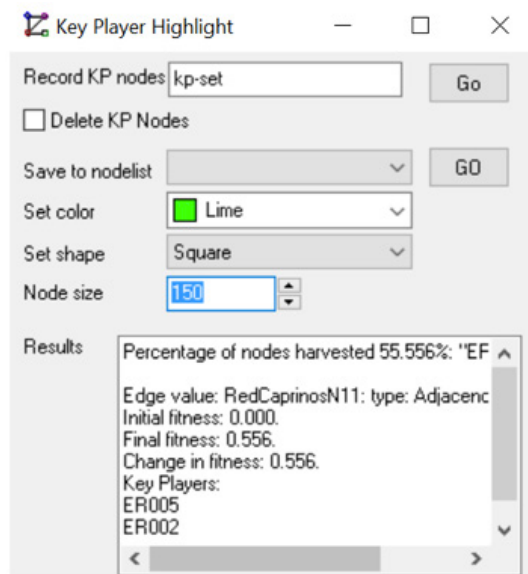


Figura 98. Resultado del procedimiento KPP-Pos, opción “Harvest”, con dos nodos y una distancia de 1; el nodo ER005 se configuró como requerido.

considerado por el ER002. En comparación, el ER010 incorporaba dos nodos más (ER018 y ER014).

Siguiendo con el ejemplo anterior, ahora suponga que vuelve a configurar la lista de nodos requeridos y se incluye también el nodo ER014, además del ER005. Si se realiza nuevamente el cálculo del conjunto-*kp*, pero ahora de tamaño 3, se obtendría como resultado que el conjunto-*kp* estaría formado por los nodos ER002, ER005 y ER014, y estos tres tendrían una cobertura de 62.5%, es decir, mayor a sólo los dos nodos seleccionados anteriormente, que fue de 55.6% (Figura 99). La duda es ¿por qué aumenta la cobertura si el nodo ER014 no tiene ningún grado de entrada (Figura 100)? Esto se debe a que la cobertura se calcula con base en la red restante después de la selección del conjunto-*kp*; entonces con tres actores seleccionados, la red restante es de 8 nodos, y el alcance que tienen los dos nodos que sí poseen grados de entrada son 5, entonces $(5 / 8) * 100 = 62.5\%$, que es el resultado obtenido. Es por lo que, aunque se configuren nodos requeridos que no posean grados de entrada, la cobertura siempre aumentará (Figura 99).

La configuración de los nodos intocables (no deseados o no requeridos) sigue un procedimiento similar; en este caso se utiliza el menú **“Data>Untouchable Nodes...”**. Así como se configuraron los nodos requeridos, en este caso también aparecerá una ventana con la lista de nodos que el cálculo del conjunto-*kp* no debe

Results Sets

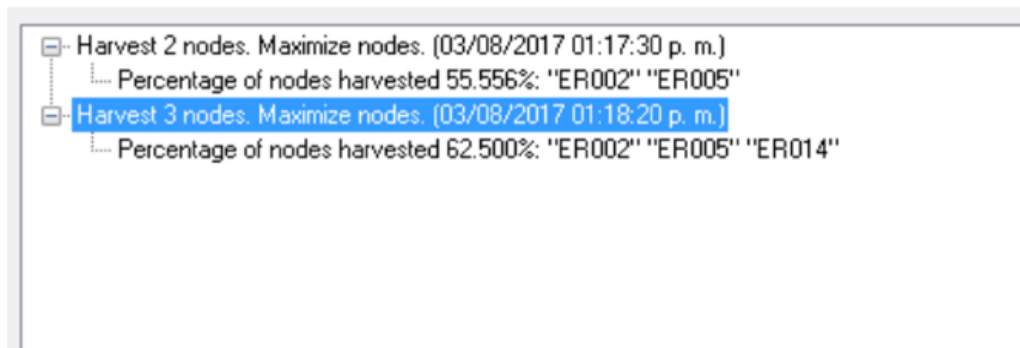


Figura 99. Comparación de resultados entre configurar el conjunto-*kp* de tamaño 2 y 3, con 1 y 2 nodos requeridos, respectivamente.

