



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

# **Estructura y dinámica de la relación entre actores humanos y no-humanos involucrados en la generación, producción y difusión de variedades de maíz en Colombia**

**Oscar Yandy Romero Goyeneche**

Instituto de Estudios Ambientales (IDEA), Facultad de Ciencias Económicas  
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

2015



# **Estructura y dinámica de la relación entre actores humanos y no-humanos involucrados en la generación, producción y difusión de variedades de maíz en Colombia**

**Oscar Yandy Romero Goyeneche**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:

**Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo**

Director:

Rafael German Hurtado Heredia, PhD.

Codirectora:

Dolly Cristina Palacio Tamayo, PhD.

Línea de Investigación: Estudios del Desarrollo

Grupos de Investigación:

Grupo de Investigación del Instituto de Estudios Ambientales - Bogotá

Grupo de Econofísica y Sociofísica

Instituto de Estudios Ambientales (IDEA), Facultad de Ciencias Económicas

Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

2015



*"La gente, hecha de maíz, hace el maíz. La gente, creada de la carne y los colores del maíz, cava una cuna para el maíz y lo cubre de buena tierra y lo limpia de malas hierbas y lo riega y le habla palabras que lo quieren. Y cuando el maíz está crecido, la gente de maíz lo muele sobre la piedra y lo alza y lo aplaude y lo acuesta al amor del fuego y se lo come, para que en la gente de maíz siga el maíz caminando sin morir sobre la tierra."  
Eduardo Galeano. Las Palabras Andantes.*



## Agradecimientos

Agradezco a la Universidad Nacional de Colombia y al posgrado en Medio Ambiente y Desarrollo del Instituto de Estudios Ambientales de la Facultad de Ciencias Económicas. A todos los compañeros de la XIII cohorte del Instituto de Estudios Ambientales quienes me brindaron siempre su apoyo. Al grupo de investigación en Sociofísica y Econofísica quienes me brindaron su apoyo académico en múltiples discusiones que nutrieron y permitieron la realización de este trabajo. Agradezco especialmente a Felber Arroyave quien colaboró de forma activa en la realización de este trabajo con sus consejos, aportes y apoyo incondicional que permitieron hacer este trabajo.

Este trabajo, ha sido apoyado por la Vicerrectoría de Investigación y Extensión de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, mediante el apoyo del proyecto código HERMES 19010 *“Aplicación del formalismo de las Redes Complejas a la difusión de las innovaciones en agricultura, el tráfico de especies silvestres, la movilidad urbana y la percepción humana de la música”* en la convocatoria *“Programa nacional para el fortalecimiento la investigación, la creación y la innovación en posgrados de la Universidad Nacional de Colombia, 2013-2015”*.





## Resumen

Este trabajo aborda los procesos de generación y difusión de conocimiento a través de variedades de maíz, teniendo en cuenta las conexiones que tienen los actores con el medio ambiente y la cultura a escalas locales, regionales e internacionales. El eje teórico del trabajo está dado por la perspectiva de la Teoría del Actor Red, que asume que la relación entre el actor y la red es dinámica, con la visión de que el actor y la red transforman la realidad. La Teoría del Actor Red contempla tanto el entramado de relaciones sociales entre actores humanos como no-humano asociando aspectos de la naturaleza y la tecnología y mostrando un entramado emergente de efectos sobre lo ambiental. La metodología combina aspectos de la Sociología de la Traducción, el Análisis de Redes Sociales y el formalismo de las Redes Complejas que permiten visualizar la composición de los sistemas y las relaciones subyacentes en forma de grafos y, a partir de sus propiedades topológicas y estadísticas, establece aspectos de su estructura y su dinámica. Los resultados a escala global muestran que los intereses en las publicaciones académicas están influenciados por los marcos regionales en los cuales están inmersas las instituciones y los financiadores de los estudios. A escala regional se encuentra que existe un conjunto de características (color, forma, tamaño del grano, tipo de cultivo y destino productivo) que permiten a los agricultores generar nuevas variedades que se adaptan a los ecosistemas, prácticas, usos y dinámicas del mercado. En la escala local el entramado de relaciones que se dan entre actores que tienen diferentes perspectivas del desarrollo agrícola evidencia diferentes formas de relación material y simbólica con la naturaleza y la tecnología (actores no-humanos). Las empresas multinacionales productoras de semillas híbridas y transgénicas tienen como estrategia de difusión y para controlar el mercado asumir la posición de intermediarios dentro del sistema de comercialización, interesando, enrolando y movilizándolo múltiples actores sociales internacionales, regionales y locales con mecanismos propios de las tecnologías sociales que les permiten traducir sus intereses. Finalmente, se contrastan estas formas de desarrollo con diferentes visiones de la naturaleza, lo que permite analizar las nuevas configuraciones de la naturaleza y las tensiones que se dan entre diferentes perspectivas del desarrollo en las distintas escalas.

**Palabras clave:** *Zea mays*, Maíz, Teoría del Actor-Red, Análisis de Redes Sociales, Redes Complejas, Innovaciones.

## Abstract

This paper addresses the processes of generation and diffusion of knowledge through the dissemination of corn varieties. This process profits from the connectedness of the networks of human and non-human actors including the environment and culture at the local, regional and international scales. The theoretical perspective of the work is given by the Actor Network Theory that assumes relationships between the actor and the network as dynamic, with the network transforming reality. Actor Network Theory includes both the fabric of social relationships between humans and non-human actors combining aspects of nature and technology, showing environmental effects as emerging phenomena. The methodology combines conceptual and analytical tools from the Sociology of Translation, Social Network Analysis and the formalisms of Complex Networks. This methodology unveils the composition of the system and the underlying relationships using results as those from graphs theory that relate superficial topological properties with structure and statistics properties with dynamics. Results show that at the global scale papers in academic journals reflect the interest of actors at the regional or national scale that embed research institutions and funders. At the regional level there is a set of features that allow farmers to diversify their crops and generate multiple options that adapt to ecosystems, practices, customs and market dynamics. At the local level the fabric of relationships that exist between actors who have different perspectives of agricultural development exhibit the existence of different relations with nature and technology (non-human actors). Multinational companies producing hybrid and transgenic corn seeds have as diffusion strategy the control of markets assuming the position of intermediaries in the system by interesting, enrolling and mobilizing multiple international, regional and local stakeholders. Finally, these forms of development with different views of nature are contrasted to analyze new configurations of nature as well as the tensions that exist between different perspectives of development at different scales.

**Key words:** *Zea mays*, Corn, Actor Network Theory, Social Network Analysis, Complex Networks, Innovation.

# Contenido

	Pág.
Resumen .....	IX
Abstract.....	X
Introducción .....	13
<b>2. Marco metodológico .....</b>	<b>20</b>
2.1 Sociología de la Traducción .....	20
2.2 Análisis de Redes Sociales .....	21
2.3 Redes Complejas .....	24
2.4 Fuentes de Información utilizadas y procesamiento de los datos.....	26
<b>3. Actores internacionales involucrados en los procesos de innovación asociados a variedades transgénicas de maíz.....</b>	<b>30</b>
3.1 Contexto global del maíz .....	30
3.2 Resultados .....	32
3.2.1 Las instituciones y sus financiadores.....	32
3.2.1.1 Actores centrales.....	36
3.2.2 Análisis de redes complejas de las organizaciones y los financiadores ....	42
3.2.3 Red semántica de palabras claves usadas en lo artículos.....	44
3.2.4 Colaboración entre países para la generación de semillas transgénicas de maíz.....	50
3.2.5 Redes globales de comercio de maíz .....	58
3.3 Discusión .....	61
<b>4. Variedades de Semillas tradicionales e híbridas en Colombia.....</b>	<b>64</b>
4.1 El proceso de domesticación .....	64
4.2 La domesticación del maíz en América y Colombia.....	65
4.3 Contexto actual del maíz en Colombia .....	69
4.3 Resultados .....	70
4.3.1 Red Variedad- Municipio.....	70
4.3.2. Análisis Multiplex de las características, prácticas y usos de maíz en Colombia.....	73
4.4 Discusión .....	78
<b>5. Relaciones entre actores Humanos y No-Humanos Alrededor del Maíz en el Departamento del Meta .....</b>	<b>80</b>
5.1 Descripción biofísica del Departamento del Meta.....	81
5.2 Contexto Histórico del Departamento del Meta .....	82
5.3 La Caja Agraria y el INCORA .....	86
5.4 El papel de CORPOICA y el ICA .....	88
5.5 Iniciativas de actores para la preservación de semillas tradicionales .....	90
5.6 Empresas comercializadoras de semillas .....	93
5.7 Distribución de los agricultores que cultivan maíz transgénico.....	95
5.8. Red de actores que participan en la producción y difusión de semillas de maíz.....	100
5.9 Discusión .....	111

<b>6. Conclusiones Generales .....</b>	<b>115</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>119</b>

# Introducción

Este trabajo aborda los procesos de generación de conocimiento y difusión de variedades de maíz, que pueden ser de origen ancestral o producto de desarrollos tecnológicos como la hibridación y la modificación genética. En particular, estudia las relaciones entre actores humanos y actores no-humanos involucrados en la generación de nuevas variedades de maíz, su conservación, intercambio y uso. Se tienen en cuenta las conexiones de los actores con la naturaleza y la cultura a escala local, regional e internacional, estudiando sus vínculos, estructura y dinámica en la innovación de variedades de maíz.

La generación de conocimiento es un proceso social que está presente desde la formación misma de las sociedades y que tiene múltiples dimensiones y rutas (Long, 2007). El paradigma moderno occidental de generación de conocimiento, enraizado en la filosofía griega y entroncada por el desarrollo científico del renacimiento, domina el desarrollo de tecnologías e innovaciones (Callon, 1980; Beus y Dunlap, 1990; Tweeten, 1993; Heffernan y Constance, 1994; Zornosa, 2012). Durante las últimas décadas la innovación tecnológica en general, y la agricultura industrial en particular, han sido los elementos dominantes en la producción agrícola en muchos países. Dicha producción agrícola está fundamentada en factores tecnológicos como la química agrícola, el mejoramiento genético, los sistemas de irrigación y la mecanización de las labores del cultivo (León, 2012; Zornosa, 2012).

Según los modelos de desarrollo agrícola basados en el paradigma moderno, los métodos tradicionales de mejoramiento genético son lentos e ineficientes, mientras que el conjunto de técnicas y tecnologías modernos permiten procesos más rápidos y eficientes, para las condiciones cambiantes del mercado y de la productividad de los cultivos (Braun et. al, 2010). La sofisticación y el alto contenido de conocimiento de la biotecnología son necesarios para desarrollar nuevos productos, sean éstos variedades vegetales híbridas, genéticamente modificadas o sustancias con las cuales estas variedades pueden ser compatibles, como los herbicidas. En este orden de ideas, los grandes centros de investigación públicos y privados y las formas comerciales del gran capital, se constituyen en los medios más expeditos para llevar a cabo los procesos de desarrollo tecnológico e innovación, los que a su vez influyen en la transformación de las empresas y la redistribución del mercado (Zornosa, 2010).

Sin embargo, los campesinos poseen un "modelo local" de uso y manejo de la naturaleza, con una economía basada en sistemas de producción que son significativamente distintos de los modelos modernos, y que fundamentalmente tienen existencia en la práctica (Long, 2007). Los modelos locales de este tipo son "experimentos vivientes" que se "desarrollan

a través de sistemas de manejo local" en la imbricación de las prácticas locales con procesos y conversaciones a mayor escala (Gudeman y Rivera, 1990). Los modelos locales de uso y manejo de la tierra y sus sistemas de producción asociados están constituidos por conjuntos de usos y significados, que se basan en procesos históricos, lingüísticos y culturales que, aunque nunca están aislados de historias más amplias, retienen cierta especificidad del lugar (Palacio et. al, 2003). Al mismo tiempo que los modelos locales no existen aislados, sino en contacto con modelos modernos de naturaleza y economía que también los influyen (Escobar, 1998)

En cualquier caso, la adopción de variedades de maíz está influenciada por la manera como los agentes económicos y, a fin de cuentas, el mercado asume estas opciones. En particular, bien sea que se trate de variedades ancestrales o de nuevas variedades, su desarrollo y producción están asociados a la generación de conocimiento, tanto tácito como explícito, que circula en la sociedad (Valente, 2005). De esta forma, el entendimiento de la difusión de nuevas variedades o innovaciones hechas por los campesinos, requiere de una aproximación que permita reconocer la difusión de innovaciones como un proceso social con flujos de conocimiento que determina las tecnologías que son utilizadas por determinados actores y la manera como compiten entre ellos (Callon, 1980).

Para entender las diferentes relaciones que se dan entre distintas formas de desarrollo en un territorio, surge la perspectiva centrada en el actor. Esta perspectiva permite analizar las interacciones, negociaciones y forcejeos sociales que tienen lugar entre varios actores (Latour, 1993; Long, 2007) para establecer los principios de ordenamiento y gestión de un territorio dado. Bajo esta perspectiva es importante entender el papel del significado que cada actor construye sobre los demás en el marco de sus interacciones. (Callon, 1980; Latour, 1993). La perspectiva del actor tiene dos grandes ventajas para entender el uso de diferentes variedades de maíz en un territorio. Primero, rompe la dualidad entre objeto y sujeto, donde los objetos tienen agencia y por lo tanto entran en la categoría de actores no-humanos (Latour, 1993; Law, 2009). Para este estudio las variedades de maíz juegan un papel fundamental en los modelos productivos locales y globales. Segundo, permite observar las estrategias que los actores se esfuerzan por legitimar a través de su propia definición del problema (Callon, 1980; Latour, 1993; Law, 2009). Es decir, esta perspectiva se centra en reconocer 'la problematización' como un momento importante de la *traducción* que cada actor hace de la realidad, para lograr sus propósitos.

En concordancia, este estudio tiene en cuenta las conexiones que tienen los actores con el medio local, nacional e internacional a partir de sus relaciones específicas con la generación, producción e innovación de variedades de maíz. Se toma como medio local el Departamento del Meta, al ser un departamento en el cual se siembran diferentes variedades de maíz que van desde las tradicionales, híbridas y genéticamente modificadas. Se tienen en cuenta las relaciones que surgen entre actores internacionales, regionales o nacionales y locales para apropiarse, desarrollar o difundir variedades de maíz que están en el departamento. En este sentido, ésta investigación parte del objetivo general de estudiar los procesos de generación, producción y difusión asociados a la producción de maíz en el

---

Departamento del Meta y sus implicaciones en las interacciones entre los actores humanos y no-humanos que están implicados en los ‘modelos locales’.

Como objetivos específicos el trabajo se propuso establecer la estructura y dinámica de la red de interacciones entre los actores institucionales (universidades, centros de investigación, instituciones y empresas privadas) que generan, producen y difunden las variedades de maíz mejoradas tecnológicamente; analizar cómo la estructura y la dinámica de la generación, producción y difusión de variedades de maíz, desde estos actores institucionales han propiciado o impedido el uso de semillas tradicionales en Colombia y por último, caracterizar las relaciones existentes entre los actores humanos y no-humanos implicados en ‘lo modelos locales’ que usan diferentes tipos de variedades de maíz en el Departamento del Meta.

Se combinan como componentes metodológicos la Sociología de la Traducción (ST) que aborda la manera como los actores traducen sus propósitos a través de la red, la cual considera que la acción sólo puede darse en el contexto de interacciones sociales (Callon, 1980: 1986), el Análisis de Redes Sociales (ARS) que permite estudiar la manera como diferentes componentes interactúan entre sí, su posición y el papel que juegan en el sistema (Wasserman y Faust, 1994) y el formalismo de las Redes Complejas (RC) que permite abordar cuantitativamente las propiedades emergentes y los fenómenos colectivos como los de organización del sistema, asociadas a la irreversibilidad de procesos microscópicos, la difusión de aquello que fluye en la red, o el establecimiento de reglas o ligaduras microscópicas y macroscópicas (Barabasi y Albert, 1999; Dorogotzev y Mendes, 2003; Newman, 2010).

Este trabajo, esta dividió en cinco capítulos. El primero de ellos pone en contexto los elementos teóricos de los cuales parte el trabajo. El segundo hace referencia a las fuentes de información utilizadas y los elementos metodológicos considerados dentro del mismo. El tercer capítulo analiza las instituciones, los financiadores y los países de los cuales surgieron cuatro tipos de semillas transgénicas de maíz que se utilizan en Colombia y el Departamento del Meta (RR, Bt, Herculex, YieldGard), evidenciando su estructura de relaciones y dinámica. El cuarto capítulo hace un contexto histórico de las dinámicas que han propiciado o impedido la generación y difusión de variedades, caracterizando los actores nacionales que han participado de estos procesos. Así mismo, se estudian las variedades tradicionales presentes en Colombia, explorando las diferentes características del maíz, las prácticas y los usos que han permitido su diversificación y su difusión en el país. El quinto capítulo retoma los actores encontrados a nivel internacional y nacional que se encuentran en el contexto local, así mismo, en éste se presentan los actores que se encuentran a nivel local. A partir de estos actores se trazan las interacciones entre los actores humanos y no-humanos que se establecen en torno a las diferentes variedades de maíz presentes en el Departamento del Meta. Se tienen en cuenta las diferentes estrategias que tienen los actores para problematizar, interesar, enrolar y movilizar a los otros actores para traducir sus intereses relacionados con la generación, producción y difusión del maíz.

# 1. MARCO TEÓRICO

Si bien existe una controversia alrededor de los aspectos epistemológicos de la TAR, en la cual sus mismos proponentes han revisado esta perspectiva en el marco de los procesos de ensamblaje (Latour, 2005) e incluso afirman que como tal no se trata de una teoría (Law, 2009), esta perspectiva empírica considera que todo en la sociedad y en la naturaleza es el efecto de la red de relaciones en la que se encuentra localizado (Bowler, 1985; Law, 2009). Su carácter empírico y multidisciplinar es producto de su arraigo en los estudios de la ciencia y la tecnología, ya que permite integrar distintos cuerpos teóricos y metodológicos (Callon, 1987; 1991; Latour, 1987; Latour y Woolgar, 1979; Law, 2009).

La TAR contempla el entramado de relaciones sociales tanto entre actores humanos como no-humano, asociando aspectos de la naturaleza y la tecnología al análisis de lo social (Latour, 2005). La sociología de las asociaciones, como decide llamársele, trata de sondear en las controversias entre los actores implicados, sobre la variedad de elementos heterogéneos que pueden estar asociados. Es importante no delimitar de qué esta hecho el sistema. La TAR se propone tres tareas: desplegar toda la gama de controversias respecto de que asociaciones son posibles entre todos los componentes implicados en una trama relacional; mostrar a través de qué medios se resuelven esas controversias y como se sostienen o se rompen tales arreglos y, tercero, ayudar a definir los procedimientos correctos para componer lo colectivo, y cobrar, así, interés para quienes han sido el objeto de estudio (Latour y Zadunaisky, 2008).

La TAR plantea la agencia humana como una perspectiva que permite incluir aspectos estructurales y centrados en los actores. La noción de agencia atribuye al actor individual la capacidad de procesar la experiencia social y diseñar maneras de lidiar con la vida, teniendo la capacidad de saber y actuar. La agencia está dada por las acciones particulares que generan una diferencia en un estado preexistente de asuntos o curso de eventos, está enmarcada en las relaciones sociales y solo puede ser efectiva a través de ella (Long y Van der Ploeg, 1994). El actor para transmitir sus intereses se remite a la red de actores, donde cada uno traduce el entorno de acuerdo a sus proyectos y así enrola a los actores en un esquema político y social (Latour, 1996). La agencia implica la generación y uso o manipulación de redes sociales y la canalización de bienes específicos. En este sentido es importante tener en cuenta la forma en que los actores se comprometen o son involucrados en debates acerca de la distribución de significados sociales a los eventos particulares, acciones e ideas (Long, 2007).

En concordancia, La TAR aspira a encontrar un espacio para una multiplicidad de racionalidades, deseos, capacidades y prácticas, incluyendo la asociación con varios modos de instrumentalismos. No solo se tiene en cuenta un conjunto amplio de actores, sino de intereses sociales y normativos que son conflictivos y configuraciones de conocimientos diversas y discontinuas (Long, 2007). Así mismo, es importante para la TAR dilucidar las



---

estrategias generadas en el interior de la red y los procesos de cambio, los eslabones entre los pequeños mundos de los actores locales y los fenómenos globales y actores a gran escala que se distribuyen en el espacio local, y el papel de la acción humana y la conciencia social en la generación del desarrollo. Los actores son sostenidos por el contexto y lo sostienen en su lugar mientras que el contexto será al mismo tiempo lo que hace que los actores actúen y lo que es producido por la retroalimentación de los actores. Esta forma corresponde a una reconciliación entre las propiedades micros y macros de un sistema, a través de la noción red/actor (Latour y Zyglidopoulos, 2008).

Por otra parte, es importante entender que las relaciones que se generan entre diferentes actores, están relacionadas con el significado que construye cada actor acerca del 'otro' y de lo 'otro'. En este sentido, la naturaleza se problematiza de tal manera que sufre una crisis de identidad. El significado de la naturaleza se ha transformado a través de la historia, de acuerdo con factores culturales, socioeconómicos y políticos. El hecho de que la naturaleza haya llegado a ser pensada de manera separada de la gente y producida a través del trabajo, por ejemplo, está relacionado con la visión de "hombre" producida por el capitalismo y la modernidad (Escobar, 1999). El entendimiento de nuevas formas de naturaleza emergentes de las transformaciones que se dan a través de las tecnologías agrícolas, debe tener en cuenta los procesos discursivos y de significación, de tal forma que lo que percibimos como natural es a su vez cultural y social; dicho de otra manera, la naturaleza es simultáneamente real, colectiva y discursiva, hecho, poder y discurso, y, en consecuencia necesita ser naturalizada, sociologizada y deconstruida (Latour, 1993).