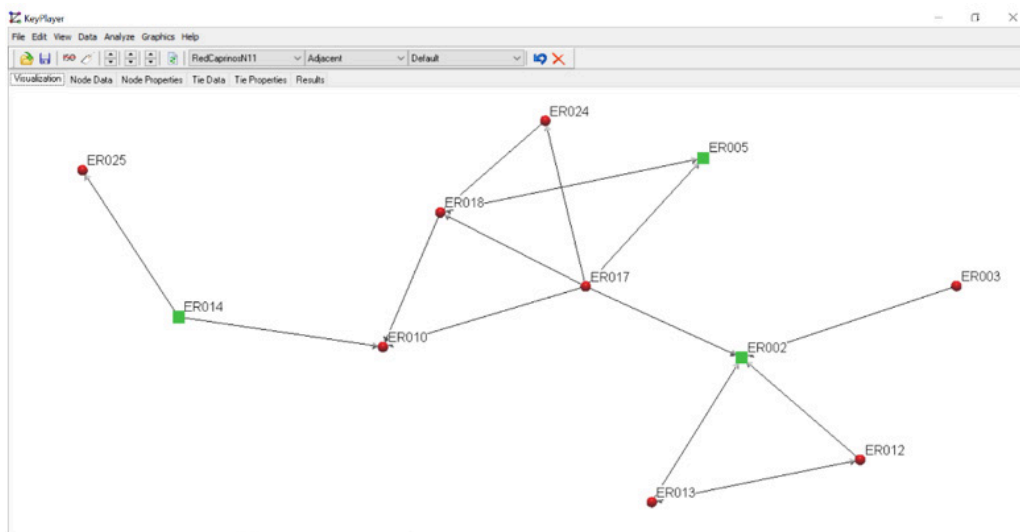
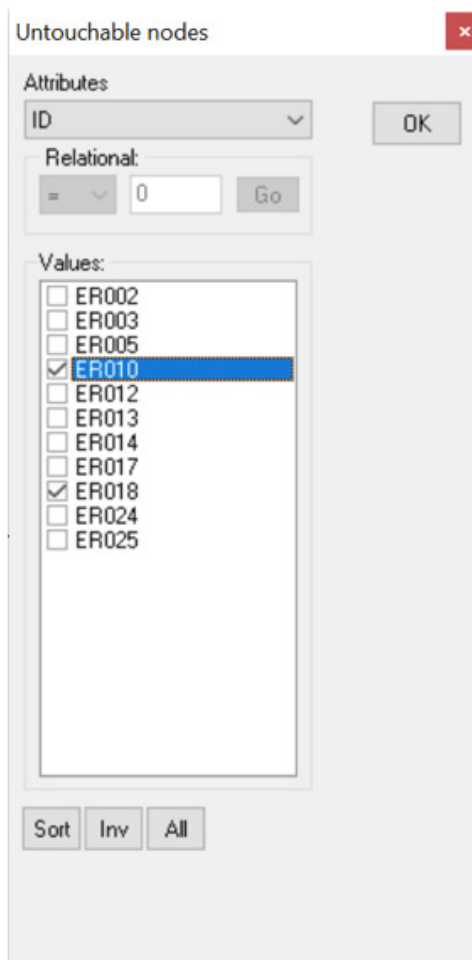


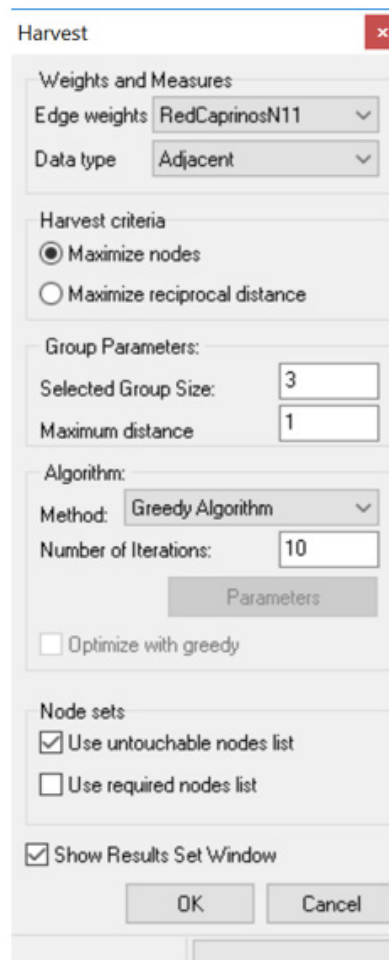
Figura 100. Conjunto-*kp* positivo de tres nodos (los nodos ER005 y ER014 fueron configurados como requeridos), procedimiento “Harvest”, en KeyPlayer 2.

considerar (Figura 101a). Siguiendo con el ejemplo que se ha venido explicando, supongamos que no deseamos que el procedimiento seleccione ni el nodo ER010 ni el ER018, por tanto, es necesario activar las casillas de esos nodos (Figura 101a).

Posteriormente, se tiene que volver a realizar el procedimiento de selección del conjunto-*kp*, ya sea negativo (fragmentación) o positivo (cobertura); en nuestro caso debemos recordar que estamos siguiendo el ejemplo con la opción “Harvest”. En este punto, es importante que al momento de configurar la



a. Selección de nodos no requeridos.



b. Activación de los nodos no requeridos.

Figura 101. Configuración de nodos intocables, no deseados, o no requeridos en KeyPlayer 2.

ventana del procedimiento (Figura 101b) se active la casilla **“Use untouchable nodes list”**, lo que le indicará al programa que durante el cálculo del conjunto-*kp* use la lista de los nodos intocables, es decir que, aunque sean buenos nodos, no se seleccionen. En nuestro ejemplo, supongamos que vamos a seleccionar tres nodos a una distancia máxima de 1, los resultados anteriores (ver Cuadro 5) mostraban que los mejores tres nodos eran ER002, ER010 y ER018, además que con ellos se alcanzaba una cobertura de 87.5% de la red restante. Sin embargo, ahora se le ha pedido al programa que no considere la inclusión de los nodos ER010 y ER018, por lo tanto, el procedimiento ofrecerá una lista nueva. En este caso, se obtuvo que el conjunto-*kp* estaría formado por ER002, ER005 y ER025 alcanzando una cobertura de 75% (Figura 102). Por su puesto, la cobertura es

menor pues precisamente los nodos de la lista de no deseados son el segundo y tercero más importante en la red (por sus grados de entrada). En la Figura 103 se puede apreciar cómo el conjunto-*kp* positivo seleccionado está distribuido en la red; obsérvese cómo los nodos ER010 y ER018 que están al centro de la red no fueron seleccionados, aunque son buenos nodos.