El estudio de la TAR en el marco de los sistemas agrícolas, fue iniciado por Busch (1978; 1980) quien trató el tema de la adopción y difusión, analizando los entornos culturales de los agentes, la lengua como elemento constitutivo del mundo, las metáforas utilizadas por las personas para entender sus mundos, las intenciones de los individuos, y la creación y modificación de la estructura a través de las acciones de los mismos. Adicionalmente, Busch (1980) discute la estructura contemporánea de las ciencias agrícolas, encontrando como los significados sedimentados se pueden revolver para arriba, y la acción humana puede conducir a un cambio estructural.

Más recientemente, Long y Van der Ploeg (1994) han avanzado en lo que se refiere al modelo orientado al agente aplicado al cambio agrícola. El modelo de Long y Van der Ploeg resalta la importancia de cómo los campesinos generan sus propios patrones que determinan el tipo de desarrollo agrícola que ejercen sobre su territorio. Enfatizan en la importancia de dar peso a la forma como los granjeros mismos forman patrones de desarrollo agrario (Long y Van der Ploeg, 1994). De esta forma, los campesinos no deben ser vistos como receptores pasivos del cambio previsto en las políticas y en los planes de desarrollo o de los impactos de las fuerzas económicas. Así mismo, estudian la heterogeneidad de las estrategias y las formas en que los agricultores generan formas de desarrollo en un contexto económico dado. Es así como resaltan la importancia de entender cómo los factores externos que pueden ser de carácter regional o global, dentro

de los cuales se encuentra el mercado, las instituciones del estado, la tecnología, aspectos ecológicos, entre otros, influyen las acciones de los campesinos (Middendorf, 2006)

En cuanto a los estudios que tienen en cuenta los procesos micro y macro Juska y Busch (1994) estudian el mercado global para el aceite de canola, entendiendo los procesos macro y micro que influyen las transformaciones tecnológicas que se dan, tanto en los actores humanos como no-humanos que participan. Así mismo, los autores muestran que la transformación de la cosecha de colza en un aceite de mesa no habría podido ocurrir sin tres progresos simultáneos: producción de nuevo conocimiento, modificación de la materia, y extensión de las redes de la producción de colza. Los autores sugieren también que en vez de la noción de globalización, que a menudo conduce a supuestos estructurales, pensemos en ella en términos de acción en una distancia (Latour, 1986). La acción a distancia, la extensión y construcción de redes son conceptos que mantienen la globalización en tierra firme, en lugar de incorporar el concepto de “fuerzas globales” como la noción explicativa de los fenómenos. En este sentido, es importante tener en cuenta cómo se construyen las relaciones entre proveedores, productores, trabajadores, procesadores, intermediarios, mayoristas y minoristas en geografías regionales específicas, mostrando cómo éstas redes, son fundamentales para promover la cooperación y la confianza (Jarosz, 2000)

Por otra parte, Burgees *et. al* (2000) estudian la formación de identidad por parte de los agricultores, en los cuales las relaciones históricas que han construido con la naturaleza han generado en ellos una identidad de conservacionistas naturales. En este caso se estudia cómo aspectos de la naturaleza tienen incidencia sobre la construcción misma del sujeto. Esto permite dilucidar cómo la naturaleza se traduce de manera diferente en los mundos de la ciencia de la conservación y la agricultura. Esta traducción tiene incidencia sobre las acciones que intentan dar las diferentes recetas que proponen los técnicos sobre el territorio, que no encuentran un espacio de acción debido a la asimetría que existe entre la identidad y las prácticas de los agricultores.

En cuanto a los estudios agrícolas que incluyen la tecnología de los alimentos genéticamente modificados, Labrecque *et. al* (2007) estudiaron desde la TAR, analizando las diferencias en la adopción entre los Estados Unidos y Europa partiendo de tres interpretaciones empíricas. La primera de ellas considera que los europeos no tienen una “concepción clara” sobre el alimento GMO, por lo cual no tienen confianza sobre estos (Boyd, 2001; Laros y Steenkamp, 2004) afirmación que desconoce los procesos de investigación, organización y debate sobre el uso de estos cultivos en Europa. La segunda, muestra como los alimentos en Norte América surgen a partir de una red de conexiones entre instituciones y empresas que impulsaron su desarrollo, mientras que en Europa estas redes fueron casi inexistentes (Constant, 1987). Por último, los consumidores de Estados Unidos, comúnmente no cuestionan el principio de los GMO, ya que lo consideran el pináculo de la tecnología en la agricultura (Utterback, 1994). Como resultado, los estadounidenses no perciben los alimentos GMO como una innovación fundamentalmente radical, sino más bien como una evolución casi aceptable de sus hábitos alimenticios

(Bereano y Kraus, 1999), mientras que los europeos los consideran una caja negra (Latour, 1987).

Beltrán (2013) quien estudia el uso de Mancozeb® en el municipio de Junín, Cundinamarca, analiza las transformaciones que ocurren actualmente en las sociedades rurales en respuesta al modelo de Revolución Verde, para la producción agrícola. El autor analiza la red de actores asociados a la generación y uso de Mancozeb®. Con este estudio se devela que los centros de investigación, las compañías comercializadores, la etiqueta del Mancozeb® y los agrónomos expertos son los actores que más agencias y transformaciones realizan sobre los campesinos y el territorio.

En un contexto donde existen distintas formas de conocimiento y de acceso al mercado, la TAR es un marco conceptual y metodológico que permite estudiar la difusión de innovaciones, entendiendo el papel que tienen los diferentes actores en la construcción de conocimiento y la dinámica de los mercados, teniendo en cuenta el papel de la cultura en la implementación de nuevas técnicas, la permanencia de prácticas y las relaciones entre humanos y no humanos (Callon, 1980; 1991; Callon, Law y Rip, 1986; Latour, 2005; Parson, 1977; 1978). Desde esta aproximación, la semiótica y la construcción del sujeto a través de su contexto histórico, sus intereses y la percepción que tiene de su entorno es relevante, dado que a partir de ello los actores construyen sus relaciones y tienen un espacio dinámico para realizar sus acciones, teniendo incidencia sobre su entorno y sobre su propia formación como sujetos. Dados estos aspectos la TAR es un marco pertinente para estudiar las relaciones que se han construido entre humanos y no-humanos en torno al maíz en un momento y lugar dado (Palacio *et. al*, 2003). Tomando aspectos de la tecnología, los intereses de las empresas privadas, las instituciones, organizaciones sociales, los campesinos y lo sistemas ecológicos en los cuales ocurren y determinan las agencias que se dan dentro del red.

## **2. Marco metodológico**

En este trabajo se utilizan tres formalismos que aportan herramientas conceptuales y analíticas y que son utilizados de manera complementaria: la Sociología de la Traducción (ST), el Análisis de Redes Sociales (ARS) y las Redes Complejas (RC). La ST permite identificar algunos de los actores relevantes y abordar la manera como traducen sus propósitos dentro de la red. El ARS permite acceder a propiedades de estructura del sistema y las RC dan información sobre la dinámica y los procesos de ordenamiento y organización del sistema.

### **2.1 Sociología de la Traducción**

Entre las primeras herramientas de formalización conceptual y analítica de la TAR se encuentra la Sociología de la Traducción (ST) (Callon, 1986; 1991), que aborda la manera como los actores traducen sus propósitos a través de la red, la cual considera que la acción sólo puede darse en el contexto de interacciones sociales. En esta perspectiva el centro de atención se encuentra en “los otros”, que son el medio social que le permite al actor negociar sus intereses. La ST es una estrategia narrativa que da cuenta de los acuerdos, controversias, disidencias y traiciones que se dan en los procesos de apropiación de los recursos materiales y simbólicos por parte de los actores sociales para alcanzar unos propósitos determinados. Un aspecto central de la TAR y que subyace a la ST es la cultura, ya que proporciona un conjunto de reglas y de imaginarios comunes para dar sentido a las cosas y determinar la manera como se organiza la sociedad alrededor de un tema o hecho específico. La cultura soporta una semiótica material que da sentido al mundo y define desde la subjetividad los elementos de la realidad (Law, 2009).

En este contexto, donde existen distintas formas de conocimiento y de acceso al mercado, la TAR es un marco conceptual y metodológico que permite estudiar la aparición y difusión de innovaciones entendiendo el papel que tienen diferentes actores en la construcción de conocimiento, dispositivos tecnológicos y la dinámica de los mercados, teniendo en cuenta el papel de la cultura en la implementación de nuevas técnicas, la permanencia de prácticas y las relaciones entre humanos y no humanos (Callon, 1980; 1991; Callon, Law y Rip, 1986; Latour, 2005; Parson, 1977; 1978) que derivan en las emergencias ambientales. Desde esta aproximación, la semiótica y la construcción del sujeto a través de su contexto histórico, sus intereses y la percepción que tiene de su entorno es relevante, dado que a partir de ello construye sus relaciones y tiene un espacio dinámico para realizar sus acciones, teniendo incidencia sobre su entorno y sobre su propia formación como sujeto.

Metodológicamente, la ST contempla cuatro movimientos: problematización, interesamiento, enrolamiento y movilización. El poder aquí está relacionado con el alcance de objetivos, es decir con el logro. El poder es entonces en este contexto un efecto y no una causa de la acción. Quien logra lo que se propone se puede decir que ha conseguido con éxito la traducción de su entorno en pos de un objetivo.

La traducción tiene cuatro movimientos como lo explica Palacio (2003):

*“(i) la problematización, mediante la cual los actores definen un problema o un asunto cualquiera de la realidad sobre la que actúan identificándose a sí mismos como actores indispensables para resolver dicho problema o actuar sobre dicho asunto, constituyéndose en nodos de paso obligado. Los nodos de paso obligado son aquellos actores que se definen a sí mismos como ‘el interesado central’ frente a ‘un asunto’ y por lo tanto es quien dice como se actúa y con quien se actúa sobre el mismo (Callon, 1986). Este concepto es muy importante para describir las tensiones entre los actores frente a un asunto determinado, es decir, denota quien es el actor central en la red, quien sostiene los vínculos y es efectivo en su agencia; (ii) Interesar o el proceso mediante el cual los actores buscan comprometer a otros sobre su problema para actuar como aliados suyos; (iii) El reclutamiento o enrolamiento mediante el cual los actores buscan involucrar a otros en su acción asignándoles roles específicos; (iv) Finalmente, la movilización o proceso mediante el cual los actores buscan lograr sus propósitos a pesar de que muchas veces no lo consiguen”*

## 2.2 Análisis de Redes Sociales

El análisis de Redes Sociales (ARS) brinda acceso a hechos empíricos, ya que permite caracterizar los actores y sus relaciones y medir, gracias a resultados de la teoría de grafos, aspectos de la estructura que se genera en un contexto de relaciones específico. En este sentido, el ARS permite estudiar la interacción entre componentes del sistema y el papel que juegan en el sistema (Wasserman y Faust, 1994). Está basado en un pensamiento estructuralista pero tiene premisas teóricas que superan la dualidad entre la estructura y la acción individual (Freeman, 2004). Desde esta visión es importante estudiar elementos como el número de actores que interactúan con respecto al número de interacciones que se podrían dar, la intensidad de los vínculos, la estabilidad o persistencia en el tiempo (Gay, 2007; Scott, 2000; Wasserman y Faust, 1994).

Por otra parte, los modelos de red pueden ayudar al estudio de la innovación en cuanto a los procesos sociales en su generación y su difusión. En el caso de las innovaciones, debido a su relación necesaria con el desarrollo de nuevos productos, procesos, formas de organización o de mercadeo (Callon, 1980; 1986; 1987; 1991; 1999; Callon y Muniesa, 2005; Lundvall, 1988; Nelson, 1993; Nelson y Winter, 1977; OCDE, 2005), es decir con la manera como se generan y se difunden estas innovaciones, aportando al entendimiento

de los actores, los procesos subyacentes y las propiedades emergentes del entramado de actores, eventos y relaciones. El impacto de la innovación generada depende de su difusión (Callon, 1987; Valente 2005), entendida como el proceso por el cual una innovación es comunicada a través de ciertos canales durante un período de tiempo entre los miembros de un sistema social y adoptada por ellos (Rogers, 1995). Por otra parte, como escribió Hall (2004), la difusión es intrínseca del proceso de innovación, como el aprendizaje, la imitación y efectos de retroalimentación que se derivan de su desarrollo por mejorar la innovación original (Rosenberg, 1972).

Para cada red se realiza un análisis posicional utilizando medidas como las de centralidad, que permiten entender las estructuras de poder a través de aspectos como la concentración o intermediación de información, recursos, funciones y competencias. La teoría de grafos ha sido muy útil para el ARS porque ofrece un marco conceptual que puede ser adaptado al estudio de los sistemas sociales, ofrece un marco cuantitativo que permite analizar y medir, permite probar teoremas sobre los grafos (Wasserman y Faust, 1994).

A continuación se dan algunas definiciones de los grafos:

**Nodos:** los nodos o actores están definidos por sus propósitos, pueden ser individuales o colectivos. El actor puede ser un individuo o una organización. Se define por sus propósitos o intereses. Resuelve sus propósitos mediante la interacción social. Es actor en tanto tiene una posición en un esquema relacional. Su posición depende de sus vínculos con otros actores y de sus afiliaciones.

**Vínculos:** son los lazos o conexiones que existen entre dos o más actores. Los vínculos pueden ser de parentesco, Interacciones (materiales y simbólicas), Roles o de tipo cognitivo-perceptual.

**Grafo:** consiste en dos conjuntos de información: un conjunto de nodos,  $N = \{n_1, n_2, \dots, n_g\}$  y un conjunto de líneas (vínculos),  $L = \{l_1, l_2, \dots, l_k\}$  entre pares de nodos. En un grafo hay  $g$  nodos y  $L$  líneas. Un grafo se representa como  $G(N, L)$ . Se dice que dos nodos son adyacentes si la línea  $l_k = (n_i, n_j)$  está incluida en el conjunto de líneas  $L$  grafos (Wasserman y Faust, 1994).

**Matriz de adyacencia:** disposición rectangular de un conjunto de elementos, las matrices pueden ser simétricas o asimétricas, pueden ser binarias o valuadas. La matriz de adyacencia representa quién es vecino de quién o adyacente a quién en el "espacio social".

**Caminos Geodésicos:** son las rutas más cortas de un nodo a otro nodo siguiendo una secuencia de vínculos o líneas y nodos.

El conjunto de medidas que permiten describir el rol y la posición de los nodos son:

**Grado o centralidad de grado:** el grado total ( $k_i^t$ ) de un nodo  $n_i$  es la cantidad de vínculos del nodo, de tal forma que está definido por  $k_i^t = \sum_{j \neq i}^N K_{ij}$  (Wasserman y Faust, 1994);

Newman, 2010). Esta medida indica la importancia que tiene un nodo en términos de cuan conectado con otros nodos está dentro del sistema.

**Centralidad de Intermediación:** representa el flujo de información en un nodo dado por la cantidad de geodésicas (camino más corto entre pares de nodos) que pasan por él (Wasserman y Faust, 1994). Esta medida es definida como:

$$B = \sum_{i,j:i \neq j, i \neq v, j \neq v} \frac{g_{ivj}}{g_{ij}}$$

Donde  $g_{ivj}$  representa la cantidad de caminos cortos posibles entre el par de nodos  $n_i, n_j$  que pasan por el nodo  $n_v$ .

**Centralidad de Autovector:** la centralidad de vector propio o autovector mide la influencia de un nodo en una red. Corresponde al mayor vector propio de la matriz de adyacencia del grafo analizado. Si un nodo está unido a nodos importantes tendrá un valor propio para el vector propio más alta que otros que teniendo igual número de enlaces son menos importantes.

En el conjunto de medidas macroscópicas se incluyen descriptores tales como:

**Tamaño de la gran componente:** es la cantidad de nodos en la componente o el subgrafo de mayor tamaño dentro de la red (Newman, 2010). Esta medida da cuenta de la capacidad de propagación que tiene la información dentro de la red. Cuanto mayor sea el tamaño de la gran componente a mayor cantidad de nodos llega la información.

**Longitud media de los caminos cortos:** es el promedio de las distancias más cortas entre todos los pares de nodos. A partir de esta medida se infiere tanto la facilidad con la cual la información puede fluir a través de la red y además da cuenta de cuan dispersa es (Wasserman y Faust, 1994; Newman, 2010).

**Densidad:** fracción de vínculos presentes en el grafo con respecto a todos los posibles (Wasserman y Faust, 1994; Newman, 2010) definido para grafos no dirigidos.

$$D = \frac{2\mathcal{L}}{N(N-1)}$$

Tal que la densidad ( $D$ ), es la relación entre las interacciones presentes ( $\mathcal{L}$ ) respecto al número de todos los vínculos posibles  $N(N-1)$  que resulta de nodos con otros ( $N-1$ ) posibles nodos, sin contar las  $N$  posibles interacciones de un nodo con sí mismo.

**Coefficiente de clusterización:** fracción de nodos conectados a un nodo que poseen vínculos entre sí (Newman, 2010), donde se evalúa el nivel de cohesión y agregación dentro de la red, así como la presencia de múltiples caminos entre pares de nodos. De tal forma la clusterización  $\bar{C}$  es definida como:

$$\bar{C} = \frac{\sum_{i=1}^N 2|e_{ik}| / k_i(k_{i-1})}{N}$$

Donde  $2|e_{ik}|$  representa el número vínculos presentes entre los nodos vecinos del nodo  $n_i$ , mientras  $k_i(k_{i-1})$  representa la cantidad de posibles vínculos entre los vecinos del nodo.

## 2.3 Redes Complejas

La generación y difusión de innovaciones corresponde a un sistema complejo debido al alto número de grados de libertad existentes y al carácter no lineal de las interacciones. Entre las múltiples alternativas existentes para el estudio de sistemas complejos, cuando el sistema puede ser representado relacionalmente la imagen de la red permite utilizar herramientas cuantitativas fundadas en el formalismo de las Redes Complejas (RC) que aplica resultados de la teoría de grafos y la Mecánica Estadística. Esta perspectiva permite conectar propiedades microscópicas de sistemas complejos con sus propiedades macroscópicas y establecer sus emergencias como propiedades de los sistemas como un todo (Barabasi y Albert, 1999; Dorogotzev y Mendes, 2003; Newman, 2010)

Se trata de un desarrollo teórico y metodológico reciente que resulta de observaciones realizadas en sistemas como el de citas académicas (Redner, 1998) y la Internet (Barabasi y Albert, 1999), con una vasta gama de aplicaciones que incluyen sistemas sociales, sistemas biológicos y sistemas artificiales, entre los cuales están la Internet, la Web, sistemas de comunicación, sistemas de transporte, redes tróficas, epidemiología, el arte y la dinámica ambiental entre muchos otros (Newman, 2010). Es posible establecer las propiedades emergentes y fenómenos colectivos como las de organización del sistema, frecuentemente asociadas a la irreversibilidad de procesos microscópicos, la robustez o vulnerabilidad del sistema ante errores o ataques, la difusión de aquello que fluye en la red, o el establecimiento de reglas o ligaduras microscópicas y macroscópicas que hacen de esta perspectiva una herramienta sintética de gran poder analítico para estudiar sistemas complejos a varias escalas.

Para establecer la dinámica del sistema, en el marco del formalismo de las RC, se estudia la topología de las redes a partir de las distribuciones de probabilidad de propiedades de conectividad microscópicas, como el grado de los nodos, sus coeficientes de cohesión o su centralidad de intermediación. Estos análisis utilizan herramientas para encontrar ajustes de las distribuciones de probabilidad a funciones con significado en la Mecánica Estadística, de tal manera que se puede hacer un tratamiento termodinámico para obtener propiedades macroscópicas. La generación de distribuciones de probabilidad de las características microscópicas del sistema conduce al entendimiento del sistema, así como al establecimiento de posibles mecanismos que dan lugar a estas.



Las distribuciones exponenciales de alguna medida de la red dan cuenta de procesos aleatorios dependientes de un parámetro de escala, el cual está relacionado con una característica conservada o un parámetro limitante dentro del sistema (Drăgulescu y Yakovenko, 2001). Ello es, la independencia de los eventos aleatorios en esta distribución está dada por un parámetro el cual determina el comportamiento de la variable aleatoria. Así, por ejemplo, la distribución de grado de una red completamente aleatoria está dada por:

$$f(k) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!}$$

Razón por la cual, la probabilidad que un nodo cualquiera tenga un grado determinado está dada por:

$$P(k_i) = \frac{c e^{-\alpha k_i}}{\sum_{i=0}^{\infty} c e^{-\alpha k}}$$

Lo cual implica que el grado dentro de dicha red no está homogéneamente distribuido, pero la diferencia entre los grados de los nodos no es muy grande.

Por su parte, la distribución de ley de potencias, a diferencia de la distribución exponencial da cuenta de procesos organizacionales internos del sistema en un fenómeno libre de escala. El sistema se autoorganiza en función de un proceso de crecimiento o de evolución. Esta distribución esta dada por:

$$f(k) = C k^{-\gamma}$$

Por consiguiente la probabilidad con la que un nodo cualquiera puede tener un grado determinado está dada por:

$$P(k_i) = \frac{C k^{-\gamma_i}}{\sum_{i=0}^{\infty} C k^{-\gamma}}$$

Esta distribución implica una alta probabilidad de encontrar una gran cantidad de nodos con grados pequeños y una probabilidad muy pequeña de encontrar nodos súper-conectados en el sistema. Ello es una alta inequidad en la distribución de grado, de tal forma que sólo unos pocos nodos, que actúan como *hubs*, son quienes capturan la mayor cantidad de vínculos en el sistema.

Por otra parte, el formalismo de las RC se enfrenta a nuevos desafíos que surgen de la necesidad de entender la evolución y la dinámica de sistemas reales. Dentro de estos se encuentra la caracterización topológica y dinámica de los sistemas compuestos por dos o más redes interconectadas. El enfoque estándar en el modelado de la red asume que cada borde (enlace) es del mismo tipo y, por consiguiente está en la misma escala temporal y espacial (Newman, 2010). Esto es claramente una abstracción de cualquier estructura y

representa ya sea interacciones de un momento determinado el agregado de varias escalas temporales. Por lo tanto, para entender la variabilidad intrincada de sistemas complejos reales, donde coexisten diferentes escalas de tiempo y patrones estructurales necesitamos un nuevo escenario, un nuevo nivel de descripción (Mucha *et.*, al 2010)

Debido a esto se ha incorporado el análisis de los sistemas a partir de múltiples niveles, como un conjunto de redes acopladas (red multiplex), donde cada capa (red) podría tener características particulares diferentes a las otras, lo que permite definir una estructura más rica en interacciones (Lee *et.*, al 2010). Las Redes Multiplex están dadas por grafos con multiplex niveles e interconexiones entre las diferentes capas esta forma un nodo en una capa y su contraparte en otra capa están vinculados y se influyen mutuamente. Este análisis contempla un comportamiento agregado de las redes, en el cual se va incluyendo cada red de acuerdo a la agregación de cada una de las redes que componen el sistema (como un layer o plex). De tal forma que, el nivel *m* está compuesto por las diferentes redes generadas a partir de las posibles combinaciones de *m* capas.

## 2.4 Fuentes de Información utilizadas y procesamiento de los datos

En el tercer capítulo, se tomaron los datos de los artículos publicados sobre los cuatro tipos más comunes de semillas transgénicas (RR, bt, Herculex, YieldGard). La plataforma utilizada para obtener la información fue Web of Science tomando los datos desde el año 2001 hasta el primer semestre del 2015<sup>1</sup>. Esta base de datos contiene información sobre autoría, coautoría, citación, instituciones, financiadores, palabras claves y países involucrados. La fórmula de búsqueda usada es:

$TS=((Maiz*) OR (corn*)) AND (TS=(RR) OR TS=(bt) OR TS=(Herculex) OR TS=(YieldGard))$

Para complementar esta información se tomaron datos de la Organización para los alimentos y la agricultura de la Naciones Unidas (FAO) sobre comercio internacional de maíz que están disponibles para el año 2010. Estos datos contemplan las relaciones comerciales establecidas entre los diferentes países en términos de la importación y exportación de maíz. Estos datos se contrastaron con características de los países en el 2010 tales como el crecimiento del producto interno bruto-PIB-, el ingreso nacional bruto -NBI- per cápita, el tamaño poblacional, la producción de maíz, los costos por hectárea de producción por hectárea en dólares, las toneladas exportadas e importadas. Los indicadores socioeconómicos fueron tomados de los registros del Banco Mundial y de la FAO.

---

<sup>1</sup> El rango de tiempo escogido para el análisis está dada por la disponibilidad de bases de datos que tiene la Universidad Nacional de Datos que empiezan desde el 2001 para esta plataforma.

En este capítulo, se construyeron las siguientes relaciones:

- Dos países se encuentran vinculados porque autores de ambos países tienen un artículo o varios en común.
- Dos instituciones están vinculadas porque autores de ambas instituciones tienen un artículo o varios en común.
- Dos financiadores están vinculados porque financiaron uno o varios artículos.
- Dos palabras claves están vinculadas por aparecer en uno o varios artículos.
- Dos financiadores están vinculados por financiar a un mismo autor
- Palabra clave vinculada con una financiador por participar en el mismo artículo
- Un país y un financiador se relacionan porque tienen uno o varios artículos en común.
- Dos países están vinculados porque comercian maíz entre ellos (uno exporta y el otro importa).

En el cuarto capítulo, se estudian las semillas tradicionales presentes en Colombia explorando las diferentes características del maíz, prácticas y usos que han permitido su diversificación y difusión. Se utiliza como fuente de información secundaria los datos suministrados por Vélez y García (2011), quienes realizaron un estudio en seis regiones del país (Caribe, Santander, Valle del Cauca, Cauca, Nariño, Tolima, Boyacá, Arauca, Meta y Casanare). Estos datos contemplan la variedad encontrada, el municipio, el Color (amarillo, blanco, morado, negro, rojo, naranja, azul y café) forma (alargado, dentado, redondo, plano, rugoso y puntudo), tamaño (grande, mediano y pequeño) del grano, tipo de cultivo (agroecológico, asociado, monocultivo, orgánico, tradicional) y destino productivo (autoconsumo, comercialización, producción de semillas, intercambio y rituales).

Se vinculan semillas por tener características en común color, forma, tamaño del grano, tipo de cultivo y destino productivo. Así mismo, se vincularon los municipios por tener características en común. En este capítulo se evaluaron las redes desde la perspectiva de multiplex. Este análisis contempla un comportamiento agregado de las redes, en el cual se va incluyendo cada red de acuerdo a la agregación de cada una de las características (color, forma, tamaño, consistencia, tipo de cultivo y destino productivo) como un layer o plex. Es decir, cada red corresponde a la vinculación entre variedades por tener un elemento en común, por ejemplo en el caso del color, por compartir un mismo color. De esta forma se construye cada una de las redes, posteriormente se itera cada una de las combinaciones posibles entre ellas de tal forma que el nivel  $m$  está compuesto por las diferentes redes generadas a partir de las posibles combinaciones de  $m$  capas. Para cada una de las redes generadas por la combinación de capas, se analizaron diferentes medidas estructurales que dan cuenta de algunas de las principales propiedades de las redes, según sea la adyacencia entre los nodos.

En el quinto capítulo se tomó información secundaria proporcionada por el ICA concerniente a los agricultores que sembraron maíz transgénico en el Departamento del Meta durante el primer Semestre de 2014. Estos datos contemplan la persona titular del cultivo (información confidencial), el municipio, la vereda, el área sembrada de cultivo transgénico y del refugio constituido por el 10% del cultivo utilizando una variedad no transgénica, la variedad transgénica utilizada en el cultivo y en el refugio. A partir de esta información. Se construyeron los grafos vinculando veredas por comprarle a una misma empresa (Monsanto, Syngenta y Dupont-Pionner) y se vincularon veredas por usar una semilla transgénica en común.

Adicionalmente, en este capítulo se toma la información primaria recolectada en encuestas semi-estructuradas realizadas al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), Universidad de los Llanos, Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Secretaria Departamental de Desarrollo Agrícola, Secretarías municipales de Desarrollo Rural, La Cosmopolitana Centro Agroecológico, representantes de las empresas productoras de semillas (Monsanto, Syngenta y Dupont-Pionner) y la Asociación de Mercados Campesinos del Meta.

Las preguntas realizadas fueron las siguientes

- ¿Cuáles programas, planes, proyectos o funciones se desarrollan en temas relacionados con el maíz? Describir uno por uno, (rangos temporales) y espaciales (regionales, municipales)
- ¿Con cuáles instituciones, empresas o productores (actores) interactúa para desarrollar los programas? Asociar esta información a los planes, programas, funciones y proyectos (cada uno con sus actores).
- ¿Cuáles acciones, con que actores y en qué lugares del Departamento del Meta se realizan las acciones de estos programas? Asociar programas, proyectos, Actores y acciones a lugares.
- ¿Cuáles semillas o tipos de semillas contemplan o están involucrados los programas? Asociar semillas con programas.
- ¿Cuáles son las problemática asociadas de los actores involucrados, los lugares, temporadas y elementos ambientales (plagas, sequias, erosión, degradación del suelo, cambios culturales, acceso a tecnologías, empleo, subsidios etc.) que se han visto enfrentados los programas y cuáles son las acciones que se han emprendido para resolver cada una de las problemáticas? Enlazar programas con problemáticas y problemáticas con Acciones.

- ¿Cuáles tipos de sistemas productivos (Agro-ecológico, Tradicional, Orgánico, Monocultivo, Asociado) hacen parte de los programas? y ¿Cuáles elementos contemplan los programas para que estos funcionen (trabajo, tecnología, insumos, tierras, familias, elementos naturales asociados, especies, mercados, consumidores, etc.)? Tener en cuenta estrategias de tenencia de cada sistema productivo (propietarios, arrendatarios, comodatos etc.). Asociar sistemas productivos con programas.
- ¿Cuáles son los destinos (Autoconsumo, Intercambio, Rituales, Comercio, Producción de Animales) de los sistemas productivos que hacen parte los programas?

Con la información recolectada se pueden describir los actores y sus agencias. A partir de la segunda pregunta se construyen los grafos, vinculando los actores de acuerdo a los planes, programas o proyectos que se tienen en común. Las encuestas son complementadas con información recolectada en el Foro Internacional el Agro en el Posconflicto realizado del 5 al 6 de Junio del 2015 y la Evaluación Agropecuaria del año 2012 al 2013 realizada por la Secretaria de Desarrollo Agroeconómico de la Gobernación del Meta. Este conjunto de información permite a través de la ST entender como los actores problematizan, interesan, enrolan y movilizan.

### **3. Actores internacionales involucrados en los procesos de innovación asociados a variedades transgénicas de maíz.**

Este capítulo hace un análisis de las instituciones (universidades, centros de investigación, instituciones estatales y empresas privadas), los financiadores y los países de los cuales surgieron cuatro tipos de semillas transgénicas de maíz que se utilizan en Colombia y el Departamento del Meta (RR, Bt, Herculex, YieldGard). A través del análisis de los grafos se determinan, los actores, relaciones, estructuras y dinámicas que se dan dentro de la red. Así mismo, se contrastan los resultados analizando el mercado global del maíz.

#### **3.1 Contexto global del maíz**

El maíz fue domesticado en Mesoamérica, desde donde se difundió hacia todo el continente. No hay un acuerdo sobre cuándo se empezó a domesticar el maíz, pero los indígenas mexicanos dicen que esta planta representa, para ellos, diez mil años de cultura (Riveiro, 2004). En los ambientes en que ha sido cultivado el maíz durante siglos sus variedades ancestrales o tradicionales han sido mantenidas, desarrolladas y mejoradas *in situ* por agricultores durante muchas generaciones, basados en la percepción de sus necesidades, su experiencia y sus capacidades naturales (Wilkes, 1985; Galinat, 1988; Dowswell, Paliwal y Cantrell, 1996; Serratos, 2009).

El maíz se siembra en zonas tórridas con escasa precipitación, en regiones templadas, en las faldas de las altas montañas, en ambientes muy cálidos y húmedos, en escaso suelo, en pronunciadas laderas o en amplios valles fértiles, en diferentes épocas del año y bajo múltiples sistemas de manejo y desarrollo tecnológico (CONABIO, 2011, Hernández, 1985). Debido a su productividad y adaptabilidad, el cultivo del maíz se ha extendido rápidamente a lo largo de todo el planeta después de que los españoles y otros europeos llevaran la planta desde América durante los siglos XVI y XVII. El maíz es actualmente cultivado en la mayoría de los países del mundo y es la tercera cosecha en importancia (después del trigo y el arroz). Esto ha propiciado la generación de nuevas variedades, prácticas y técnicas para la producción de maíz (Carballo, 2011)

El maíz tiene su producción y comercio concentrado en pocas áreas económicas, ocurre en un marco caracterizado por la posición de dominio de Estados Unidos en los mercados mundiales. La política Norteamericana de promoción del uso del etanol representa un porcentaje elevado de la producción total del maíz estadounidense. Es el producto agrícola de mayor valor y representa más del 25% del total de recaudaciones agrícolas en los estados de Iowa, Illinois e Indiana, el centro del llamado “cinturón del maíz”; además, figura entre los dos o tres principales productos agrícolas de varios estados vecinos (Nadal y Wise, 2005). Además, Estados Unidos es el referente mundial en precios derivados de su mercado de futuros en Chicago (Ledebur y Schmitz, 2009).

Para aumentar la competitividad y la producción, universidades, instituciones y empresas principalmente de Norte América, a través del conocimiento técnico y científico, han generado variedades híbridas. El primer maíz híbrido a ser comercializado se desarrolló en 1926, y desde la década de 1930, se expandió en todo el cinturón del maíz de los Estados Unidos. En 1960, el 95% del maíz sembrado en Estados Unidos era híbrido. En la actualidad es prácticamente el 100% (Asturias, 2004). Hasta 1970, la mayoría de empresas de semillas eran independientes, y su producción se realizaba a nivel familiar y regional. En la década de 1970 estas empresas desaparecieron, cuando empresas transnacionales farmacéuticas, de agroquímicos y de alimentos las compraron. En ese entonces, estaban en el negocio de las semillas Shell, Ciba Geigy, Sandoz, Upjohn, Celanese. Para 1989 de las 14 grandes empresas semilleros quedaban sólo 7 (Asturias, 2004).

Luego de la incursión de la tecnología híbrida, en años más recientes se desarrolla e implementa la tecnología de organismo vivos modificados (OVM). Las primeras plantas modificadas a escala comercial fueron producidas por pequeñas empresas integradas por científicos (conocidas como start-ups) en Estados Unidos, Bélgica y Suiza. En 1996 empezó la comercialización de los cultivos transgénicos y para 2012 del total de tierras utilizadas para agricultura a nivel mundial poco más del 10% fueron cultivadas con 30 variedades diferentes de plantas transgénicas. Sin embargo, hoy en día el mercado está en manos de unas pocas empresas transnacionales, lo que ha dado lugar a que sea un mercado monopolizado y con barreras legales que impiden la competencia de las start-ups (Asturias, 2004).

Las primeras dos características incluidas en plantas comercializadas fueron la presencia de genes bacterianos que confieren resistencia al ataque de los insectos (bt), y genes que permiten a las plantas sobrevivir a los herbicidas que se rocían en sus cultivos (RR). Dentro de las variedades bt se encuentran las semillas Herculex y YieldGard con el gen Cry1Ab que permite el control de *Diatraea sp*, *Ostrinia nubilalis*, *Sesamia sp* y en general de Spodoptera. A pesar de que en los laboratorios se han hecho otros grandes avances, estas dos cualidades son las que siguen predominando y en realidad la tecnología disponible para los agricultores es la misma con la que se contaba hace 30 años con pequeños incrementos en su eficiencia (Castillo y Garcia, 2012).

En Colombia se han aprobado variedades tanto híbridas como transgénicas para ser importadas y cultivadas y que provienen principalmente de Argentina y Estados Unidos. El mecanismo utilizado por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) fue la aprobación por registros sanitarios. En octubre de 2003 el INVIMA aprueba la semilla de maíz Bt YieldGard (de Monsanto), en Marzo de 2004 el maíz Roundup Ready de Monsanto y en Octubre de 2006 el maíz Bt Herculex I de Dupont-Pionner, todas ellas para ser usadas como materia prima para la producción de alimentos (AGROBIO, 2010).

En cuanto a la siembra, el marco jurídico que se dió en Colombia se encuentra en la Resolución del ICA 3492 de 1998, que reglamenta los OGM de uso agrícola y la Resolución 2935 de 2001, que reglamenta OGM de uso pecuario. En los años 2003 y 2004 Monsanto y Dupont-Pionner presentaron ante el Consejo Técnico Nacional (CTN) del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) las solicitudes para la liberación comercial de los siguientes maíces: maíz Bt YieldGard de Monsanto, maíz Roundup Ready de Monsanto y maíz Herculex I Bt y tolerante al herbicida glufosinato de amonio, de Dupont-Pionner. En diciembre de 2005 aparece el Decreto 4525 que reglamenta la Ley 740 de 2002 (Ley que ratifica el Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad). El ICA continuó con ensayos puntuales principalmente de evaluaciones de eficiencia agronómica de la tecnología y finalmente a inicios del 2007 anuncia la aprobación de siembras comerciales controladas de las tres variedades de maíz transgénico (AGROBIO; 2010).

En este sentido, este capítulo estudia el comportamiento que ha tenido la generación de estas variedades en el ámbito técnico científico que han dado las empresas y las instituciones que han intervenido en su generación, uso y difusión. Para esto se estudiaron las variedades que han sido aprobadas en Colombia y que son de uso general a nivel mundial (RR, Bt, Herculex, YieldGard), que permitan entender aspectos de la estructura y de la dinámica que ha propiciado el uso de estas semilla, teniendo en cuenta aspectos relevantes del mercado y de los actores que están involucrados en la producción de estas semillas.

## **3.2 Resultados**

### **3.2.1 Las instituciones y sus financiadores**

El papel de los estados y las empresas que financian instituciones para la generación de variedades genéticamente modificadas son las que dirigen el rumbo de estas investigaciones. En este sentido, es importante ver la estructura de relaciones que se da entre las diferentes instituciones que han investigado sobre estas semillas. Para esto se construyó una red en la cual dos instituciones están vinculados por haber participado en un mismo artículo.

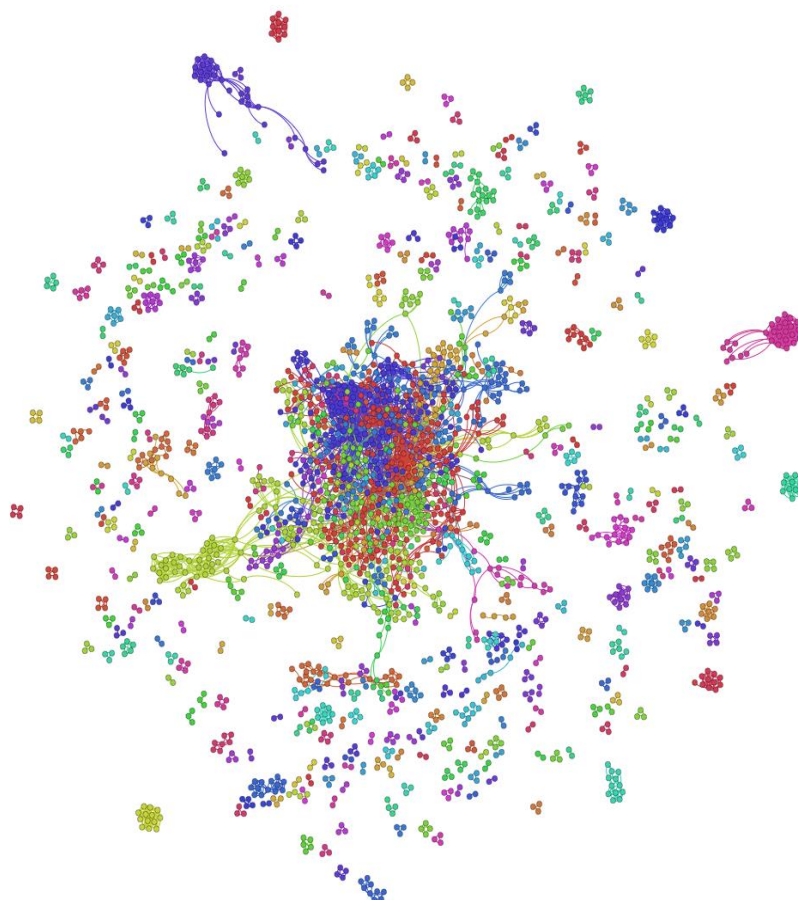
Se encontró un total de 992 instituciones involucradas en la investigación, las cuales están segmentadas en diferentes módulos (figura 3-1). La modularidad (0,929) y su coeficiente



de clusterización alto (0,913) muestra que existen diferentes grupos asociados que trabajan en el desarrollo de nuevas tecnologías o evaluación de las mismas. La red es poco densa (0,002) indicando que existen vínculos exclusivos dentro del sistema que están dados por los intereses que tiene cada módulo de actores.

El sistema presenta valores bajos de centralización de grado (0.03) y de intermediación (0,0231). Sin embargo, la centralidad de auto vector (0,41) muestra que los actores tienden a vincularse con aquellos que están mas vinculados, sugiriendo procesos preferentes de asociación. Estos resultados indican que las instituciones tienden a colaborar muy poco entre los diferentes módulos. Así mismo, existen módulos con una mayor cantidad vínculos (figura 3-1), mostrando la existencia de intereses en la colaboración por parte las instituciones. Esto está dado por los intereses mercantiles que hay detrás de la consecución de nuevas tecnologías y los procesos de patente.

**Figura 3-1.** Red de instituciones vinculadas en la elaboración de semillas transgénicas que colaboran en un mismo artículo. Los colores representan los módulos dentro de la red.



Por otra parte, las medidas de centralidad (tabla 3-1) denotan que la mayor parte de las instituciones que investigan y han generado producción académica son de Estados Unidos. Dentro de estas se encuentra Monsanto Company una empresa que se ha asociado de forma eficiente con otras empresas e instituciones para la generación no solo de variedades sino de mecanismos de comercialización de las semillas estudiadas.

**Tabla 3-1.** Instituciones que colaboran en la elaboración de semillas transgénicas que presentan mayores valores de Centralidad.

Institución	Pais	Grado	Autovector	Intermediación
Iowa State University	USA	176	0.696	3197
USDA aphis biotechnology regulatory services (BRS)	USA	167	0.512	3222
DuPont Pioneer Hi Bred	USA	132	0.131	4947
Monsanto Company	USA	125	0.16	3741
Agroscope Reckenholz Tanicon	Suiza	113	0.157	4120
Cornell University	USA	110	0.201	1741
Chinese Acad Agr Scince	China	108	0.083	4393
Univ Minnesota	USA	105	0.157	5092
United States Department of Agriculture Agricultural Research Service	USA	96	0.122	2636
Univ Nebraska	USA	94	0.161	1856
Louisiana State University	USA	91	0.128	0.745
Syngenta	USA	84	0.091	1156
INRA	Francia	74	0.013	4009
Carolina State University	USA	70	0.058	1352
Zhejiang University	China	68	0.086	1450
Szent Istvan University	Hun	66	0.006	1475
Univ Illinois	USA	65	0.093	0.843
Nanjing Agr Univ	Hungria	62	0.023	2998
Dow AgroScience	USA	59	0.062	0.901
Center for Biotechnology University of Nebraska–Lincoln	USA	59	0.006	4041

Elaboración propia.