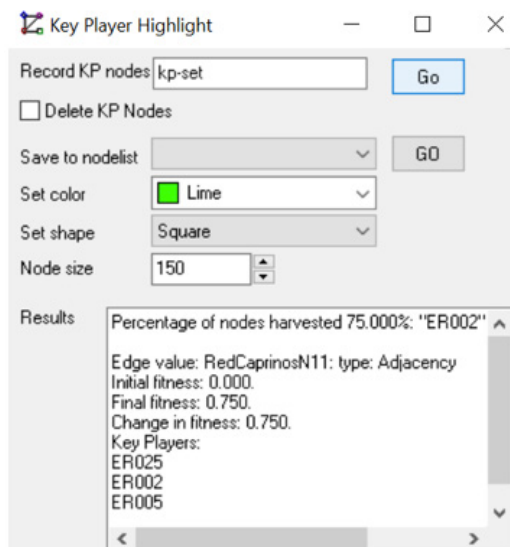


Figura 102. Resultado del procedimiento KPP-Pos, opción “Harvest”, con tres nodos y una distancia de 1, dos nodos (ER010 y ER018) se configuraron como intocables o no requeridos.

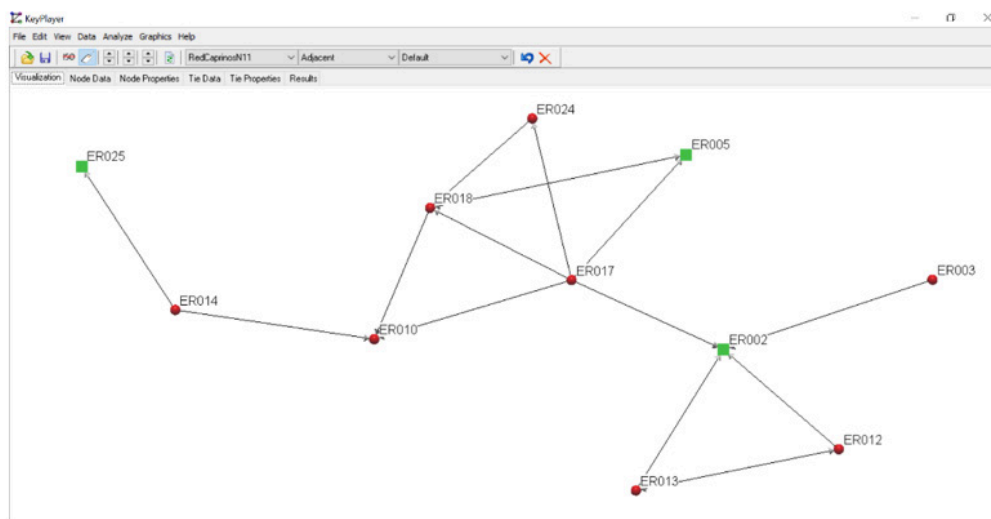


Figura 103. Conjunto-*kp* positivo de tres nodos (los nodos ER010 y ER018 fueron configurados como no requeridos, por ello no fueron seleccionados), procedimiento “Harvest”, en KeyPlayer 2.

Para finalizar este apartado, es importante comentar que durante la configuración de la lista de nodos no deseados se pueden seleccionar más nodos de los que se buscará que formen el conjunto- kp , es decir, es posible seleccionar cinco nodos no deseados y sólo estar buscando tres actores clave. O en una red más grande, digamos 200 nodos, es posible que sean 25 los nodos no deseados y el tamaño del conjunto- kp quizás sea de 15. Esto se puede realizar ya que el procedimiento va buscando la mejor combinación de nodos posible, entonces se irán seleccionando los nodos hasta formar el conjunto- kp , por lo cual es posible que se complete con nodos no deseados si es que no se activaron en la lista respectiva. Esto no funciona igual para la lista de nodos requeridos porque si se activan más nodos deseados en comparación al tamaño del conjunto- kp , los nodos requeridos tendrán prioridad y entonces serán los primeros en ser seleccionados. Nuevamente se recalca la importancia de considerar en todo momento la información que subyace en la red y las implicaciones de recursos en la selección de los actores clave.

7. Consideraciones finales

El propósito de este documento ha sido explicar de forma resumida el uso y aplicación del Análisis de Redes Sociales, pasando por temas que van desde el planteamiento de la pregunta generadora de los datos de red, la colecta de estos datos y su sistematización, hasta la representación gráfica y cálculo de indicadores básicos; todo esto con el uso del software más popular: UCINET (Borgatti et al., 2002) y dos softwares asociados a éste, que son i. NetDraw (Borgatti, 2002), para visualizar redes, y ii. *KeyPlayer 2* (Borgatti, 2006; Borgatti & Dreyfus, 2005), para identificar actores clave. Se pretende que el lector (estudiante, profesionalista, investigador, entre otros) tenga un panorama general del potencial del ARS como herramienta metodológica, pero también teórica, en donde el análisis de los vínculos entre actores represente correctamente la información subyacente en los gráficos de red. En este sentido, también se busca contribuir a reducir el uso del ARS como una simple forma elegante, atractiva y “apantallante” de representar interacciones entre actores, pero que no logra sustentarse en información empírica ni teórica, llegando incluso a interpretaciones erróneas tanto de los indicadores como de los gráficos.

Sin embargo, se debe recalcar que el documento es introductorio; así, queda un margen de temas y tópicos que no se abordaron a detalle y, por tanto, corresponde al lector documentarse para aplicarlos. Entre los temas promisorios se pueden señalar, empezando por el apartado de la colecta y generación de datos de red, las diferencias entre los instrumentos para coleccionar datos de redes “*completas*” y “*egocéntricas*”; un tanto relacionado está el tema de la delimitación espacial y temporal de los datos de red a coleccionar y de los actores mismos. Así mismo, al no especificar y abundar sobre los límites de la red, tampoco se habló sobre el muestreo de poblaciones; este tópico es determinante, pues la frontera de la red analizada marcará, en buena medida, la posible interpretación de los indicadores.

De la misma forma, el lector también podrá abundar en el análisis de las diferencias entre coleccionar datos de red “modo-uno” (*one-mode*) y datos de red “modo-dos” (*two-mode*), que llevaría a discutir la diferencia entre indicadores y representaciones gráficas, entre otras implicaciones sumamente útiles. En específico, el tema de las redes “modo-dos” es amplio y ha tomado auge por su importancia y posible

aplicación en diversas áreas y con diferentes objetivos; este tipo de datos son comunes en estudios sobre colaboración científica, por ejemplo, Rodríguez et al. (2016) construyeron una red "modo-dos" para ver la participación de diversos autores en un conjunto de artículos, y así analizar la colaboración académica para la generación de conocimiento en la extensión rural en Colombia.

Otro tema interesante es el relacionado con desarrollar datos de red sobre características específicas, como son los generadores de posición y de recursos, que podrían ser del interés al estudiar capital social, pues hacen referencia al acceso a "tipos de *alters* específicos" o de "*alters* con recursos especiales", entre otros tópicos.

En el apartado de la captura de datos de red, aunque se abordaron los principales métodos usados en su sistematización, existen otros más. Por ejemplo, es posible cargar atributos de los actores a través del formato *Edgelist2*. Aunado a esto y como una mención especial, en el software UCINET y con el uso del *Editor DL* (ver sección 3.5. donde se utilizó éste para guardar datos en formato *Edgelist 23*), se pueden generar los archivos de red sin necesidad de pasar por los archivos de texto que se explicaron en este documento. Aunado a esto, en el *Editor DL* existen otras opciones de captura de datos de red. Como se señaló anteriormente, el tema de las redes "modo-dos" es amplio y con ello la forma de sistematizar los datos es también un tópico especial, en donde formatos como el mismo *Edgelist2* y el *Nodelist2* son los indicados.

En cuanto al tema de visualización de redes, existe un amplio desarrollo en cuanto a algoritmos y formas de representación de la red. De manera general, en el documento se mencionaron los cinco principios básicos (Davidson & Harel, 1996) que busca un buen algoritmo, pero el lector podrá encontrar en la literatura especializada una explicación a mayor profundidad sobre cómo trabajan algunos de ellos; esto estará ligado al uso del software elegido por el usuario. En nuestro caso, hemos hecho énfasis en el uso de NetDraw (Borgatti, 2002), por estar asociado a UCINET; pero también se recomienda al lector profundizar en el manejo de otros programas, entre ellos Pajek (Batagelj & Mrvar, 2011), Gephi (Bastian et al., 2009), NodeXL (Smith et al., 2009) y varios más.

Uno de los temas que demandarán mucha más atención en el futuro y que está en constante avance es el desarrollo de indicadores del ARS. Como se mencionó en la sección 5, los indicadores mostrados en este documento son los más aplicados en los análisis disponibles en la literatura; se podría decir que son los indicadores básicos de primer y segundo orden. Sin embargo, existen otros más en los que valdría la pena profundizar pues podrían ampliar el horizonte de análisis. Sólo por mencionar algunos, en primer término está el tema de la homofilia entre los actores (Lazarsfeld & Merton, 1954; McPherson, Smith-Lovin, & Cook, 2001) y el

indicador E-I como una forma de calcularla (Everett & Borgatti, 2012; Krackhardt & Stern, 1988); esto es importante porque se puede medir hasta qué grado los actores tienden a establecer vínculos con aquellos que son similares a ellos o viceversa. Se ha encontrado evidencia que este tipo de comportamientos puede impedir el flujo de información y conocimiento entre agricultores con diferentes niveles de innovación (Aguilar-Gallegos et al., 2015). Otro caso se da en las redes de pesca, en donde las embarcaciones muestran una ligera tendencia general a la heterofilia, puesto que el intercambio de información entre embarcaciones similares representa una competencia, es por lo que no se genera ese tipo de vínculo entre iguales; al contrario, pareciera que las relaciones más fuertes se dan entre aquellas embarcaciones que no representan competencia directa por los recursos pesqueros (Maya Jariego et al., 2017). También que, en cuanto a la colaboración científica, los investigadores de instituciones públicas tienen mayores niveles de homofilia en comparación con investigadores de instituciones privadas, quienes muestran una tendencia hacia la heterofilia (Rodríguez et al., 2016).

Segundo, se recomienda al lector abundar sobre el estudio de las estructuras de red centro-periferia, donde se podría probar tanto la presencia de dicha estructura a nivel de red, así como encontrar a los nodos que son centro y otros que forman la periferia (Borgatti & Everett, 2000), que a su vez puede tener aplicaciones empíricas para la selección de actores que faciliten la difusión de información y conocimiento (Bourne et al., 2017; Isaac, Erickson, Quashie-Sam, & Timmer, 2007).