En el caso de los financiadores se encontraron 543 empresas, organizaciones o instituciones estatales que han apoyado las investigaciones en la generación de las variedades transgénicas del maíz. Dentro de estas se encuentran empresas como Monsanto, Dupont Pioneer y Syngenta quienes no sólo tienen un papel importante en la generación de estas semillas desde la investigación sino que son unas de las principales financiadoras de otras instituciones que investigan en la creación de variedades genéticamente modificadas (tabla 3-2). Se debe resaltar que en su gran mayoría las instituciones que realizan investigación son de Estados Unidos (tabla 3-1), mientras que los

financiadores de estos proyectos no solo son de Estados Unidos sino de diferentes países entre ellos China con un papel importante y algunos países de Europa (tabla 3-2).

**Tabla 3-2.** Medidas de centralidad de las principales fuentes de financiación que colaboran en proyectos o investigación.

<b>Financiador</b>	<b>País</b>	<b>Grado</b>	<b>Autovector</b>	<b>Intermediación</b>
National Natural Science Foundation of China	China	131	0.132	8301
United States Department of Agriculture	USA	112	0.943	13464
National Basic Research Program (973 Program) of China	China	82	0.072	2978
Monsanto Company	USA	65	0.214	3453
DuPont Pioneer	USA	46	0.056	2507
European Union	Europa	43	0.001	3415
Syngenta company	USA	42	0.053	1210
National High Technology Research and Development (863) Program,	China	40	0.021	1011
Ministry of Science and Technology of China	China	31	0.018	0.105
National Science Foundation, USA	USA	31	0.048	4018
Louisiana Soybean and Feed Grain Promotion Board	USA	29	0.108	0.172
Dow AgroSciences LLC	USA	28	0.031	0.930
Spanish Ministerio de Ciencia e Innovacion	España	28	0.009	1208
United States Agency for International Development, USAID	USA	27	0.059	2701
National Council for Scientific and Technological Development (CNPq)	Brasil	24	0.000	1959
Special Fund for Agri-scientific Research in the Public Interest of China	China	24	0.008	0.083
CAPES (Coordenacao de Aperfeicoamento de Pessoal de Nivel Superior) Ministry of Education	Brasil	23	0.010	4431
Ministry of Agriculture of China	China	22	0.010	0.526
Spanish Ministry of Environment (MMA)	España	21	0.004	2386
Bayer CropScience	Alemania	20	0.021	0.135
Spanish Ministerio de Educacion y Ciencia	España	20	0.000	0.482
NSFC, China	China	18	0.006	0.178

Elaboración propia.

### 3.2.1.1 Actores centrales

Se encontraron empresas que tienen una posición y un rol importante en la investigación y financiación de semillas de maíz transgénicas entre ellas se encuentran Monsanto, Dupont Pioneer y Syngenta. Por tal motivo se describirán estas empresas que tienen relevancia en los enfoques de investigación que se dan sobre el maíz.

#### **Monsanto Company**

La principal empresa que implementa las tecnologías con semillas mejoradas genéticamente es Monsanto. Por tal motivo, empezó a sentar las reglas de juego en cuanto a la reglamentación de la comercialización y uso de estas semillas. Esta empresa existía anteriormente como una empresa de venta de insumos químicos para la agricultura que había derivado de la industria química desarrolladas durante la segunda guerra mundial. Esta empresa también fue pionera durante la primera revolución verde y propicia ampliamente el uso de tecnologías para la agricultura.

Uno de sus principales productos es el herbicida Roundup cuyo principio activo es el glifosato. En cuanto a este Criado, (2012) plantea algunas de las razones para que Monsanto ingresara en el negocio de las semillas mejoradas tecnológicamente:

*“Monsanto poseía la patente del glifosato, así que ninguna otra empresa podía comercializar este herbicida, muy utilizado por ser teóricamente menos dañino para los mamíferos que herbicidas anteriores. Pero las patentes no se otorgan indefinidamente, sino que caducan. La patente del glifosato caducaba en 2001, y partir de entonces el Roundup sería sólo uno más en la pluralidad de glifosatos fabricados por diversas empresas. La cada vez mayor cercanía de la fecha de caducidad de la patente pudo ser uno de los motivos que movieron a Monsanto a buscar nuevos campos en los que expandirse. Y crearon vegetales transgénicos, empezando sus investigaciones con petunias y plantas de tabaco” (Criado, 2012).*

Esta empresa en un principio estuvo enfocada a la industria química. Su primero producto fue la sacarina que sería comprado en su totalidad por Coca-Cola. También fabricó productos como el fenol utilizado como antiséptico y la aspirina. En el año 1927 cuando compró el 50% de la Graesser Chemical Works de Gran Bretaña. El primer producto agrícola que fabricó fue la “Sontobane” para combatir el gusano del maíz. En el año 1960 llegó a Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú. En 1976 comienza a comercializar el herbicida Roundup, siendo el más vendido del mundo. En 1981 se enfocan en el negocio de la biotecnología con énfasis en los genéticamente mejorados (<http://www.monsanto.com>).

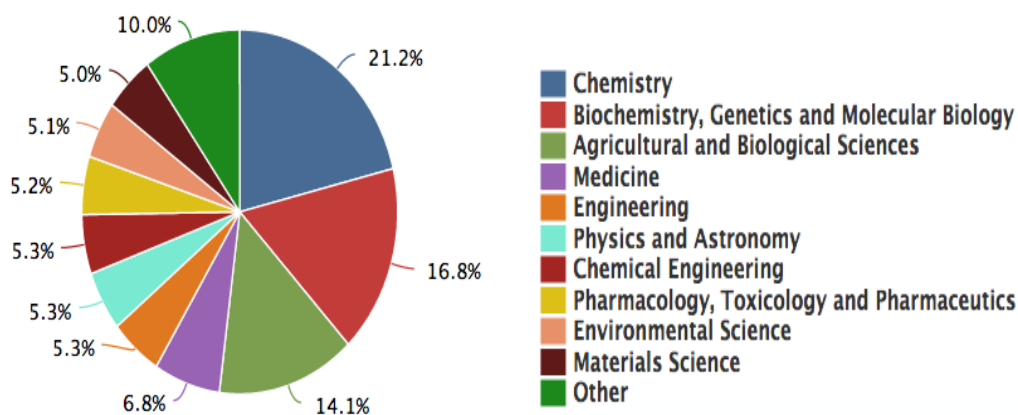
En 1995 se autoriza en Estados Unidos y luego en el resto de América la comercialización de productos con soya resistente al Roundup, así como papa y algodón resistente a plagas, el siguiente año se aprobó para México el uso del algodón resistente a plagas Bollgard® y un año después el Dekalb®. Monsanto compra la división de maíz de CARGILL, compañía con importante presencia en Venezuela, fortaleciendo su línea de negocios de semillas.

Este negocio se expandiría posteriormente a Perú y Ecuador. Para el año 2000 esta empresa dedicó su negocio exclusivamente al sector agrícola teniendo tres focos: herbicidas, semillas y biotecnología (<http://www.monsanto.com>).

En el año 2007 se aprobaría para Colombia la comercialización de algodón Bollgard II® X RRFLEX® (B2RF) y maíz Roundup® Ready (RR). En 2010 Monsanto Colombia obtiene la aprobación para la comercialización de algodón RR FLEX® (RF). En los primeros años de la segunda década del siglo XXI se han aprobado en Colombia la tecnología maíz con tecnología Yieldgard VTPro x Roundup Ready (VT2P). Yieldgard® es una tecnología de mejoramiento aplicada a los materiales de maíz DEKALB®, comercializada únicamente en Honduras y Colombia, para hacerlos resistentes a plagas de insectos del grupo de los lepidópteros.

Por otra parte, es claro el interés de la empresa en generar semillas que puedan responder al cambio climático, para esto en el año 2013 Monsanto adquiriera la Climate Corporation, compañía dedicada al desarrollo de plataformas tecnológicas para el monitoreo del clima y su posible impacto en la agricultura. Los principales campos en los cuales ha publicado esta empresa reportados por Scopus son la química, la biológica molecular y temas relacionados con la física (figura 3-2), se debe anotar que en temas referentes con la agricultura solo participa en el 16%.

**Figura 3-2.** Principales temáticas en las cuales publica artículos Monsanto. Se describen los campos de investigación en los cuales participa la empresa. Se describen los campos de investigación en los cuales participa la empresa desde 1960 al primer semestre de 2015.



Tomado de Scopus julio de 2015

## **Syngenta**

Esta es una empresa surgida en el año 2000 después de la liberación de la patente para glifosato y el desarrollo de la tecnología del ADN recombinante que permitió a su vez la generación de Organismos Genéticamente Modificados. Sus inversiones son alrededor de 1000 millones de dólares en investigación y desarrollo con presencia en 180 países que genera en el sector productivo alrededor de 60.000 millones de dólares, con alrededor de 27.000 empleados en 90 países. Enfocada en la producción de semillas de algunos vegetales entre esos el maíz, también trabaja con productos como insecticidas, fungicidas y herbicidas para diferentes tipos de cultivos (<http://www3.syngenta.com>).

Por otra parte, sus desarrollos están relacionado con la generación de semillas híbridas. Dentro de los híbridos amarillos tenemos: Impacto, Maximus, NK 254, Somma, Synko y Status. Para los híbridos blancos tenemos Cerato y Lucino. Estas semillas están enfocadas a generar mayor oportunidad en el mercado, ya que aumentan la productividad en el número de granos, el peso de los mismos, aumenta el índice de desgrane y la posibilidad que las plantas tengan doble propósito. Adicionalmente, se les confiere resistencia a plagas especialmente de Lepidóptera, dentro de estas la semilla Status fue desarrollada especialmente para la región de la Orinoquia y el caribe húmedo colombiano.

Esto muestra la perspectiva que tiene la empresa de generar tecnologías cada vez más intensivas que permitan modernizar la agricultura y generar mayor margen de productividad global de comida en una población creciente. Este desarrollo planteado por la empresa está centrado en un optimismo tecnológico en el cual los posibles efectos adversos en los cuales existe controversia no son tenidos en cuenta.

## **Dupont-Pionner**

Esta empresa lleva en el mercado 200 años produciendo diferentes productos de ahí su notorio número de patentes que superan las 60 mil y abarcan desde la electrónica, la nutrición, las comunicaciones, la seguridad y protección, el hogar y la construcción, el transporte y en la industria textil. Por ejemplo esta empresa tiene un material para fabricar telas resistentes a los rayos UV basado en un polímero fabricado con maíz. Por otra parte, tiene un químico basado en maíz llamado Zemea, el cual ya fue usado por uno de sus clientes para remplazar los petroquímicos en la producción de desodorantes.

En 2012, Dupont lanzó 2047 productos nuevos y le fueron otorgadas 935 patentes estadounidenses orientadas a satisfacer las necesidades de las personas en todo el mundo. El modelo de innovación que utiliza es denominado por ellos mismo como “innovación inclusiva” que incluye conocimientos locales, ya sean de científicos o de comunidades.

Su filial Pioneer Hi-Breed es la que hace presencia en Colombia impulsa principalmente semillas transgénicas de tipo Herculex I que resisten a Lepidóptera. La planta de

producción de esta empresa en cuanto semillas está ubicada en la localidad de Salto (Buenos Aires). Desde el año 1979, Dupont-Pionner lleva adelante en Argentina su programa de investigación en mejoramiento de semillas de maíz. Año tras año, se desarrollan pruebas en campo y laboratorio para más de 5.000 nuevos híbridos de maíz en la Estación Experimental de Pergamino.

Henry Wallace fue el pionero en el trabajo de mejoramiento genético de maíz en esta empresa. Se abocó a trabajar en la comprensión de la genética del maíz con el fin de mejorar los rendimientos de todos los productores. En 1926 fundó Hi Bred Corn Company con el objetivo de desarrollar y comercializar esas semillas híbridas de maíz. En el año 1990 Dupont compró a Pionner para tener una línea de semillas mejoradas de maíz

Adicionalmente, se están desarrollando semillas híbridas para la sequía. Los híbridos del Programa Sequía I contienen genes de tolerancia que han sido identificados a través de la selección asistida por marcadores y utilizando las herramientas de la “Tecnología de rendimiento acelerado” de Dupont-Pioneer. Que es una novedosa integración de una matriz de tecnología de mejoramiento molecular dentro del proceso de desarrollo del producto, que tiene como objetivo duplicar la tasa de ganancia genética sobre rendimiento, reduciendo la variabilidad del mismo y mejorando su predicción con respecto a la variación en el clima (tomado de <http://www.dupont.com>)

Dupont- Pioneer comenzó la prueba de transgenes en el año 2000, y ha probado cientos de genes en pruebas de campo replicadas. Esta investigación ha identificado varios genes (o eventos) que han demostrado ser promisorios para alcanzar o exceder los objetivos del programa. Esta empresa no solo genera conocimiento en productos o tecnologías sino que implementa desarrollos centrados en las prácticas que se desarrollan tanto a nivel empresarial como las que debe tener el agricultor. Dentro de estas se encuentra el control basado en estadios de los insectos, el uso directo entre insecto-insecticida, medidas preventivas, control de sitios de nidación de diferentes especies de artrópodos y metodologías de muestreo de artrópodos asociados al cultivo.

### **Otras empresas.**

Existen múltiples empresas que están interesadas en la generación y difusión de semillas transgénicas. Dentro de las empresas se encuentra la Dow Agrosiences que es una de las más grandes empresas productoras de agroquímicos en el mundo. Esta empresa está incursionando en el campo de transgénicos con “valor agregado” como semillas con mayor cantidad de ácido o con estabilidad térmica, o maíz con un nivel más alto de almidón. Esto lo hace a través de su subsidiaria Mycogen (Asturias, 2004)

Otra empresa descrita es Aventis producto de la fusión de Hoescht de Alemania y Rhone-Poulenc de Francia, involucrada en protección y producción de cultivos (agroquímicos,

semillas, incluyendo semillas transgénicas). Ha presionado porque se acepte la introducción de cultivos transgénicos en Europa. La empresa tiene más evaluaciones de campo de cultivos genéticamente modificados que cualquier otra empresa en Europa. Ha desarrollado maíz y canola con resistencia a su herbicida. Los cultivos genéticamente modificados con tolerancia a herbicidas se llaman LibertyLink. La empresa ha desarrollado una política muy agresiva para frenar la oposición a los transgénicos.

Dentro de las empresas descritas por Asturias, (2004) se encuentran las inmiscuidas en la industria de fermentación del maíz que está representada por pocas empresas estadounidenses que abarcan gran parte del mercado de los productos derivados de este cereal. Estas son la Archer Daniels Midland o ADM, Cargill, Corn Products International, Inc Penford Products Company, Roquette America, A.E. Staley Manufacturing Company, subsidiaria de Tate & Lyle, siendo las más importantes las dos primeras.

Asturias (2004), describe a ADM como una empresa encargada de moler, procesar, elaborar piensos y aditivos nutricionales a partir del maíz. La empresa establece relaciones directas con cooperativas de agricultores en Estados Unidos y el Canadá, a quienes les compra el producto a precios muy bajos. Posee una red de transporte a nivel mundial, y es dueña de más de 260 plantas procesadoras en todo el mundo. En México y Brasil ha adquirido varias empresas de alimentos nacionales. Otra empresa relevante es Cargill quien tienen su propio control sobre toda cadena alimenticia del maíz, con operaciones en 23 países y ha concentrado otras firmas de gran importancia en la cadena alimenticia o en la agricultura, como fue la compra de Continental Grain, lo que significa que Cargill controla un 40% de todas las exportaciones de maíz en los Estados Unidos, el 33% de las exportaciones de soya y el 20% de trigo. Cargill está en cuatro continentes, y su negocio cubre la producción y ventas de semillas, produce y distribuye nutrientes, aditivos e ingredientes de alimentos humanos y animales y procesar granos, semillas oleaginosas y otros commodities para el mercado de alimentos. Provee además insumos para la industria farmacéutica y para varias industrias y servicios agrícolas, como acopio de granos y servicios financieros. Gran parte del comercio internacional del maíz se hace a través de Cargill Investor Services, una subsidiaria de Cargill.

Otras empresas con intereses en la industria de la (semillas, plaguicidas, biotecnología) incluyen:

- **KPC** (la empresa petrolera estatal de Kuwait) que tiene acciones en Aventis.
- **Capital Group Companies**, la tercera empresa más grande del mundo en el manejo de activos con sede en Estados Unidos. Tiene acciones en Aztra Zeneca.
- **Allianz AG** la segunda empresa en el mundo de seguros con sede en Alemania. Tiene acciones en Monsanto.
- **FMR Corp. aka Fidelity Investments** un inmenso conglomerado que cubre seguros, bancos, etc., con acciones en Monsanto.



- **The Sandoz Foundation** con intereses en Syngenta y dedicada a inversiones a largo plazo. Varias empresas se han especializado en invertir en capitales de riesgo.

Otro sector se dedica a asesorar o actuar como “brokers”<sup>2</sup> para las empresas agroquímicas y biotecnológicas, entre las que se incluyen:

**Credit Suisse First Boston** fue asesor de Aztra Zeneca y DuPont. Actuó como broker de Rhone-Poulenc y en la fusión de Hoechst con Aventis.

- **El Deutsche Bank** fue el asesor de Akzo-Nobal, subsidiaria de Hoechst, cuando fue vendida como parte de las negociaciones que tuvieron lugar en la fusión de Hoechst con Aventis.
- **Morgan Stanley Dean Witter & Co** es el broker de DuPont.

Para observar las asociaciones entre estas empresas se construyó una red en la cual se tienen en cuenta solo las empresas. Estas fueron vinculadas por haber tenido un autor en común. Es decir, dos empresas tienen un vínculo si un autor tiene afiliación con las dos empresas ya sea en un mismo artículo o en uno diferente.

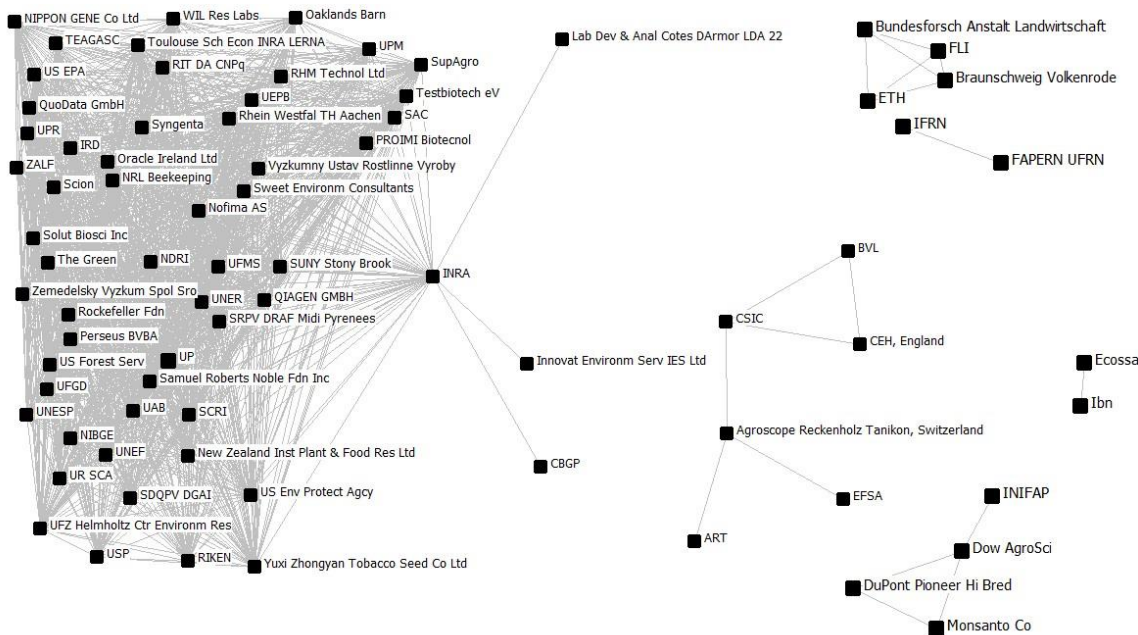
Esta red mostro una fuerte asociación entre pequeñas empresas del sector de la biotecnología que reúnen esfuerzos para generar artículos sobre OVM del Maíz (figura 3-3). Por otra parte, se encontró una fuerte vinculación entre las empresas que se describieron anteriormente: Dupont Pionner, Monsanto y Dow Agrosience.

Esta asociación entre estas empresas está dada por la generación en común por la creación de las semillas Herculex entre las empresas Duponto Pionner y Dow Agrosience. Así mismo, Dupont Pionner comercializa algunas de las semillas producidas por Monsanto especialmente las concernientes a la tecnología RR. En este sentido, las empresas se asocian con el fin de obtener nuevas variedades o para comercializar semillas que ha creado alguna de las empresas.

---

<sup>2</sup> Agente que actúa como intermediario entre un comprador y su vendedor

Figura 3-3. Empresas de Biotecnología que tienen autores en común.



### 3.2.2 Análisis de redes complejas de las organizaciones y los financiadores

Las distribuciones de probabilidad de los vínculos nodales de las instituciones, tanto desde la perspectiva de la relación como de la intensidad, presentan una distribución de ley de potencia. Este mismo comportamiento se presentó tanto en las distribuciones de probabilidad como en sus distribuciones acumulativas complementarias (Tabla 3-3). Esto indica que en la mayor parte de los artículos los autores pertenecen a una o dos instituciones diferentes. Sin embargo, existe la probabilidad que un artículo colaboren muchas instituciones. Esto puede estar dado porque la mayor parte de los recursos con los cuales son hechos estos artículos provienen de entidades estatales.

Tabla 3-3. Resumen de resultados de los ajustes de las distribuciones globales a funciones de probabilidad  $f(x) = Cx^{-\gamma}$ . Siendo el punto de corte, b el exponente.