Tercero, otro tema que ha estado cobrando importancia es la detección de grupos y comunidades a través de algoritmos muy sofisticados (e.g., Blondel, Guillaume, Lambiotte, & Lefebvre, 2008; Girvan & Newman, 2002) en donde indicadores como la modularidad toman relevancia para su determinación y correcta división. La modularidad, de forma general, sirve para conocer qué tan buena o mala es la partición de la red en las comunidades encontradas. La definición de comunidades es interesante debido a que dentro de éstas es frecuente que se encuentre una elevada densidad, en comparación con una baja densidad entre ellas. Por lo tanto, esto podría ser utilizado para diseñar estrategias de intervención basadas en red (Maya Jariego, 2016; Valente, 2012) y, en específico, a través de grupos y comunidades. Algunos avances en intervenciones basadas en red han demostrado, por ejemplo, que es posible incrementar los niveles de innovación de productores caprinos (Aguilar-Gallegos et al., 2017); sin embargo, el diseño de la intervención se realizó con base en la selección de actores, misma que se hizo tomando en cuenta la estructura de toda la red. Por tanto, sería pertinente generar más estudios sobre las intervenciones a través de grupos y comunidades, para hacer comparaciones de ambos métodos.

Sumado a los temas antes señalados, y en los que seguramente se tendrán avances importantes en cuanto a su aplicación en el futuro inmediato, existen otros más que convendría explorar. Tal es el caso de lo relacionado al análisis de modelos estocásticos y de redes dinámicas (análisis longitudinal) (Robins, Pattison, Kalish, & Lusher, 2007; Robins, Snijders, Wang, Handcock, & Pattison, 2007; Snijders, van de Bunt, & Steglich, 2010), en donde existe todavía una brecha para la generación de evidencia empírica y de contribución teórica.

Los temas antes señalados son considerados como tópicos selectos y en algunos casos son tan especializados que llevan al desarrollo de otros rubros alternos. Además, al ser tópicos especializados, su explicación podría llevar a escribir documentos completos, con longitudes mayores al presente. Así, para una consulta a mayor detalle o para aquellos lectores que deseen profundizar en los temas propuestos, algunas de las lecturas recomendadas son hacia autores clásicos y seminales que fueron citados a lo largo del documento (e.g., Borgatti & Everett, 1997, 2000; Borgatti et al., 2013; Borgatti & Halgin, 2011a; Costenbader & Valente, 2003; Marsden, 1990, 2005, 2011; Robins, Pattison, et al., 2007; Snijders et al., 2010; Valente, 2012; Wasserman & Faust, 1994).

Por último, se debe recalcar que, tanto para los análisis elementales del ARS como para la aplicación de los tópicos avanzados, la base fundamental es el entendimiento a cabalidad de la información colectada, que puede ser a través de diferentes mecanismos y entre ellos las preguntas generadoras de nombres. Con el entendimiento de la información que representa el vínculo y cómo fue obtenido éste, el ARS puede ser utilizado con mayor potencial y los indicadores proveerán más conocimiento, llegando a conclusiones más profundas y sustentadas sobre la red que se esté analizando.

8. Referencias

- Aguilar-Ávila, J., Santoyo-Cortés, V. H., Muñoz-Rodríguez, M., Aguilar-Gallegos, N., & Martínez-González, E. G. (2015). Agencias de gestión de la innovación para el desarrollo de proveedores en México. In R. Compés López, J. M. García Álvarez-Coque, & J. Aguilar-Ávila (Eds.), *Redes de innovación y desarrollo local en el medio rural* (pp. 249–266). Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España.
- Aguilar-Gallegos, N., Martínez-González, E. G., Aguilar-Ávila, J., Santoyo-Cortés, H., Muñoz-Rodríguez, M., & García-Sánchez, E. I. (2016). Análisis de redes sociales para catalizar la innovación agrícola: de los vínculos directos a la integración y radialidad. *Estudios Gerenciales*, 32(140), 197–207. <http://doi.org/10.1016/j.estger.2016.06.006>
- Aguilar-Gallegos, N., Muñoz-Rodríguez, M., Santoyo-Cortés, H., Aguilar-Ávila, J., & Klerkx, L. (2015). Information networks that generate economic value: A study on clusters of adopters of new or improved technologies and practices among oil palm growers in Mexico. *Agricultural Systems*, 135, 122–132. <http://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.01.003>
- Aguilar-Gallegos, N., Olvera-Martínez, J. A., Martínez-González, E. G., Aguilar-Ávila, J., Muñoz-Rodríguez, M., & Santoyo-Cortés, H. (2017). La intervención en red para catalizar la innovación agrícola. *REDES. Revista Hispana Para El Análisis de Redes Sociales*, 28(1), 9–31. <http://doi.org/10.5565/rev/redes.653>
- Aguilar Ávila, J., Rendón Medel, R., Muñoz Rodríguez, M., Altamirano Cárdenas, J. R., & Santoyo Cortés, V. H. (2011). Agencias para la gestión de la innovación en territorios rurales. In M. Del Roble Pensado Leglise (Ed.), *Territorio y ambiente: aproximaciones metodológicas* (pp. 79–98). D.F., México: Siglo XXI.
- Barabási, A. L., Jeong, H., Néda, Z., Ravasz, E., Schubert, A., & Vicsek, T. (2002). Evolution of the social network of scientific collaborations. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 311(3–4), 590–614. [http://doi.org/10.1016/S0378-4371\(02\)00736-7](http://doi.org/10.1016/S0378-4371(02)00736-7)
- Bastian, M., Heymann, S., & Jacomy, M. (2009). Gephi: An open source software for exploring and manipulating networks. *ICWSM*.
- Batagelj, V., & Mrvar, A. (2011). *Pajek. Program for Analysis and Visualization of Large Networks version 2.05*. University of Ljubljana, Slovenia. Liubliana, Eslovenia: University of Ljubljana, Slovenia.
- Blondel, V. D., Guillaume, J.-L., Lambiotte, R., & Lefebvre, E. (2008). Fast unfolding of communities in large networks. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 10008(10), 6. <http://doi.org/10.1088/1742-5468/2008/10/P10008>
- Bonacich, P. (1972). Factoring and weighting approaches to status scores and clique identification. *The Journal of Mathematical Sociology*, 2(1), 113–120. <http://doi.org/10.1080/0022250X.1972.9989806>