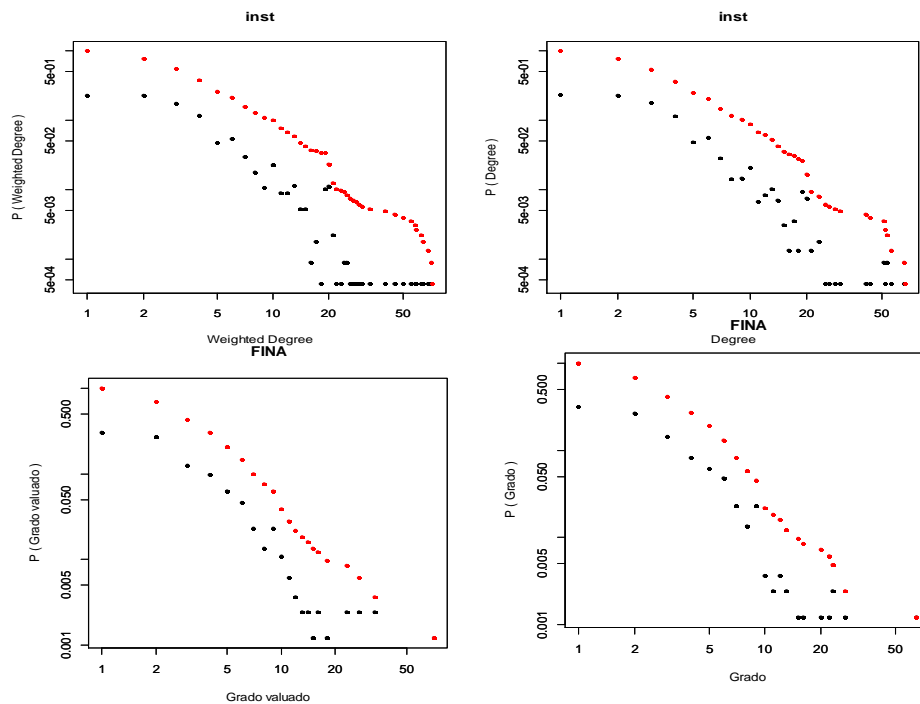
		Instituciones		Financiadores	
		Red valuada	Red Binaria	Red Valuada	Red Binaria
Probabilidad	a	0.27805	0.28129	0.34181	0.35508
	a error	0.02206	0.02459	0.02877	0.0292
	b	-0.95816	-0.94593	-1.04559	-1.06335
	b error	0.0801	0.0895	0.10665	0.10799

	R <sup>2</sup>	0.82114	0.8192	0.87678	0.88631
<b>Acumulada</b>	a	1.12499	1.11892	1.08227	1.07748
	a error	0.05212	0.0571	0.06139	0.06268
	<b>b</b>	-0.96922	-0.97063	-1.05916	-1.09632
	<b>b error</b>	0.04762	0.05429	0.07325	0.07995
	R <sup>2</sup>	0.92897	0.92813	0.93912	0.939

La dinámica de las fortalezas nodales de las instituciones según los artículos que hacen en común es similar a la forma en que suceden las asociaciones entre financiadores (tabla 3-2). Es decir muy pocos artículos son financiados por varias agencias. Sin embargo, al igual que en el caso de las instituciones existe la probabilidad que varias actores colaboren en la generación de los artículos. Esto está relacionado con aspectos regionales en los cuales los proyectos son financiados por actores por aquellos actores que tienen intereses sobre estos territorios. Las fortalezas nodales, independiente de cómo fueron evaluadas, presentan colas gruesas, es decir, la parte final de la distribución tuvo un comportamiento con amplia variación sobre la línea de tendencia (figura 3-4).

La existencia de las leyes de potencia muestra que este es un fenómeno ordenado, con preferencias y libre de escala (Newman, 2010). Este sistema se une al conjunto de sistemas sociales (ej. Watts y Strogatz, 1998; Liljeros *et al.*, 2001; Redner, 2008), económicos (ej. Patriarca, Chakraborti y Germano, 2006), humanos (ej. Adamic y Huberman, 2000; Vazquez, Pastor-Satorras y Vespignani, 2002), biológicos (Fell y Wagner, 2000; Maslov y Sneppen, 2002), ecológicos (ej. Solé y Montoya, 2001) que presentan este tipo de distribuciones y los cuales están relacionados con fenómenos de auto-organización u organización crítica. Este sistema es altamente ordenado y evidencia la selectividad que está dada porque en general se generan pequeñas asociaciones para traducir los intereses y hacer las modificaciones sobre las semillas de maíz. En ese sentido, la preferencia en el sistema está asociada con la generación de artículos en la cual colaboraban pocas instituciones y financiadores.

**Figura 3-4.** Distribuciones de probabilidad de las instituciones (Inst) y financiadores (FINA) de los artículos. En negro distribución y en rojo distribución acumulativa complementaria. Escala *log-log* para los ejes de todas las gráficas.



Estos resultados aportan a la discusión sobre el contexto en el cual se hacen los meta-análisis, ya que estos pueden estar fuertemente influenciado por las asociaciones que ejercen las universidades y los financiadores de los proyectos. De esta forma este análisis es un aporte sobre los determinantes de evidencia científica que han movilizado a los estados para la legalización producción, uso y consumo de semillas de maíz modificadas genéticamente. Se evidencia que existen intereses marcados en la producción del conocimiento y que dependen estos mismos de circuitos de poder económico. En general la colaboración entre diferentes grupos de instituciones es limitada al igual que sus financiadores y ello evidencia la tendencia de la ciencia contemporánea enmarcada en un contexto de política económica liberal en la cual el papel de las entidades estatales tiene un papel preponderante en la financiación de estos proyectos (tabla 3-2)

### 3.2.3 Red semántica de palabras claves usadas en los artículos

Desde esta perspectiva es importante no solo mirar los resultados que muestran beneficios o perjuicios de los alimentos genéticamente modificados, sino que es relevante mirar cuales son las construcciones semióticas que se dan entre los artículos. Para esto se construyeron relaciones entre palabras clave por encontrarse dentro de un mismo artículo. A partir de esto, se construyó la red de palabras que están fluyendo dentro de los discursos que han permeado los artículos relacionados con estas variables (figura 3-5).

Se encontró un total de 1853 palabras claves utilizadas en los 1952 artículos. Esta red muestra cómo la naturaleza se ha ido transformando a través de las prácticas de los discursos en diferentes formas. La emergencia de nuevas formas de naturaleza en el mundo científico que son llevadas a las sociedades genera nuevas formas de relacionamiento y entendimiento. Se muestra cómo existe una gran cantidad de palabras fuertemente vinculadas mientras se generan otros grupos en los que posiblemente se encuentren las controversias u otras vertientes de ver la naturaleza (tabla 3-3 y figura 3-6)

**Tabla 3-3.** Medidas de centralidad de las principales palabras claves utilizadas en los artículos

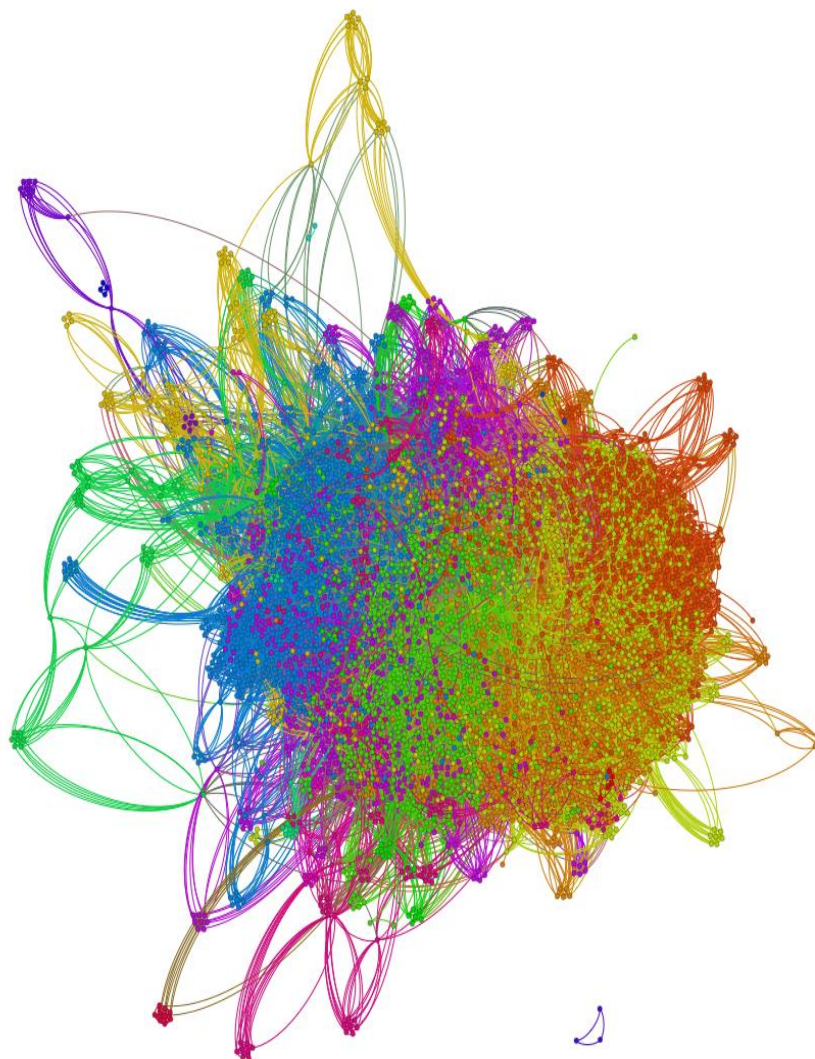
Palabras clave	Grado	Autovector	Intermediación
LEPIDOPTERA	4,061	0.584	12,575
OVM (Organismo Vivo Modificado)	2,777	0.293	7,234
TOXIN	2,708	0.317	7,738
RESISTANCE	2,661	0.367	6,316
PLANT	1,793	0.151	7,619
CRY	1,593	0.184	2,170
INSECT	1,518	0.195	2,217
INSECTICIDAL	1,512	0.163	2,684
COTTON	1,495	0.176	3,178
PROTEIN	1,357	0.125	4,377
FIELD	1,342	0.138	2,639
CROP	1,282	0.107	3,241
COLEOPTERA	1,272	0.124	1,769
GENETIC	1,068	0.065	3,533
CHRYSOMELIDAE	1,032	0.107	0.798
SOIL	1,007	0.065	3,286
POPULATION	984	0.094	2,714
GENE	883	0.063	3,790
MANAGEMENT	877	0.088	1,505
DNA	798	0.033	2,761
NOCTUIDAE	764	0.117	0.499
RISK ASSESSMENT	743	0.065	1,657
LARVAE	667	0.077	1,012
PCR	571	0.025	0.826
FOOD	538	0.024	1,517
NONTARGET	522	0.050	0.258
NATURAL ENEMIES	519	0.051	0.505

POLYMERASE CHAIN-REACTION	502	0.021	0.827
IMPACT	500	0.038	0.628
PERFORMANCE	499	0.028	1,700
RICE	474	0.041	0.879
PREDATION	471	0.047	0.354
MICROBIAL COMMUNITIES	460	0.023	0.812
CRAMBIDAE	444	0.066	0.193
PYRALIDAE	421	0.051	0.327

La densidad del sistema es baja (0,007) es decir que los discursos se encuentran sectorizados dada la baja cantidad de vínculos con respecto a los posibles. La red tiene una clusterización media (0,430), es decir, que existen algunos sectores dentro del sistema que manejan temáticas e intereses propios diferentes a los que muestra la tendencia general del sistema enfocados a temas de generación de nuevas variedades, técnicas de biología molecular y la resistencia a las diferentes grupos biológicos que interactúan con el maíz (tabla 3-3). Así mismo, la centralidad de grado presenta un valor alto (0, 836) muestra que el sistema se encuentra adjunto a pocas palabras clave y a partir de estas se genera el conocimiento.

Por otra parte, la centralización por autovector presenta un valor medio (0,5929) indicando que algunas palabras claves usadas tienden a asociarse a palabras que tienen mayor conectividad o representatividad dentro del sistema. Sin embargo este valor de centralidad no indica que exista una sola tendencia en el sistema sino que podrían existir mínimo dos tendencias sobre las temáticas de los artículos sobre este tema. Por otra parte, la centralización de intermediación es baja (0,1277) ello indica que el sistema tiene pocas palabras por las cuales fluye gran parte de la información del sistema y que las palabras tienden a estar uniformemente conectadas (Tabla 3-3)

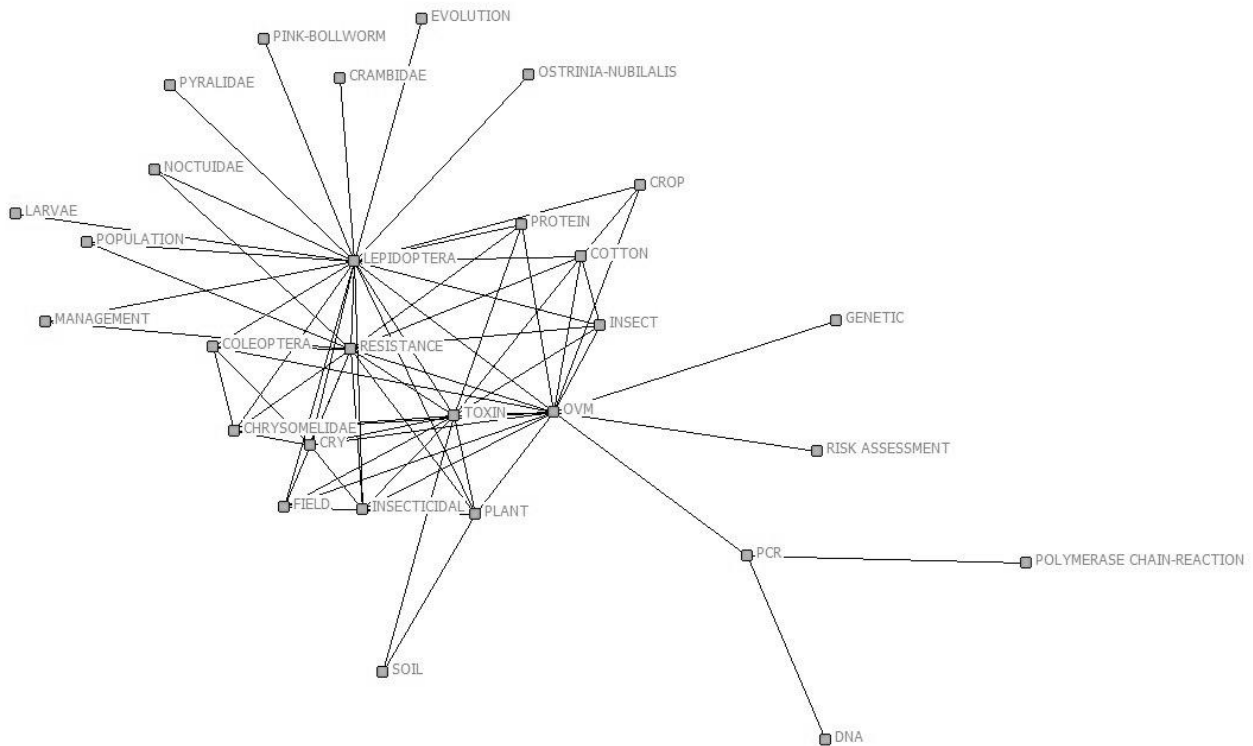
**Figura 3-5.** Red de palabras clave vinculados por estar en un mismo artículo. Los colores representan los módulos dentro de la red. Elaboración propia.



Adicionalmente, dado el valor de centralidad alto se tomaron las palabras que presentaban mayor grado dentro de sus vínculos para observar cuales eran los principales temas que están siendo tratados dentro de los artículos (figura 3-6). Se observa dentro de esta red la presencia de actores principalmente no humanos en los cuales se encuentran, tecnologías, plantas, predadores de maíz y procesos ecológicos como es el caso de las poblaciones y la resistencia. Esto muestra cómo los actores humanos se van interconectando a través de los actores no humanos (Callon, 1980; 1990; Callon, Law y Rip, 1986; Latour, 2005; Parson, 1977; 1978). Es decir que los medios tanto naturales como tecnológicos cambian las dinámicas sociales y generan nuevas prácticas dentro de los humanos, colocando límites y generando nuevas posibilidades.

Este es el caso de un sistema en el cual las nuevas posibilidades van transformando la noción que se tiene del maíz como un agente natural por uno manipulado por el ser humano. En este punto es relevante tener en cuenta que no sólo se están modificando las semillas sino, como se observa en la figura 3-6, sus relaciones tanto con las tecnologías que se requieren para sembrarlo como con los actores naturales con los que ha establecido relaciones ecológicas y evolutivas.

**Figura 3-6.** Red de palabras clave con mayor número de vínculos. Dos palabras se encuentran vinculadas por encontrarse en un mismo artículo



Desde esta perspectiva, al tener en cuenta aspectos relacionados con las innovaciones el análisis de la red muestra que el elemento que permite generar nuevos ítems tecnológicos está dado por la resistencia natural del maíz a sus herbívoros naturales como lo son algunos grupos de lepidóptera. Es decir que ésta es la relación que se está transformando y genera oportunidades de que las empresas y las instituciones puedan producir innovaciones que van al mercado. Si no existiera la resistencia no existirían las tecnologías para mitigar el efecto de los herbívoros sobre los cultivos.

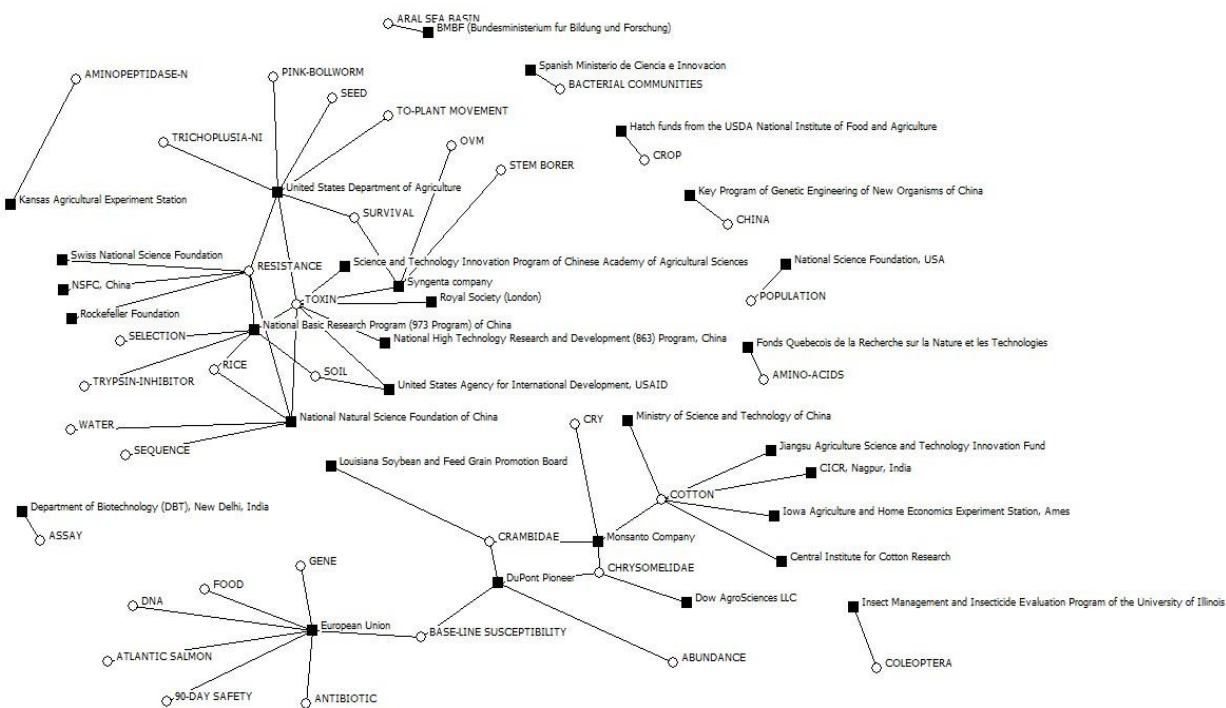
Por otra parte, se construyó una red entre los financiadores y las palabras clave que se encuentran dentro de los artículos que han financiado. Esta evidencia dos componentes por una parte existe una componente en la cual se encuentran tres empresas de biotecnología (Monsanto, Dupont-Pionner, y Dow agrosience) y junto a ellas la estación



experimental en Iowa (figura 3-7). Este grupo está interesado principalmente en temas concernientes a tecnologías de la biología molecular y algunos grupos de herbívoros de las plantas (figura 3-7).

La otra componente está conformada principalmente por entidades estatales, especialmente de programas agrícolas de la china (figura 3-7). Otros actores relevantes son la empresa Syngenta, la Fundación Rockefeller, la agencia internación para el desarrollo y el departamento agrícola de los Estados unidos (figura 3-7). Este grupo de financiadores está interesados principalmente en la resistencia que presentan los herbívoros a los cultivos OVM (figura 3-7).

**Figura 3-7.** Red de palabras clave vinculadas con actores que financiaron los artículos en los cuales éstas aparecen.



### 3.2.4 Colaboración entre países para la generación de semillas transgénicas de maíz

Para complementar la información de las instituciones, financiadores y temas tratados en los artículos enfocados en la generación de variedades de maíz genéticamente modificado, se analizan la vinculación entre los países que colaboran en la generación de dichas semillas. Para esto se construyó el grafo de colaboración entre países, cuyos vínculos están

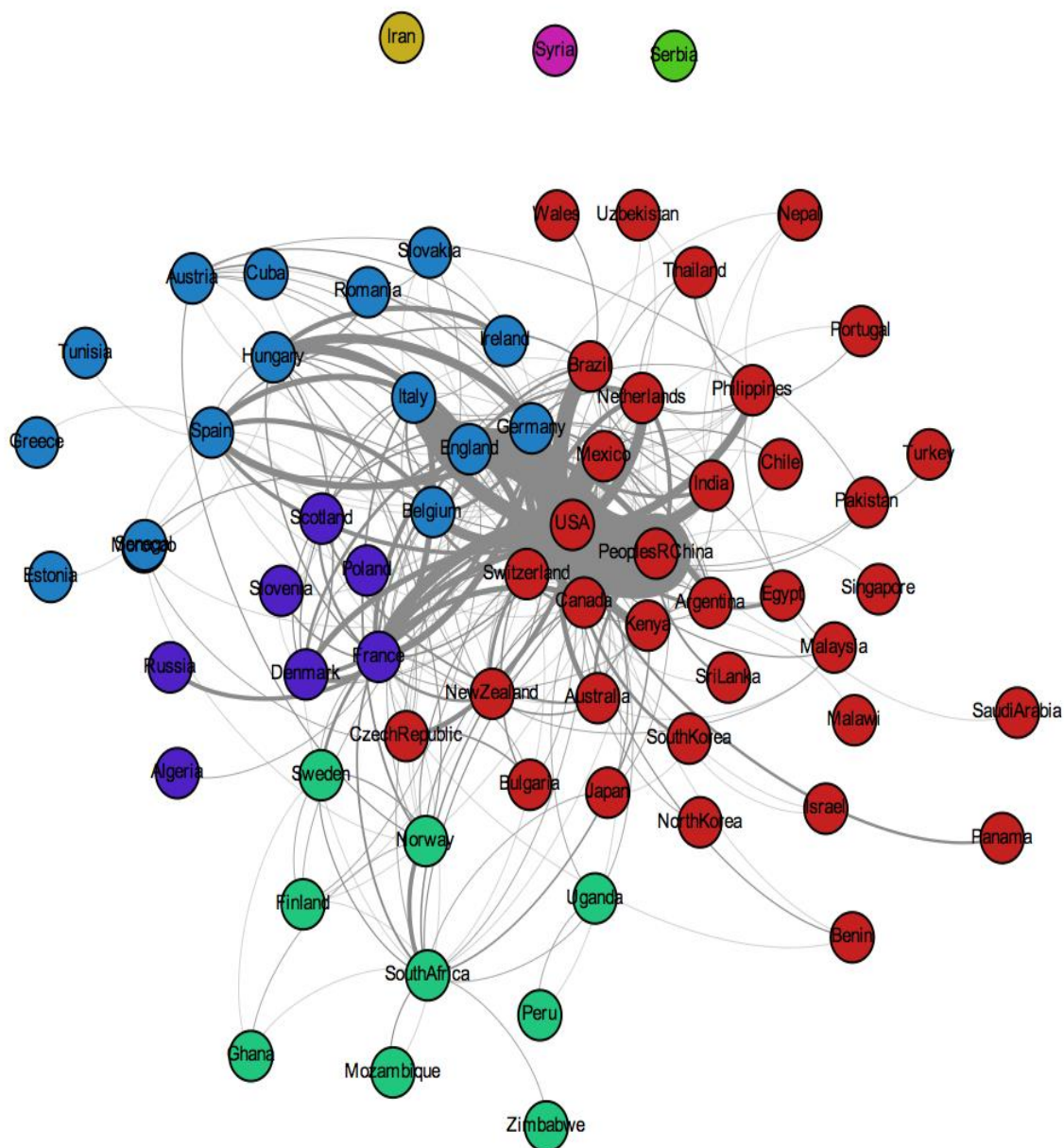
dados porque dos autores de diferentes países participaron en un mismo artículo. Adicionalmente, se construyó una red entre los países y las entidades que han financiado los proyectos para la generación de estas variedades.

La primera red mostró la presencia de cuatro módulos dentro de la gran componente (figura 3-8). Esta red muestra que existen diferentes grupos de preferencia entre los países para publicar sus artículos. Por una parte, Estados Unidos y China ejercen alianzas con autores cercanos a sus regiones y con quien ha transado alianzas económicas (figura 3-8 y figura 3-9). China comanda las investigaciones y traduce sus intereses en Asia teniendo especial influencia sobre el tipo de tecnología agrícola que se adopta. Estados Unidos lidera las investigaciones en América y así mismo las posiciones que se dan sobre estos cultivos, de forma que logra traducir los intereses de las empresas que financian estas investigación (Figura 3-9).

El segundo módulo corresponde a países europeos que han prohibido su producción pero no la importación de estos productos. Sin embargo, estos países a diferencia de los del anterior módulo, tienen leyes de etiquetados que permiten discernir entre las semillas tradicionales y modificadas. Este módulo se encuentra encabezado por Alemania quien presenta mayores valores de centralidad (tabla 3-4). En el tercer módulo se encuentran otros países, especialmente del oriente de Europa, que han construido alianzas entre ellos pero se adhieren a centros de investigación de Estados Unidos. El último módulo corresponde a un conjunto de países de Europa, algunos africanos y a Perú, que entra dentro del sistema a través de la generación de vínculos con países que no presentan una conectividad alta con los otros países.

Lo valores de centralidad muestran que los países que generan un mayor número de vínculos, por los que pasa mayor información y que se asocian con aquellos que tienen importancia dentro del sistema son Estados Unidos, China, Alemania e Inglaterra (tabla 3-4). A partir de estos países y sus intereses se generan vínculos con países con los cuales podrán traducir sus intereses especialmente en términos de la difusión de sus innovaciones a través de la aceptación tecno científica y el fortalecimiento de la comercialización.

**Figura 3-8.** Alianzas entre países para investigar sobre variedades transgénicas. El grosor de las líneas indica la cantidad de artículos compartidos y el color el módulo al que pertenecen.



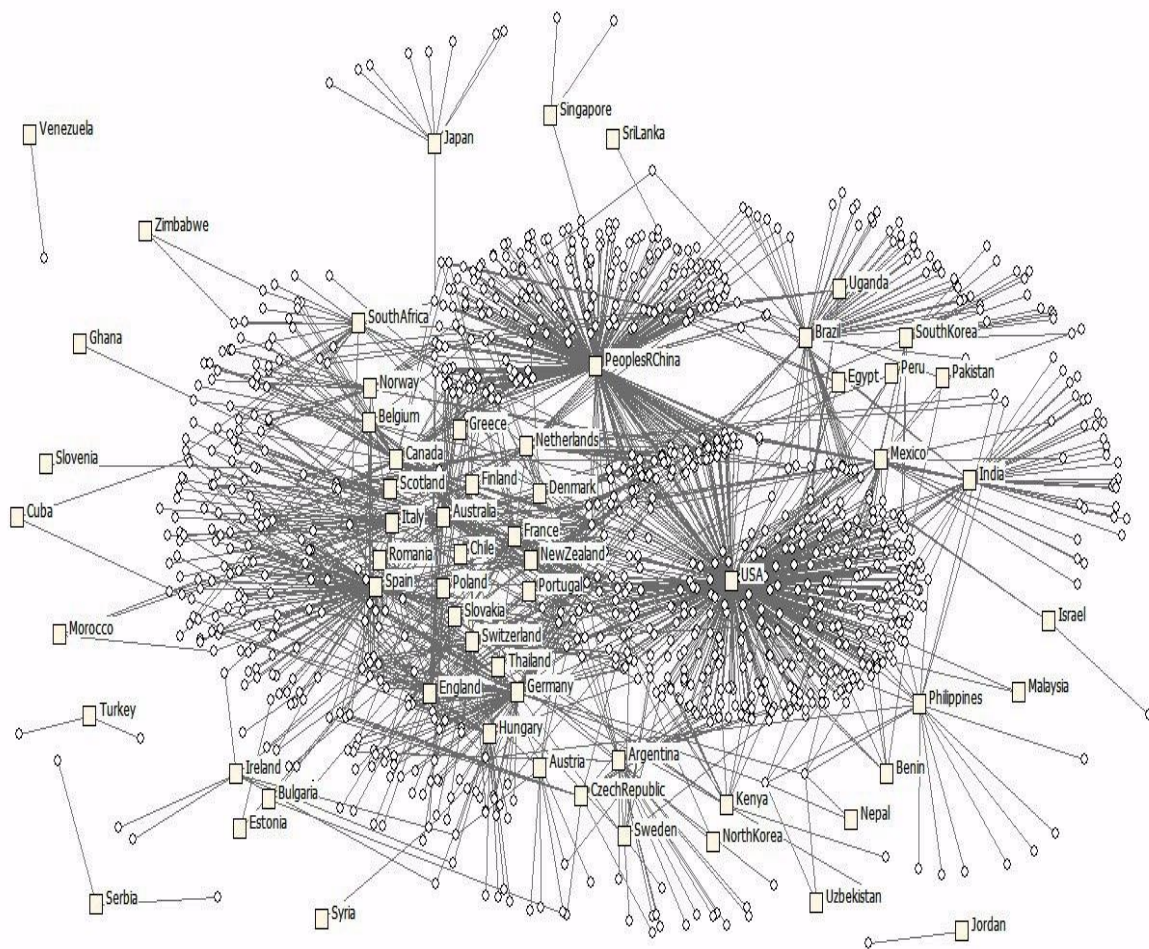
En este sentido el sistema muestra que los intereses de las instituciones, los discursos y las controversias están inmersos en un contexto económico mediado por las políticas y los intereses de cada uno de los países. De esta forma los meta-análisis que están a favor o en contra de la generación y uso de estas semillas están inmersos dentro de un contexto geopolítico. En otras palabras, las preguntas dependen de su contexto regional.

**Tabla 3-4.** Países con valores más altos valores de centralidad. Red de países que publican en conjunto

País	Centralidad de grado	Centralidad de auto vector	Centralidad de intermediación
USA	12.101	0.63	28.944
China	3.942	0.409	7.868
England	4.116	0.31	3.817
Germany	4.797	0.29	10.605
Switzerland	3.13	0.274	3.314
Canada	2.377	0.253	5.155
Italy	2.522	0.165	2.176
Mexico	1.174	0.139	1.631
France	2.435	0.135	12.598
Brazil	1.087	0.095	3.466
Netherlands	1.13	0.094	1.864
Belgium	1.101	0.079	0.823
India	0.725	0.074	1.499
Spain	1.13	0.063	11.389
Hungary	1.304	0.057	2.092
Denmark	0.812	0.047	0.681
Kenya	0.449	0.047	2.827
Philippines	0.493	0.045	0.759
Argentina	0.449	0.043	0.08
Australia	0.551	0.042	0.437
NewZealand	0.551	0.035	0.594

Estas ideas se fortalecen al observar las asociaciones que se ejercen entre los países y los agentes económicos que financian estas investigaciones. En este caso se observa que las publicaciones de China y Estados Unidos son apoyadas por sus empresas e instituciones estatales (figura 3-8). A partir de estas instituciones o programas empiezan a vincular los diferentes países financiado sus investigaciones de esta forma traducen sus intereses (figura 3-7). Esto muestra como los actores económicos interesados en diferentes desarrollos van permeando las relaciones y las investigaciones.

**Figura 3-9.** Red entre países y empresas que han financian los artículos científicos producidos en estos países. Los cuadrados representan los países y los círculos sus financiadores.



Elaboración propia.

Los países que reciben mayor apoyo por agencias que financien sus proyectos son Estados Unidos, China y Alemania (tabla 4-5). Estos coinciden con aquellos bloques económicos y con los países que colaboran en publicaciones. Esto muestra cómo las agencias logran enrolar a diferentes países en torno a ciertos tipos de publicaciones.

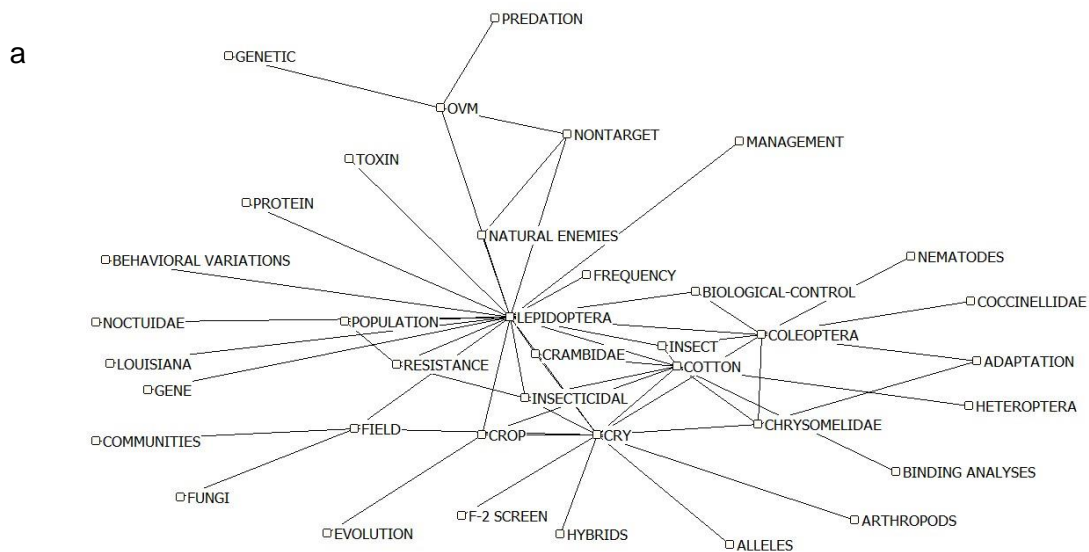
**Tabla 4-5.** 20 países con valores más altos valores de centralidad. Red Financiadores países

	Centralidad de grado	Centralidad de autovector	centralidad de intermediación
USA	0.419	0.908	0.595
Peoples R. China	0.268	0.38	0.349
Germany	0.081	0.084	0.087
Australia	0.045	0.055	0.031
Switzerland	0.045	0.051	0.038
France	0.036	0.05	0.024
Canada	0.047	0.044	0.04
Netherlands	0.032	0.044	0.021
Brazil	0.059	0.041	0.065
Spain	0.093	0.041	0.123
Mexico	0.029	0.04	0.021
England	0.035	0.036	0.025
India	0.038	0.03	0.045
Denmark	0.014	0.027	0.002
Argentina	0.025	0.025	0.024
Italy	0.037	0.021	0.041
Kenya	0.015	0.021	0.006
Belgium	0.015	0.02	0.011
New Zealand	0.012	0.019	0.003
Philippines	0.02	0.018	0.015

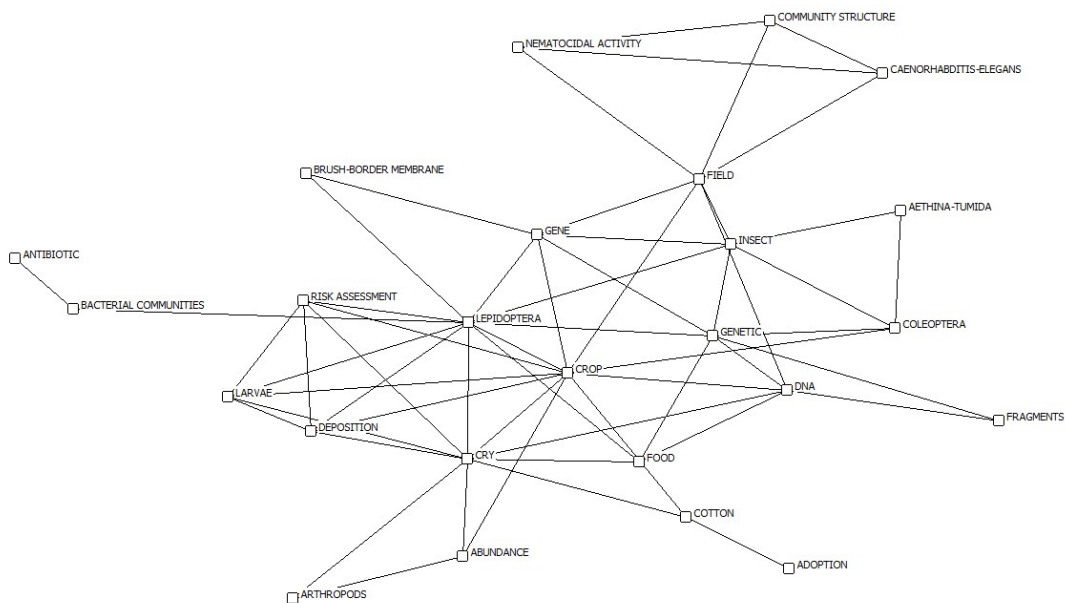
Con el fin de evaluar cuáles son los temas que se están trabajando en cada uno de los módulos encontrados dentro de la red de asociación entre países. Se construyeron redes de palabras clave que están vinculadas por estar en un mismo artículo para cada uno de los módulos. El módulo rojo, (figura 3-8) en el cual Estados unido y China tienen un papel importante, evidencia la importancia en temas concernientes a el control biológico de lepidóptera, teniendo como base la generación de toxinas vía modificación genética, especialmente de proteínas tipo CRY (figura 3-9a). Así mismo se tienen en cuenta aspectos del mercado que permitan comercializar estas tecnologías de control biológico



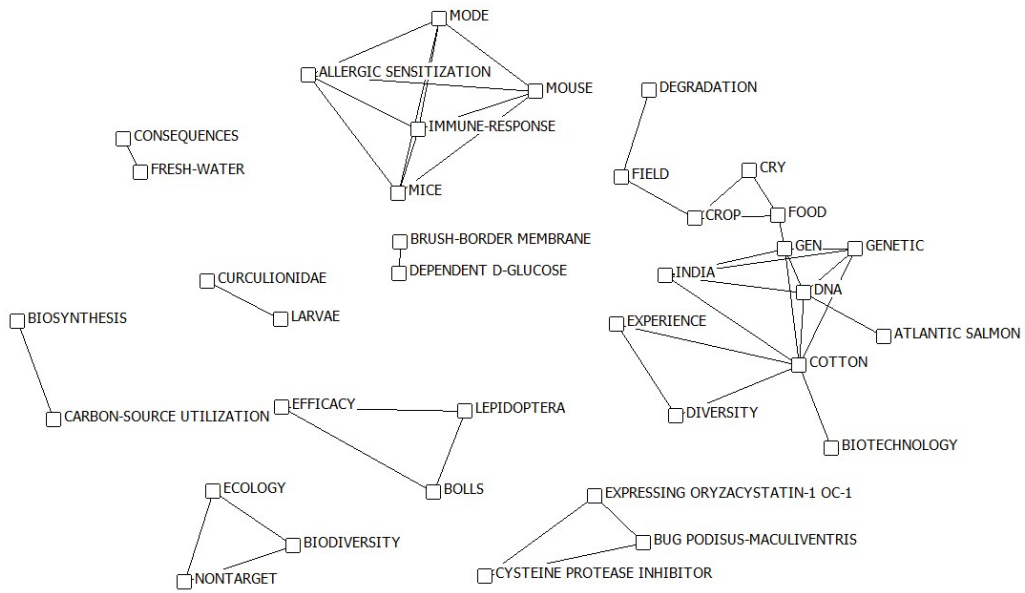
**Figura 3-9.** Palabras claves vinculadas por estar en mismo artículos. a) módulo rojo; b) módulo azul, c) módulo verde, d) módulo morado.



b)

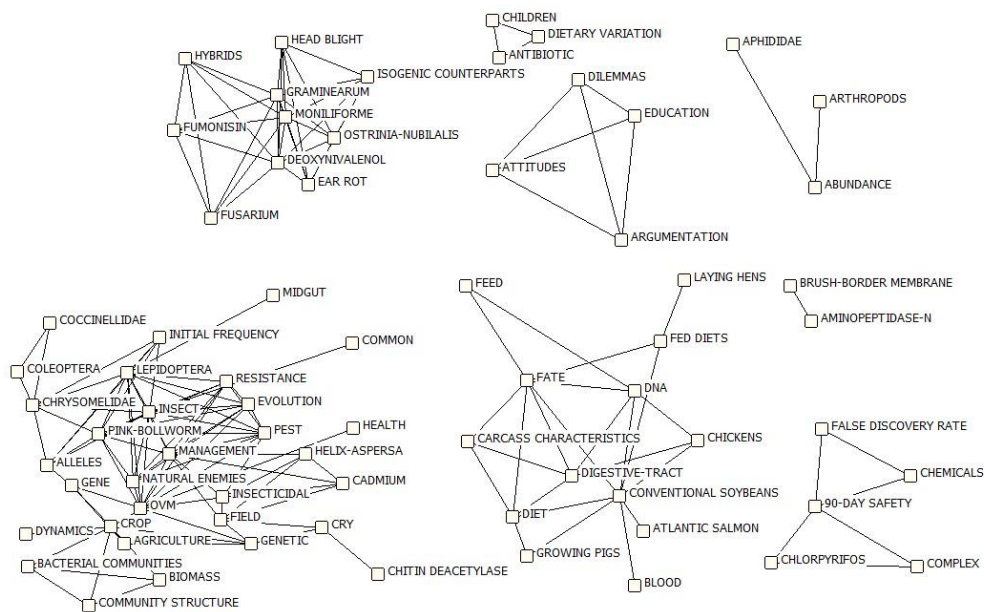


c)



d)





El módulo verde, conformado por países europeos al igual que el módulo rojo está interesado en los artrópodos con los que interactúa el maíz (lepidóptera y coleóptera). Se tienen en cuenta aspectos de la dinámica poblacional, características del paisaje, abundancia, riqueza, estructura de las comunidades, aspectos del cultivo, alimentación, adaptación y aspectos de la genética propia del maíz y de estas poblaciones (figura 3-9b). En este módulo no solo se concibe la naturaleza del maíz desde su constitución genética sino de las interacciones que se dan a nivel del paisaje con diferentes grupos tanto humanos como no-humanos.