- Bonacich, P. (1987). Power and centrality: A family of measures. *American Journal of Sociology*, 92(5), 1170–1182.
- Borgatti, S. P. (2002). Netdraw Network Visualization. Harvard, MA: Analytic Technologies.
- Borgatti, S. P. (2006). Identifying sets of key players in a social network. *Computational and Mathematical Organization Theory*, 12(1), 21–34. <http://doi.org/10.1007/s10588-006-7084-x>
- Borgatti, S. P., & Dreyfus, D. (2005). KeyPlayer 2 program. Lexington, KY: Analytic Technologies.
- Borgatti, S. P., & Everett, M. G. (1997). Network analysis of 2-mode data. *Social Networks*, 19(3), 243–269. [http://doi.org/10.1016/S0378-8733\(96\)00301-2](http://doi.org/10.1016/S0378-8733(96)00301-2)
- Borgatti, S. P., & Everett, M. G. (2000). Models of core/periphery structures. *Social Networks*, 21(4), 375–395. [http://doi.org/10.1016/S0378-8733\(99\)00019-2](http://doi.org/10.1016/S0378-8733(99)00019-2)
- Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Freeman, L. C. (2002). Ucinet for Windows: software for social network analysis. Harvard, MA: Analytic Technologies.
- Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Johnson, J. C. (2013). *Analyzing social networks*. London: SAGE Publications Limited.
- Borgatti, S. P., & Halgin, D. S. (2011a). Analyzing affiliation networks. In J. Scott & P. J. Carrington (Eds.), *The SAGE Handbook of Social Network Analysis* (pp. 417–433). London, UK: SAGE Publications Ltd.
- Borgatti, S. P., & Halgin, D. S. (2011b). On network theory. *Organization Science*, 22(5), 1168–1181. <http://doi.org/10.1287/orsc.1100.0641>
- Borgatti, S. P., Mehra, A., Brass, D. J., & Labianca, G. (2009). Network analysis in the social sciences. *Science*, 323, 892–895.
- Bourne, M., Gassner, A., Makui, P., Muller, A., & Muriuki, J. (2017). A network perspective filling a gap in assessment of agricultural advisory system performance. *Journal of Rural Studies*, 50, 30–44. <http://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.12.008>
- Compagnone, C., & Hellec, F. (2014). Farmers' professional dialogue networks and dynamics of change: The case of ICP and no-tillage adoption in Burgundy (France). *Rural Sociology*. <http://doi.org/10.1111/ruso.12058>
- Costenbader, E., & Valente, T. W. (2003). The stability of centrality measures when networks are sampled. *Social Networks*, 25(4), 283–307. [http://doi.org/10.1016/S0378-8733\(03\)00012-1](http://doi.org/10.1016/S0378-8733(03)00012-1)
- Davidson, R., & Harel, D. (1996). Drawing graphs nicely using simulated annealing. *ACM Transactions on Graphics*, 15(4), 301–331. <http://doi.org/10.1145/234535.234538>
- de Nooy, W., Mrvar, A., & Batagelj, V. (2005). *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Dejordy, R., Borgatti, S. P., Roussin, C., & Halgin, D. S. (2007). Visualizing proximity data. *Field Methods*, 19(3), 239–263. <http://doi.org/10.1177/1525822X07302104>
- Del-Fresno-García, M. (2014). Haciendo visible lo invisible: visualización de la estructura de las relaciones en red en Twitter por medio del análisis de redes sociales. *El Profesional de La Información*, 23(3), 246–252. <http://doi.org/10.3145/epi.2014.may.04>
- Del Fresno García, M., Daly, A. J., & Supovitz, J. (2015). Desvelando climas de opinión por medio del Social Media Mining y Análisis de Redes Sociales en Twitter. El caso de los Common Core State Standards. *REDES. Revista Hispana Para El Análisis de Redes Sociales*, 26(1), 53–76. <http://doi.org/10.5565/rev/redes.531>

- Everett, M. G., & Borgatti, S. P. (2012). Categorical attribute based centrality: E-I and G-F centrality. *Social Networks*, 34(4), 562–569. <http://doi.org/10.1016/j.socnet.2012.06.002>
- Freeman, L. C. (1979). Centrality in social networks: conceptual clarification. *Social Networks*, 1(3), 215–239. [http://doi.org/10.1016/0378-8733\(78\)90021-7](http://doi.org/10.1016/0378-8733(78)90021-7)
- Freeman, L. C., Borgatti, S. P., & White, D. R. (1991). Centrality in valued graphs: A measure of betweenness based on network flow. *Social Networks*, 13(2), 141–154. [http://doi.org/10.1016/0378-8733\(91\)90017-N](http://doi.org/10.1016/0378-8733(91)90017-N)
- García Sánchez, E. I., Aguilar Ávila, J., & Bernal Muñoz, R. (2011). La agricultura protegida en Tlaxcala, Méjico: La adopción de innovaciones y el nivel de equipamiento como factores para su categorización. *Teuken Bidikay*, 2, 193–212.
- Girvan, M., & Newman, M. E. J. (2002). Community structure in social and biological networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99(12), 7821–7826. <http://doi.org/10.1073/pnas.122653799>
- Granovetter, M. S. (1973). The strength of weak ties. *American Journal of Sociology*, 78(6), 1360–1380. <http://doi.org/10.1086/225469>
- Hanneman, R. A., & Riddle, M. (2011). Concepts and measures for basic network analysis. In J. Scott & P. J. Carrington (Eds.), *The SAGE Handbook of Social Network Analysis* (pp. 340–369). London, UK: SAGE Publications Ltd.
- Hermans, F., Sartas, M., van Schagen, B., van Asten, P., & Schut, M. (2017). Social network analysis of multi-stakeholder platforms in agricultural research for development: Opportunities and constraints for innovation and scaling. *PLoS ONE*, 12(2), e0169634. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0169634>
- Hermans, F., Stuiver, M., Beers, P. J., & Kok, K. (2013). The distribution of roles and functions for upscaling and outscaling innovations in agricultural innovation systems. *Agricultural Systems*, 115, 117–128. <http://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.09.006>
- Hermans, F., van Apeldoorn, D., Stuiver, M., & Kok, K. (2013). Niches and networks: Explaining network evolution through niche formation processes. *Research Policy*, 42(3), 613–623. <http://doi.org/10.1016/j.respol.2012.10.004>
- Isaac, M. E. (2012). Agricultural information exchange and organizational ties: The effect of network topology on managing agrobiodiversity. *Agricultural Systems*, 109, 9–15. <http://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.01.011>
- Isaac, M. E., Erickson, B. H., Quashie-Sam, S. J., & Timmer, V. R. (2007). Transfer of knowledge on agroforestry management practices: The structure of farmer advice networks. *Ecology and Society*, 12(2), 32.
- Jackson, M. O. (2008). *Social and economic networks*. New Jersey, USA: Princeton University Press.
- Johnson, J. C. (1986). Social networks and innovation adoption: A look at Burt's use of structural equivalence. *Social Networks*, 8(4), 343–364. [http://doi.org/10.1016/0378-8733\(86\)90002-X](http://doi.org/10.1016/0378-8733(86)90002-X)
- Krackhardt, D., & Stern, R. N. (1988). Informal Networks and Organizational Crises: An Experimental Simulation. *Social Psychology Quarterly*, 51(2), 123–140.
- Lazarsfeld, P. F., & Merton, R. K. (1954). Friendship as a social process: A substantive and methodological analysis. In M. Berger, T. Abel, & C. H. Page (Eds.), *Freedom and Control in Modern Society* (Vol. 18, pp. 18–66). Van Nostrand.

- Leydesdorff, L., & Wagner, C. S. (2008). International collaboration in science and the formation of a core group. *Journal of Informetrics*, 2(4), 317–325. <http://doi.org/10.1016/j.joi.2008.07.003>
- Marsden, P. V. (1990). Network data and measurement. *Annual Review of Sociology*, 16(1), 435–463. <http://doi.org/10.1146/annurev.so.16.080190.002251>
- Marsden, P. V. (2005). Recent development in network measurement. In P. J. Carrington, J. Scott, & S. Wasserman (Eds.), *Models and methods in social network analysis* (pp. 8–30). New York, USA: Cambridge University Press.
- Marsden, P. V. (2011). Survey methods for network data. In J. Scott & P. J. Carrington (Eds.), *The SAGE Handbook of Social Network Analysis* (pp. 370–388). London, UK: SAGE.
- Maya Jariego, I. (2016). 7 usos del análisis de redes en la intervención comunitaria. *REDES. Revista Hispana Para El Análisis de Redes Sociales*, 27(2), 1–10. <http://doi.org/10.5565/rev/redes.628>
- Maya Jariego, I., Florido del Corral, D., & Sáez, J. (2017). Redes de consejo y apoyo social de las embarcaciones autorizadas a pescar en la reserva de la desembocadura del Guadalquivir: tres estrategias de pesca desde el puerto de Chipiona. *REDES. Revista Hispana Para El Análisis de Redes Sociales*, 28(1), 32–46. <http://doi.org/10.5565/rev/redes.651>
- McPherson, M., Smith-Lovin, L., & Cook, J. M. (2001). Birds of a feather: Homophily in Social Networks. *Annual Review of Sociology*, 27, 415–444.
- Monge, M., Hartwich, F., & Halgin, D. S. (2008). *How change agents and social capital influence the adoption of innovations among small farmers. Evidence from social networks in rural Bolivia*. Washington, DC: International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Monge Pérez, M., & Hartwich, F. (2008). Análisis de Redes Sociales aplicado al estudio de los procesos de innovación agrícola. *REDES. Revista Hispana Para El Análisis de Redes Sociales*, 14(2), 1–31. <http://doi.org/10.5565/rev/redes.118>
- Muñoz Rodríguez, M., Rendón Medel, R., Aguilar Ávila, J., García Muñiz, J. G., & Altamirano Cárdenas, J. R. (2004). *Redes de innovación: un acercamiento a su identificación, análisis y gestión para el desarrollo rural*. Fundación PRODUCE Michoacán, A.C./Universidad Autónoma Chapingo.
- Padgett, J. F., & Ansell, C. K. (1993). Robust action and the rise of the Medici, 1400–1434. *American Journal of Sociology*, 98(6), 1259–1319.
- Robins, G., Pattison, P., Kalish, Y., & Lusher, D. (2007). An introduction to exponential random graph (p*) models for social networks. *Social Networks*, 29(2), 173–191. <http://doi.org/10.1016/j.socnet.2006.08.002>
- Robins, G., Snijders, T., Wang, P., Handcock, M., & Pattison, P. (2007). Recent developments in exponential random graph (p*) models for social networks. *Social Networks*, 29(2), 192–215. <http://doi.org/10.1016/j.socnet.2006.08.003>
- Rodríguez, H., Ramírez-Gómez, C. J., Aguilar-Gallegos, N., & Aguilar-Ávila, J. (2016). Network analysis of knowledge building on rural extension in Colombia. *Agronomía Colombiana*, 34(3), 393–402. <http://doi.org/10.15446/agron.colomb.v34n3.58500>
- Smith, M., Shneiderman, B., Milic-Frayling, N., Rodrigues, E. M., Barash, V., Dunne, C., ... Gleave, E. (2009). Analyzing (social media) networks with NodeXL. *Proceedings of the Fourth International Conference on Communities and Technologies*, 255–264.