El módulo verde, conformado por países africanos y Perú, presenta diferentes fragmentaciones dentro de los temas que están siendo tratados. Por una parte, están los aspectos relacionados con la tecnología del ADN recombinante, centrado en la modificación genética para la producción de proteínas CRY (figura 3-9c). Por otra parte, existe un componente en el cual se tienen en cuenta aspectos de la biodiversidad sujetos a características del paisaje (figura 3-9c). Otro módulo, tiene en cuenta a lepidóptera desde la perspectiva de mejorar la eficiencia de los cultivos a través del control de este grupo biológico (figura 3-9c).

El módulo morado, conformado por Francia y Rusia, presenta diferentes componentes en los cuales se tienen en cuenta diferentes perspectivas en las temáticas de los artículos. El módulo con mayor número de nodos, muestra que se le está dando importancia al papel que tiene en el mercadeo o comercialización del maíz en el tipo de tecnología asociada al cultivo ya sea desde la modificación genética para evitar lepidóptera y coleóptera o desde el control de estos a través de sus enemigos naturales (figura 3-9d). Así mismo, en este

módulo se tienen en cuenta aspectos de la salud, control biológico, resistencia y estructuración de las comunidades biológicas que se alimentan del maíz (figura 3-9d).

El segundo módulo, con mayor número de nodos, muestra intereses en casos con otros grupos biológicos que hacen parte de la alimentación de los humanos como el salmón (figura 3-9d) que ha sido un tema ampliamente tratado en Europa sobre como la sociedad asume culturalmente la diferencia entre alimentos genéticamente modificados y los que no han sido modificados (Lien y Law, 2011). Encontrando en el caso del salmón que la diferencia está asociada a la práctica, en la cual el hecho de pescar el salmón le da un carácter de natural o no modificado así el animal sea modificado genéticamente o un híbrido entre un salmón “natural” y uno “modificado”.

### 3.2.5 Redes globales de comercio de maíz

Con el fin de contrastar la información encontrada con respecto a las relaciones académicas que construyen los países a través de sus instituciones. Se analizan las interacciones comerciales de maíz entre los países. Esta red muestra a Estados Unidos y China (Figura 3-10) con un papel importante en las transacciones comerciales. Dentro de la red se encontró la segmentación del mercado que conduce a la generación de comunidades, la cual es una estructura modular asociada con la regionalización del proceso mercantil, lo que aumenta la distancia comercial entre los países. Las comunidades muestran cinco grupos:

El primer grupo está constituido por el continente americano a excepción de Argentina, Brasil y Cuba; el segundo grupo lo compone Brasil, Uruguay, Argentina, la región noroccidental de África, Egipto Siria, Jordania, Yemen, entre otros; el centro y sur de África y los Emiratos Árabes Unidos forman el tercer grupo; Europa, parte de Asia central y Rusia constituyen el cuarto grupo; el último grupo lo constituyen el sudeste asiático, el oriente de Asia y Oceanía. Esto se encuentra relacionado con lo encontrado en las asociaciones académicas que se dan entre los países.

Los países que más interacciones (grado) presentan son Estados Unidos, Argentina, Francia, China, Alemania, Italia, Hungría, Países Bajos, España, Rumania, Sudáfrica, Brasil, Austria, Reino Unido y Ucrania: los cuales acumulan cerca del **37%** de todas las operaciones comerciales bilaterales de maíz en el mundo. Dicha condición de acumulación se relaciona con la tendencia en distribución en ley de potencias, que muestra la distribución de grado de las transacciones comerciales de maíz ( $R^2=0.814$ ), lo cual indica que una porción pequeña de países realiza la mayoría de interacciones comerciales mientras la gran mayoría de países realiza solo una porción pequeña de estas.

Lo anterior está en concordancia con el hecho que Estados Unidos, Argentina, Brasil, Francia, Hungría, Ucrania e India son los mayores exportadores, con un total para el 2010 de más de 107 millones de toneladas del grano o poco más del 90% de todo el maíz internacionalmente comercializado, mientras los mayores importadores del grano son Japón,

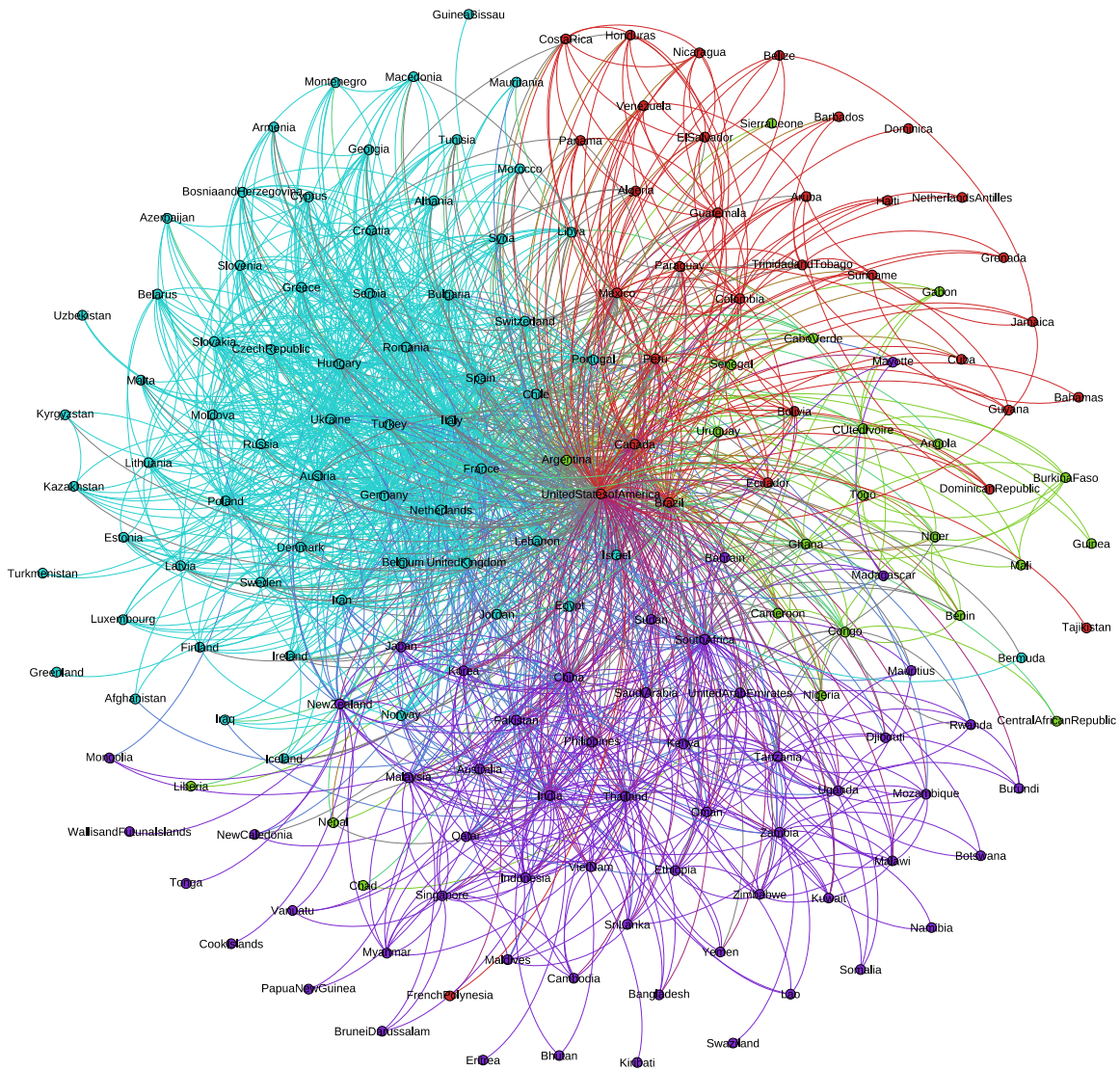
---

Corea, México, China, España y Irán con cerca de 48 millones de toneladas o el 74% de la importaciones mundiales.

No obstante, países como México y China a pesar de ser grandes importadores también son de los mayores productores del grano, junto a Estados Unidos, Brasil, Argentina e India, que en conjunto producen más de 528 mil millones de toneladas del grano o cerca del 70% de la producción mundial para el año 2010, de acuerdo a los datos de la FAO.

Las correlaciones entre los parámetros socioeconómicos, para el caso del maíz, muestran que existe una relación entre la producción anual del grano y la cantidad exportada (0.93) o la cantidad de interacciones comerciales (0.563), al igual que entre el número de interacciones comerciales y la cantidad de grano exportada (0.599) o el tamaño poblacional (0.395). Además, se demuestra que los costos de producción se relacionan inversamente con el número de interacciones comerciales (-0.213). Aunque las correlaciones no son completamente explicativas, dan luces sobre los procesos internos que dan lugar a la capacidad mercantil de las naciones.

**Figura 3-10.** Comercio internacional del maíz. Cada coloración de líneas representa un grupo comercial diferente en el mercado. El sistema se representa en forma de mapa y en el grafo.



La configuración geopolítica vista en el caso del maíz muestra una clara asimetría en las relaciones comerciales y monopolios por parte de los países que presentan un mayor crecimiento económico. La distribución de leyes de potencias, muestra la acumulación de relaciones comerciales y el dominio del mercado por parte de países con un producto interno alto. En otras palabras, la mayor parte de la riqueza queda en los pocos países con un PIB alto mientras que los países en transición a las economías de mercado y los que tienen un PIB bajo, que dependen para su alimentación de estos productos son dependientes para subsanar su demanda de estos países. Esto pone una asimetría clara y una brecha geopolítica que no permite subsanar los problemas del hambre en el mundo y agudiza los conflictos por el uso de la tierra.

### 3.3 Discusión

Los resultados muestran que existen segmentaciones tanto en la generación de conocimiento sobre variedades OVM y el mercado. Los intereses de investigación científica están influenciados por los marcos geopolíticos en los cuales están inmersas las instituciones y los financiadores de estos estudios. En cuanto al mercado la modularidad del sistema –segmentación del mercado- muestra un comportamiento similar de asociación de carácter regional de transferencia de tecnologías o productos. Es decir existe una transferencia mercantil y de conocimiento de los países a nivel regional de quienes tienen un mayor PIB hacia los que tienen uno menor.

Esto se ajusta a lo planteado por Long (2007), quien plantea que el marco de desarrollo moderno se ha implementado por medio de la inclusión de mercancías, la transferencia de tecnologías, conocimientos, recursos y formas de organización del mundo “más desarrollado” hacia los “menos desarrollados”. Al respecto Escobar (2012), indica como expertos de las Naciones Unidas diseñan políticas pensadas en el desarrollo económico en países “subdesarrollados” planteando que las formas de conocer ancestrales deben ser erradicadas y reemplazadas por las nueva institucionalidad que guía el ritmo del progreso y el desarrollo. De esta forma, para planificar en el Tercer Mundo, se ha buscado establecer ciertas condiciones estructurales y conductuales, usualmente a expensas de los conceptos de acción y cambio social existentes en la gente. Frente al imperativo de la "sociedad moderna", la planificación involucraba la superación o erradicación de las "tradiciones", "obstáculos" e "irracionalidades", es decir, la modificación general de las estructuras humanas y sociales existentes y su reemplazo por nuevas estructuras racionales (Escobar, 1999).

Dentro de los beneficiarios de la generación de esta dependencia se encuentra la agroindustria, presionando los precios internos hacia la baja. Obligando a los pequeños y medianos agricultores a producir bajo precios no rentables. Esto conduce a una situación preocupante de la producción interna de los países (Cortes, 2001). Esto contrastado con los datos de la FAO, en los cuales alrededor del 66% de los pobres en Latinoamérica viven en el campo y son en su mayoría pequeños productores, evidencia el conflicto ambiental generado por las fuertes asimetrías generadas en los mercados (Figura 3-10).

Ello implica que el acceso al maíz podría limitarse a países con fuertes relaciones internacionales, PIB o PNB per cápita altos y poblaciones suficientemente grandes que demanden el producto. Así, se puede plantear como hipótesis que los con economías débiles, estados fallidos o de baja resiliencia social sean los primeros en ser excluidos de la dinámica mundial del comercio y en últimas en el consumo del maíz, así como de otros productos de primera necesidad. La segmentación del mercado y las asimetrías económicas podrían conducir a que regiones tropicales, principalmente de América Latina, el Caribe y África sean las principales damnificadas, al ser consumidores recurrentes del maíz con altos niveles de importación conduciendo a posibles escenarios de hambre que

ya se evidencian, lo cual ameritaría el análisis de alternativas productivas, sociales y políticas que conduzcan a garantizar el acceso al alimento a los pobladores de estos lugares del mundo.

Analizando el caso de Latinoamérica, muchos países implementaron la importación de alimentos (Figura 3-10), con el fin garantizar el abastecimiento alimentario. Esto acompañado con la apertura del mercado agroalimentario mundial, ha generado el deterioro de tipo de cambio real y el precio de los productos agroalimentarios producidos en la región. De esta forma la rentabilidad de las exportaciones ha disminuido drásticamente. De igual forma, para los agricultores que producen en los mercados internos, la caída de los precios internacionales ha generado fuertes implicaciones en su ingreso, ya que no son competitivos en los precios. Por lo tanto, esta es una competencia desleal proveniente principalmente de los Estados Unidos, China, Argentina y la Comunidad Europea que subsidian a los exportadores de productos agrícolas. De esta forma, las importaciones en Latinoamérica no han complementado la producción interna sino que la han desplazado generando y aumentando el hambre en zonas rurales (Cortés, 2001).

Esto resulta interesante para países como el colombiano donde la mayor parte del territorio es rural y existe un conocimiento local sobre las dinámicas propias de estos sistemas, que no corresponde a los países donde se generan o promocionan estas tecnologías. En este contexto, el debate sobre la importación de tecnologías y la apuesta a formas de pensamiento tecno científicas vuelven a entrar en la discusión del modelo de desarrollo que se implanta en el país y sobre el papel de las universidades y las organizaciones sociales en esta discusión. En este punto el modelo de desarrollo traduce sus intereses a través del mundo tecno-científico, lo que muestra el porqué de las políticas nacionales en Colombia se encuentran a la merced de los intereses de otras naciones, dado su carácter de economía primaria extractiva, que facilita la importación de no solo alimentos sino de las tecnologías productivas.

De acuerdo a la CEPAL “el nuevo modelo de desarrollo ha resultado bastante excluyente, el crecimiento se concentró en los productores comerciales vinculados al agronegocio nacional e internacional, asociado a empresas transnacionales de la industria agroalimentaria y de la comercialización” (CEPAL, 2001 p.137). Ello permite la consolidación del poder de la industria transnacional sobre los productos e insumos agrícolas. Según la misma CEPAL, “El optimismo inicial acerca de la modernización de los pequeños productores por medio de su integración contractual con la agroindustria no parece del todo justificado. Por el contrario, hay suficientes indicios de que la diferencia en cuanto a niveles tecnológicos, productividad e ingresos entre los productores comerciales y empresarios agrícolas y los campesinos llamados “no viables” es ahora mayor que antes” (CEPAL, 2001).

En este punto, se enmascara el conflicto del paradigma económico que parte del supuesto teórico que una vez alcanzado cierto crecimiento de las economías, los recursos excedentes llegaran a los pobres disminuyendo así su número. Esto genera una separación

ética profunda entre la política económica (monetaria) y la política social (seguridad alimentaria). Adicionalmente, bajo el panorama de hambre en el mundo en el cual un tercio de la humanidad sufre de esta, con un total de 815.000 millones de personas hambrientas, 777 millones están en países con un PIB bajo, 27 millones en los países de transición a las economías de mercado y 11 millones en los países industrializados (Cortés, 2010).

En este sentido, la planificación, emergente del pensamiento moderno le ha dado legitimidad a la empresa del desarrollo a través del conocimiento tecno-científico que se transfiere al dominio público pretendiendo que el cambio social puede ser cuantificado, manipulado, dirigido y producido a voluntad. Esto ha generado prácticas de dominación y control social en el mundo de occidente, generando configuraciones socioeconómica y cultural que hoy describimos como subdesarrollo. Epistemológica y políticamente el Tercer Mundo es construido como objeto natural-técnico que debe ser normalizado y moldeado mediante la planificación para satisfacer las características "científicamente verificadas" de una "sociedad de desarrollo". Afirmaciones como éstas pasan por alto las tradiciones, valores y estilos de vida diferentes así como los logros históricos de estas comunidades (Escobar, 1999)

## 4. Variedades de Semillas tradicionales e híbridas en Colombia.

En este capítulo se presenta un contexto histórico de las dinámicas que han propiciado o impedido la generación y difusión de variedades tradicionales de maíz, a partir de la caracterización de los actores nacionales que han participado de estos procesos, y se exploran las variedades tradicionales presentes en Colombia tomando varias de sus características biológicas, las prácticas de cultivo, la comercialización y los usos que han permitido su diversificación y su difusión en el país.

### 4.1 El proceso de domesticación

Se entienden los procesos de domesticación, diversificación y difusión como resultados de la interacción entre elementos culturales y naturales (Jardon-Barbolla, 2015). De esta forma, el entendimiento de la difusión de nuevas variedades como innovaciones producidas por los campesinos, requiere de una aproximación en la cual la difusión de la innovación se considere como un proceso social con flujos de conocimiento que determinan las tecnologías utilizadas y la manera como compiten entre ellas (Callon, 1980; Valente, 2005).

Los campesinos poseen un "modelo local" de la tierra, la economía y la producción que es significativamente distinto de los modelos modernos, y que fundamentalmente existe en la práctica. Los modelos locales de este tipo son "experimentos vivientes" que se "desarrollan a través del uso" en la imbricación de las prácticas locales con procesos y conversaciones a mayor escala (Gudeman y Rivera, 1990).

La domesticación por parte de los campesinos permite mantener unas características conservadas para cada semilla pero a su vez una amplia diversidad de colores, hábitos de crecimiento, formas de las semillas, prácticas de cultivo, tamaños, entre otras variables (Jardon-Barbolla, 2015). La selección de estas características propicia que las plantas domesticadas tengan características ecológicas distantes a las de sus parientes silvestres. Es así, como el maíz crece a altitudes mayores que sus parientes silvestres, a alturas superiores de 3000 msnm (Aguilar *et al.* 2010). Es decir, que los procesos de selección que provienen de factores culturales generan nuevas formas de adaptación y de variación para estas especies.

Es claro que muchos de los cambios en la arquitectura de las plantas domesticadas están relacionados con cambios en genes reguladores o, es decir aquellos involucrados en redes de regulación (para una revisión véase Pickersgill, (2009)). El gen *tb1* en el caso del maíz (Doebley *et al.*, 1995; 1997) es un caso clásico acerca de cómo modificaciones relativamente sencillas en los niveles de expresión de estos genes están involucradas en cambios dramáticos en la morfología de las plantas (Jardon-Barbolla, 2015).



De esta forma, la diversificación está dada por mecanismo genéticos que permiten la multiplicidad de formas dentro de una misma especie (Andrade, 2003). Sin embargo, en las plantas domésticas la fracción de tiempo en que han ocurrido es muchísimo menor a lo que ocurre en la naturaleza. Esto implica que el papel de los campesinos ha permitido una multiplicidad de formas que no se darían sin la intervención del hombre. El resultado es que, en pocos miles, quizá incluso en cientos de años, muchos de los cultivos adquirieron diversidad fenotípica, de la cual las formas de los frutos, semillas y espigas es quizá su manifestación más impresionante (Jardon-Barbolla, 2015).

El proceso de domesticación ha implicado cambios abruptos en las plantas, incluyendo el pasar por cuellos de botella demográficos (Purugganan y Fuller, 2009) teniendo un efecto en la composición genética de las plantas cultivadas (véase, por ejemplo, Van Herwarden et al. 2011). Así mismo, la intensidad de estos procesos de deriva y selección a que fueron sometidas las especies para ser domesticadas implicaron que muchas de ellas no resistieran, de ahí que sólo una pequeña fracción de las especies posibles hayan sido seleccionadas (Jardon-Barbolla, 2015).

Los procesos de selección de variedades han tenido efectos sobre características adaptativas de las plantas (Harlan, 1975; Gepts, 2004; Fuller y Allaby, 2009). La pérdida o disminución de la capacidad de dispersión por medios naturales al modificarse por ejemplo, el tamaño y la composición de los frutos; la reducción o pérdida de defensas químicas a través de metabolitos secundarios, aumentando la tasa de herbivoría, la modificación relativamente rápida de los sistemas de polinización debido a cambios en las características de las flores y pérdida de la capacidad de formar bancos de semillas en el suelo (Jardon-Barbolla, 2015).