- Snijders, T. A. B., van de Bunt, G. G., & Steglich, C. E. G. (2010). Introduction to stochastic actor-based models for network dynamics. *Social Networks*, 32(1), 44–60. <http://doi.org/10.1016/j.socnet.2009.02.004>
- Spielman, D. J., Davis, K., Negash, M., & Ayele, G. (2011). Rural innovation systems and networks: findings from a study of Ethiopian smallholders. *Agriculture and Human Values*, 28(2), 195–212. <http://doi.org/10.1007/s10460-010-9273-y>
- Valderrama-Zurián, J. C., González-Alcaide, G., Valderrama-Zurián, F. J., Aleixandre-Benavent, R., & Miguel-Dasit, A. (2007). Redes de coautorías y colaboración institucional en Revista Española de Cardiología. *Revista Española de Cardiología*, 60(2), 117–130. <http://doi.org/10.1157/13099458>
- Valente, T. W. (1996). Social network thresholds in the diffusion of innovations. *Social Networks*, 18(1), 69–89. [http://doi.org/10.1016/0378-8733\(95\)00256-1](http://doi.org/10.1016/0378-8733(95)00256-1)
- Valente, T. W. (2012). Network interventions. *Science*, 337(6090), 49–53. <http://doi.org/10.1126/science.1217330>
- Valente, T. W., & Davis, R. L. (1999). Accelerating the diffusion of innovations using opinion leaders. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 566(1), 55–67. <http://doi.org/10.1177/000271629956600105>
- Valente, T. W., & Foreman, R. K. (1998). Integration and radiality: measuring the extent of an individual's connectedness and reachability in a network. *Social Networks*, 20(1), 89–105. [http://doi.org/10.1016/S0378-8733\(97\)00007-5](http://doi.org/10.1016/S0378-8733(97)00007-5)
- Valente, T. W., Palinkas, L. A., Czaja, S., Chu, K.-H., & Brown, C. H. (2015). Social Network Analysis for program implementation. *PLoS ONE*, 10(6), e0131712. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0131712>
- Valente, T. W., & Pumpuang, P. (2007). Identifying opinion leaders to promote behavior change. *Health Education & Behavior*, 34(6), 881–896. <http://doi.org/10.1177/1090198106297855>
- Velázquez Álvarez, O. A., & Aguilar Gallegos, N. (2005). *Manual introductorio al análisis de redes sociales. Medidas de centralidad*.
- Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social Network Analysis: methods and applications*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Análisis de redes sociales: conceptos clave y cálculo de indicadores
Serie Metodologías y herramientas para la investigación, V5
Esta publicación estuvo a cargo de la Oficina Editorial del CIESTAAM.

Se imprimieron 200 ejemplares en el mes de diciembre de 2017
a través de DocuMaster, Av. Coyoacán núm. 1450,
Colonia del Valle, C.P. 03220 Ciudad de México. México.

OTRAS PUBLICACIONES DEL CIESTAAM

LIBROS

- Modelos alternativos de capacitación y extensión comunitaria
- Ingresos y costos de producción 2013. Unidades Representativas de Producción
- Trópico Húmedo y Mesa Central - Paneles de productores Ingresos y costos de producción 2013. Unidades Representativas de Producción Trópico Húmedo y Mesa Central - Paneles de productores
- Colección Trópico Húmedo: 1) Cacao, 2) Miel, 3) Palma de aceite, 4) Nuez de macadamia, 5) Pimienta gorda, 6) Hule
- Veracruz. Agricultura e historia. Estudios regionales y desarrollo rural
- Desarrollo agrícola y rural, cambio climático y políticas públicas
- Estimación de rendimientos en el sector agropecuario.
- Gestión de redes de innovación en zonas rurales marginadas
- La leche y los quesos artesanales en México

SERIE METODOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS PARA LA INVESTIGACIÓN

- Herramientas metodológicas para aplicaciones del experimento de elección, V4
- Herramientas metodológicas para aplicaciones del método de valoración contingente, V3
- Herramientas digitales en la investigación académica, V2
- Pautas para citar y construir la lista de referencias en documentos académicos, V1

REPORTES DE INVESTIGACIÓN

Análisis del potencial productivo y comercial de durazno en México.
Reporte 96

¿Qué significa innovar en el ámbito del sector agroalimentario? ...y
¡cómo lo hemos hecho! Reporte 95

Gestión de la innovación para la producción sostenible de maíz en
regiones de alta marginación: Lecciones para el diseño e
implementación de políticas públicas. Reporte 94

Políticas públicas para el fomento de clústeres de horticultura
protegida con pequeños productores: Lecciones aprendidas. Reporte 93

El enfoque de sistemas agroalimentarios localizados - SIAL:
propuestas para el fortalecimiento metodológico. Reporte 92



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
CHAPINGO

ISBN: 978-607-12-0487-5