## **4.2 La domesticación del maíz en América y Colombia.**

El maíz es domesticado en Mesoamérica, siendo de importancia para el nativo americano desde hace más de cinco mil años. A partir de datos arqueológicos y de biología molecular, algunos autores proponen que su domesticación parece haber ocurrido en algún lugar de Guatemala o del sur de México hacia 8 700 años antes de nuestra era y se propone de manera concreta la cuenca del río Balsas (Zizumbo y Colunga, 2010). El maíz fue domesticado después de la calabaza, el frijol, el chile, el aguacate y el algodón (Jardon-Barbolla, 2015), en el valle de Tehuacán, de 500 a 3500 años antes de nuestra era (a.c). Durante siglos el maíz no aportó más que un complemento, pero a partir de la segunda mitad del cuarto milenio, la agricultura da alimento suficiente y con regularidad bastante para formas de asentamiento permanentes en el valle. Entre los sitios arqueológicos más importantes para conocer su historia deben mencionarse las cuevas Coxcatlán y El Riego, cercanas a Tehuacán, Puebla (MacNeish y Eubanks, 2000)

Hoy se pueden considerar dos modelos existentes para explicar el origen del maíz. El modelo Tehuacán (o altiplano) considera que el maíz se originó en el altiplano por medio de la hibridación introgresiva entre *Tripsacum*, teosinte (*Zea spp.*), y una raza extinta de maíz (MacNeish y Eubanks, 2000; Manglesdorf y Reeves, 1939; Manglesdorf *et al.*, 1981; Manglesdorf, 1983, 1986). Como alternativa, el modelo del río Balsas (o tierras bajas) se ha propuesto que el maíz se derivó directamente de teosinte (Benz, 1999; Doebley, 1990; Doebley *et al.*, 1984, 1987; Iltis, 1983, 1987). El teosinte se distribuye naturalmente del lado del océano Pacífico desde Nicaragua hasta unas cuencas aisladas en el estado de Chihuahua. Sin embargo, la mayor diversidad de taxa se localiza en las cuencas del río Balsas y Lerma. Sobre la base de información bioquímica, el río Balsas ha sido identificado como el territorio original de la evolución del maíz (Benz, 1999; Doebley *et al.*, 1984, 1987). El reconocimiento de la existencia de un teosinte perenne, *Zea diploperennis*, en Jalisco apoya el modelo Balsas, donde se propone que el origen del maíz ocurrió en la vertiente del Pacífico. Según la Teoría de Transmisión Sexual Catastrófica (Catastrophic Sexual Transmission Theory) (Iltis, 1983; 1987), esta mutación sexual transformó la inflorescencia masculina de teosinte a un *elote* femenino.

El proceso de domesticación del maíz se llevó a cabo durante varios milenios y logró transformar las pequeñas mazorcas con pocos granos en las que conocemos ahora, darle a la planta una gran plasticidad, permitiendo a sus variedades vivir en ambientes geográficos muy diferentes, y al mismo tiempo, seleccionar granos para fines culinarios distintos. Durante las primeras etapas de este proceso, el maíz fue uno más entre muchos recursos para la alimentación de los pueblos mesoamericanos, junto con diversas plantas, animales terrestres y acuáticos, así como productos inorgánicos. Su presencia en la cultura y la dieta se acrecentó con el tiempo. Pero no fue sino hasta el periodo Formativo medio o el Tardío (1200 hasta 300 antes de nuestra era) cuando este grano se consolidó como el alimento básico mesoamericano. Durante las etapas posteriores la planta siguió siendo seleccionada para adaptarse a diferentes condiciones naturales y para cubrir las características necesarias para su larga duración en almacenamiento y las que las cocinas regionales emergentes demandaban (Vargas, 2007a).

El contacto humano explica la mayor parte de la difusión de plantas entre distintas regiones del continente. Los datos procedentes de la región llamada Aridamérica y que hoy forma parte del suroeste de los Estados Unidos de América, antes fuertemente vinculada con Mesoamérica y que formó parte de México, indican que el maíz se cultivaba desde 1650 (A.C) en lo que hoy es Nuevo México. Se han recuperado restos un poco más recientes de Arizona y Chihuahua. Inicialmente las mazorcas eran pequeñas, pero su tamaño aumentó hacia 900 de nuestra era, probablemente por la llegada de nuevas variedades mesoamericanas. Este hecho permite vislumbrar que el proceso de selección de nuevas variedades de la planta fue lento, pero se difundió a otros territorios (Benz 2006; Huckell, 2006; Hill, 2006).

En particular, la difusión del maíz en Sudamérica, según estudios comparativos de las lenguas indígenas, se ha planteado que ya era conocido en esa extensa región 1000 años

A.C. Pero su historia es anterior. Los datos arqueológicos muestran la existencia de su polen en Costa Rica unos 3550 años antes de nuestra era (Horn, 2006). De hecho, Centroamérica siguió el patrón mesoamericano y la nixtamalización (quitar la cáscara al maíz, hirviéndolo en agua con cal) formó parte de su cultura y en el Salvador se crearon las pupusas (tortillas de maíz). De ahí hubo difusión a las zonas del norte sudamericano, donde se encuentran hoy las arepas, a las que podemos considerar variantes de las tortillas y además existe el gusto por los tamales. La difusión de la planta fue exitosa. Este cultivo fue introducido tempranamente en el mundo andino y desde entonces ha sido mejorado intensamente. La cultura Valdivia, asentada en el Océano Pacífico ecuatorial, fue una de las primeras culturas agrícolas de América del Sur y conocía ya el maíz desde 3000 años AC (Hastorf *et. al*, 2006).

En Chile en los sitios llamados Camarones y Tiliviche, se ha encontrado polen de maíz datado entre 5255 y 4760 años A.C y en mayor cantidad entre 3235 y 2720 antes de nuestra era (Rivera, 2006). Perú ofrece un caso interesante como resultado de la excavación arqueológica de la ciudad de Caral (3000 hasta 1800 antes de nuestra era), probablemente la primera urbe americana. Ahí no se encuentra maíz durante las primeras etapas de su historia y no es sino hasta 2300 A.C cuando se hace visible, pero en pequeñas cantidades y en contextos rituales, por ejemplo, como ofrenda para la construcción o remodelación de edificios (Shady, 2006).

Para Colombia, en la costa del Pacífico, paralela a los Andes, el maíz ya era un cultivo importante hacia 1200 A.C y en la sierra adquirió un papel sumamente relevante para los tiempos del Formativo en Tiwanaku, entre 250 y 1100 de nuestra era (Hastorf *et al.*, 2006). La situación en la región andina es particular. Ahí el maíz fue uno entre muchos cultivos de productos incluidos en la alimentación y con alta densidad de energía, entre ellos las papas, la quínoa, frijoles, lupino y muchos más. Por lo tanto, no desempeñó el mismo papel en la dieta que en Mesoamérica y no llegó a ser el alimento básico (Vargas, 2007). En lo que hoy es la región conocida como Tierradentro, en las estribaciones orientales de la Cordillera Central de Colombia, se asentaron los Paeces entre los siglos IV y IX AC. La economía de este pueblo se basaba fundamentalmente en la agricultura de especies como el maíz, la yuca, la papa y el frijol, entre otras, y se complementaba con la caza, la pesca y la recolección de frutos.

De acuerdo con las pocas evidencias arqueológicas existentes en Colombia, el maíz se sobrepone a la vegeticultura<sup>3</sup> en épocas muy recientes. Reichel-Dolmatoff analiza esta transición para la Costa Atlántica en el sitio de Momil. Con base a el análisis de los instrumentos de cocina, encuentra un paso brusco entre la utilización del budare (plato de barro empleado para cocer el maíz) en la fase Momil 1, a la utilización del metate (piedra

---

<sup>3</sup> Multiplicación de las plantas por estacas se realizaba para el cultivo de tubérculos (yuca, ñame, camote)

para moler el maíz) y las manos de moler grano (Reichel-Dolmatoff, 1965). Según dataciones recientes, esa fase pudo ocurrir unos 200 años A.C. (Reichel-Dolmatoff, 1974). De acuerdo con este autor, el paso de un cultivo a otro pudo deberse a un crecimiento de la población que exigió formas más eficientes de cultivo o, externamente, por la invasión de pueblos cultivadores de maíz (Reichel-Dolmatoff, 1965).

Según resultados de C14 para diversos sitios de Colombia, la antigüedad del cultivo del maíz en Colombia no se remonta más allá de 800 años A.C. Las fechas obtenidas han sido 545 (+50) A.C. para San Agustín; (Duque Gómez, 1963); 600 A.C. para la región de la laguna de Los Bobos (Boyacá) (Van der Hammen, 1965); 800 para El Abra (Cundinamarca) (Van der Hammen y Correal, 1969) Y aproximadamente 200 para Momil (Reichel-Dolmatoff, 1974).

Al parecer, mucho antes del desarrollo del cultivo del maíz la vegacultura empieza a difundirse por los valles de los grandes ríos, penetrando al interior del territorio. Hacia el alto Magdalena se agregó el cultivo de rizoma de la achira (*Canna edulis* Ker) y hacia las vegas del Orinoco las formas silvestres y cultivadas del guapo (*Marantha* spp.) y del ñame (*Dioscorea*) que parece fueron mucho más utilizadas en la antigüedad que actualmente. Para el primer milenio antes de Cristo florece en el área del Río Negro Orinoco una cultura de selva tropical, que luego difunde lo que se ha llamado el estilo Barrancoide por toda la cuenca del Orinoco-Amazonas, llegando según Lathrap, hasta la altiplanicie peruana (Lathrap, 1970). Estos pueblos, de lengua Maipure (Arawak), fueron posiblemente los que desarrollaron las técnicas tan complejas de cultivo y aprovechamiento de la yuca (*Manihot*) que se utilizan en las selvas del Amazonas y Orinoco.

Quizás un desarrollo paralelo pudo ocurrir en los valles intercordilleranos de clima menos cálido, situados sobre las tierras transicionales entre la llanura y la cordillera. La existencia de la cultura Agustiniense nos indica una organización fuerte y numerosa por lo menos un milenio antes de Cristo. Los hallazgos arqueológicos nos informan de un notable desarrollo de la industria agrícola, basada en el cultivo del maíz, del maní y posiblemente de la yuca (Duque Gómez, 1963), datados en el siglo XII D.C. Este desarrollo no pudo surgir de un momento a otro, sino que fue la resultante de un largo proceso milenar. Es de anotarse que hasta ese siglo de nuestra era no aparecen en San Agustín vestigios de la utilización del algodón [*Gossypium*]. Allí encontró Harland la mayor cantidad de genes dominantes de la especie y por lo tanto, es muy dudoso que la planta no se encontrara también en estado silvestre en el alto valle del Magdalena muy cercano al anterior y con condiciones climáticas relativamente semejantes.

### 4.3 Contexto actual del maíz en Colombia

La crisis que vive el sector agropecuario nacional ha afectado a quienes han conservado las semillas tradicionales de maíz (Vélez y García, 2011) y se ha profundizado la pérdida de las variedades ancestrales o tradicionales de maíz y de muchos de los cultivos básicos de los sistemas tradicionales de producción indígena y campesina (Cardona, 2010). Luego del colapso de los modelos de monocultivo agroindustrial de cultivos de arroz, maíz y algodón (Altieri, 2001; Leon, 2012), muchas comunidades locales están reconstruyendo sus sistemas productivos y recuperando sus semillas tradicionales, como alternativa para poder permanecer en sus territorios y garantizar su sostenibilidad alimentaria (Serratos, 2009; Vélez y García, 2011).

Los estudios más completos sobre diversidad de maíz en Colombia fueron realizados en el año 1957 por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), que identificaron en el país 23 razas de maíz que corresponden a 2 razas primitivas, 9 razas introducidas y 12 razas híbridas (tanto remotas como recientes). En los bancos nacionales de germoplasma de CORPOICA se tienen registradas 5.600 accesiones de maíz, la mayoría de ellas recolectadas en Colombia. El ICA no tiene un inventario actualizado del germoplasma de maíz que existe hoy en día en el país (Vélez y García, 2011).

Una de las posibles causas de la crisis que ha sufrido el sector agropecuario está dada por las modificaciones que se dieron en los años 90 que incluye una tendencia a la privatización de los centros de investigación creando Corporaciones Mixtas. En el caso de del ICA su división en dos entidades con la formación de la Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuarias (CORPOICA). Eso propició la falta de continuidad en las investigaciones relacionadas con las semillas tradicionales y la generación de nuevas variedades en lo cual el ICA había sido pionera en el país (Perry, 2000).

Ya una reforma descentralizadora, iniciada a mediados de los años ochenta, había relevado al ICA de la labor de prestación de la asistencia técnica a los pequeños productores y había asignado a los municipios tal responsabilidad, para lo cual deberían organizar unidades especializadas –las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATAS). La reforma también organizó todo un sistema de apoyo a los municipios para que pudieran cumplir acertadamente su nueva y difícil tarea, que cobijaba las áreas técnica, financiera, de capacitación, de gestión, de seguimiento y evaluación. Al ICA se le asignó la responsabilidad de organizar toda la estrategia de transferencia de tecnología, capacitación y actualización de los técnicos de las UMATAS y de los demás asistentes técnicos del sector, función que dejó de ejecutar con la reestructuración efectuada en los años noventa (Perry, 2000).

CORPOICA se crearía a principios de 1993 como una corporación mixta de derecho privado. Sus socios fundadores –más de cien– fueron el Gobierno Nacional, a través del Ministerio de Agricultura y del ICA; la mayoría de las agremiaciones de productores agropecuarios de carácter nacional y varias de carácter regional; las principales universidades del país, tanto nacionales, como regionales, públicas y privadas; diversos centros de investigación; algunos departamentos y municipios, y varias empresas privadas. La mayoría de los aportes provinieron de las entidades gubernamentales, en especial de la infraestructura de investigación con que contaba el ICA. No obstante, la entidad tiene carácter mixto y se rige por las normas del derecho privado –lo que le da mayor agilidad y oportunidad en la toma de decisiones y en el manejo de los recursos.

Las funciones de estas dos entidades quedaron distribuidas en las labores de regulación, prevención y control sanitario, a cargo del ICA, y las de generación y transferencia de tecnología en CORPOICA como la más importante de ellas (Perry, 2000). Así mismo, los esfuerzos para la conservación y el estudio de variedades tradicionales quedaron en manos de algunas universidades que se interesaron en el tema pero principalmente por las iniciativas de grupos y organizaciones sociales que ven estas semillas como fuente principal de su desarrollo. En este sentido Vélez y García (2011), realizaron el estudio más reciente sobre variedades de maíz en el país, estudiando diferentes regiones, evaluando las características de las semillas en su constitución biológica, sus prácticas y usos.

## **4.3 Resultados**

### **4.3.1 Red Variedad- Municipio.**

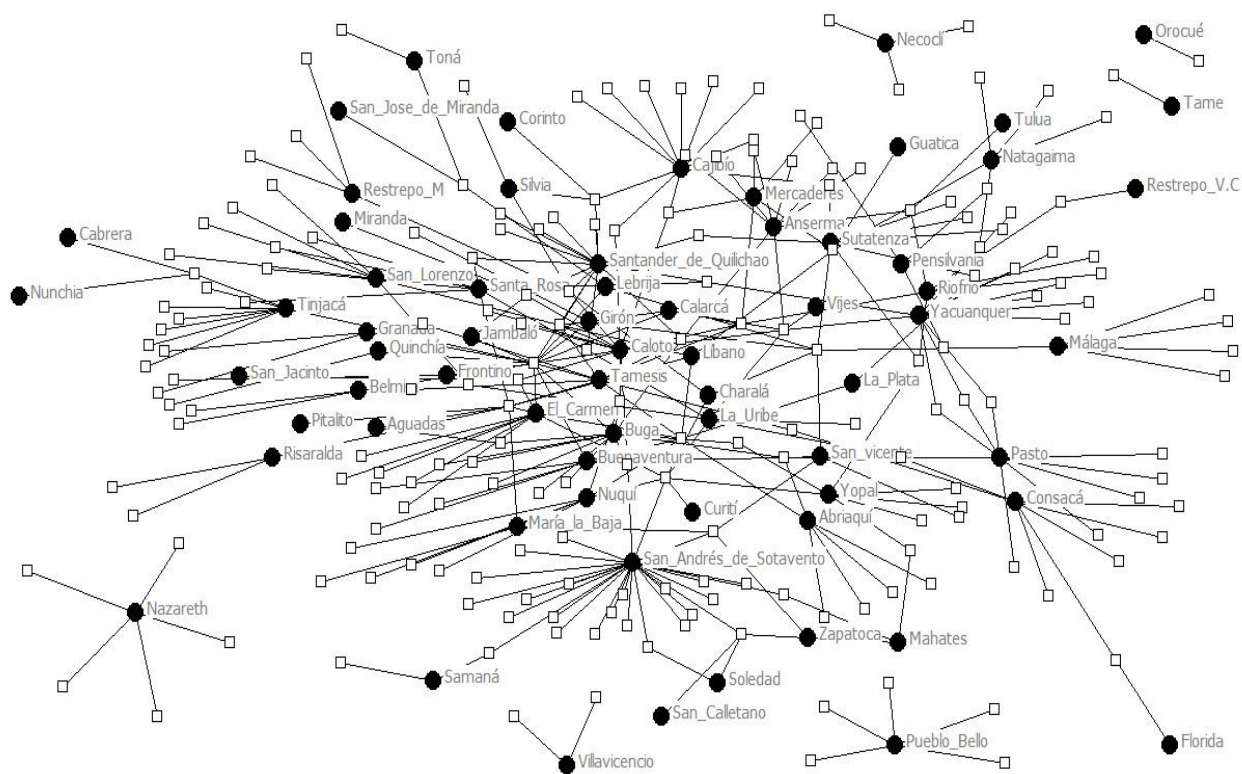
Con los datos generados por Vélez y García (2011), se realizó un grafo para determinar la conectividad existente entre las variedades y los municipios en los cuales fueron encontradas (figura 4-1). En esta representación se evidenció que la mayor parte de las variedades están relacionadas entre sí por compartir municipios en los cuales son usadas. Sin embargo, en municipios como Villavicencio en el Meta hay variedades que son usadas y que no fueron encontradas por el autor en otros municipios (figura 4-1).

Los municipios de los departamentos del Tolima, Santander y Valle del Cauca son aquellos que comparten un mayor número de semillas con otros municipios. Esto se puede deber a los procesos de migración a los que han sido sometidos estos departamentos que han ocurrido desde la colonización española hasta los procesos de migración de mediados del siglo XX (Molano, 2000).

En este sentido, los procesos de difusión dentro del maíz asociadas a las migraciones humanas (Molano, 2000), han sido determinantes para la difusión de diferentes tipos de variedades en el país y así mismo de las prácticas y usos asociados que se tienen de cada variedad. Esto denota una relación fuerte entre los campesinos y sus semillas. Los agricultores no esperar adaptarse a las semillas que encontrarán en el lugar al que migran

sino esperan que sus semillas se adapten a los nuevos ambientes a los cuales serán sometidas (Figura 4-1). Esto podría generar procesos de hibridación entre las semillas que porta el campesino que migra y las variedades que se encuentran en los territorios que ocupará.

**Figura 4-1.** Grafo de la red de municipios y variedades de maíz estudiadas por Vélez y García (2011). Los círculos negros corresponden a los municipios. Los cuadrados blancos corresponden a las variedades. Elaboración propia.



Las medidas de centralidad muestran que las 20 variedades más difundidas en el territorio Colombiano presentan diferentes coloraciones (Tabla 4.1). Las variedades que se encuentran en el mayor número de municipios tienen coloración en sus granos amarillo y blanco, que son las más comercializadas. Sin embargo, variedades de color rojo y morado que son usadas ritualmente en la elaboración de chicha y alimentos también presentan valores altos de centralidad, lo que muestra que este tipo de prácticas se mantienen en el territorio y se han difundido.

**Tabla 4-1.** Medidas de centralidad para las variedades de maíz utilizadas en Colombia. Elaboración propia a partir de datos de Vélez y García (2011).

<b>Variedad</b>	<b>Centralidad de grado</b>	<b>Centralidad de Autovector</b>	<b>Centralidad de Intermediación</b>
Amarillo	0.224	0.533	0.237
Caturro	0.09	0.272	0.049
Negro	0.06	0.23	0.095
Capio	0.104	0.201	0.057
Capio blanco	0.06	0.192	0.041
Diente caballo blanco	0.075	0.19	0.045
Blanco	0.104	0.176	0.117
Amarillo temprano	0.06	0.174	0.01
Rojo nativo	0.075	0.174	0.046
Amarillo criollo	0.119	0.168	0.068
Diente caballo amarillo	0.09	0.164	0.084
Capio amarillo	0.045	0.147	0.013
Blanco criollo	0.045	0.126	0.01
Morado	0.075	0.118	0.059
Indio	0.045	0.103	0.014
Amarillo rojo	0.045	0.101	0.028
Coruntillo rojo	0.045	0.101	0.022
De ajo	0.06	0.095	0.023
Coruntillo	0.03	0.089	0.015

En cuanto a los municipios, se encontró que las medidas de centralidad con valores altos se encuentran principalmente en el Cauca (Tabla 4-2). Es decir que en este departamento se usan semillas que son ampliamente usadas en el territorio Colombiano (Tabla 4-2). Granada y la Uribe en el Meta tienen una amplia conexión con otros municipios (Figura 4-1) esto se debe a que estos municipios fueron centros de migración de diferentes campesinos que provenían del territorio colombiano en la violencia desatada después de la muerte de Gaitán (Molano, 2000).



**Tabla 4-2.** Medidas de centralidad para los municipios que comparten variedades de maíz.

Municipio	Departamento	Centralidad de grado	Centralidad de Autovector	Centralidad de Intermediación
Caloto	Cauca	0.068	0.422	0.152
Santander de Quilichao	Cauca	0.078	0.387	0.118
San Andrés de Sotavento	Córdoba	0.135	0.358	0.187
Támesis	Antioquia	0.047	0.31	0.092
Buga	Valle del Cauca	0.063	0.287	0.089
El Carmen	Antioquia	0.052	0.258	0.08
Buenaventura	Valle del Cauca	0.036	0.215	0.051
Calarcá	Quindío	0.021	0.208	0.02
Jambaló	Cauca	0.01	0.127	0.001
Lebrija	Santander	0.021	0.124	0.029
Tinjacá	Boyacá	0.042	0.124	0.061
Girón	Santander	0.016	0.113	0.017
Líbano	Tolima	0.016	0.113	0.038
Nuquí	Choco	0.036	0.108	0.034
Belmira	Antioquia	0.016	0.102	0.014
Granada	Meta	0.016	0.102	0.014
Frontino	Antioquia	0.01	0.099	0.007
Quinchía	Risaralda	0.01	0.099	0.007
Santa Rosa	Risaralda	0.042	0.094	0.036
La Uribe	Meta	0.031	0.091	0.061

#### 4.3.2. Análisis Multiplex de las características, prácticas y usos de maíz en Colombia.

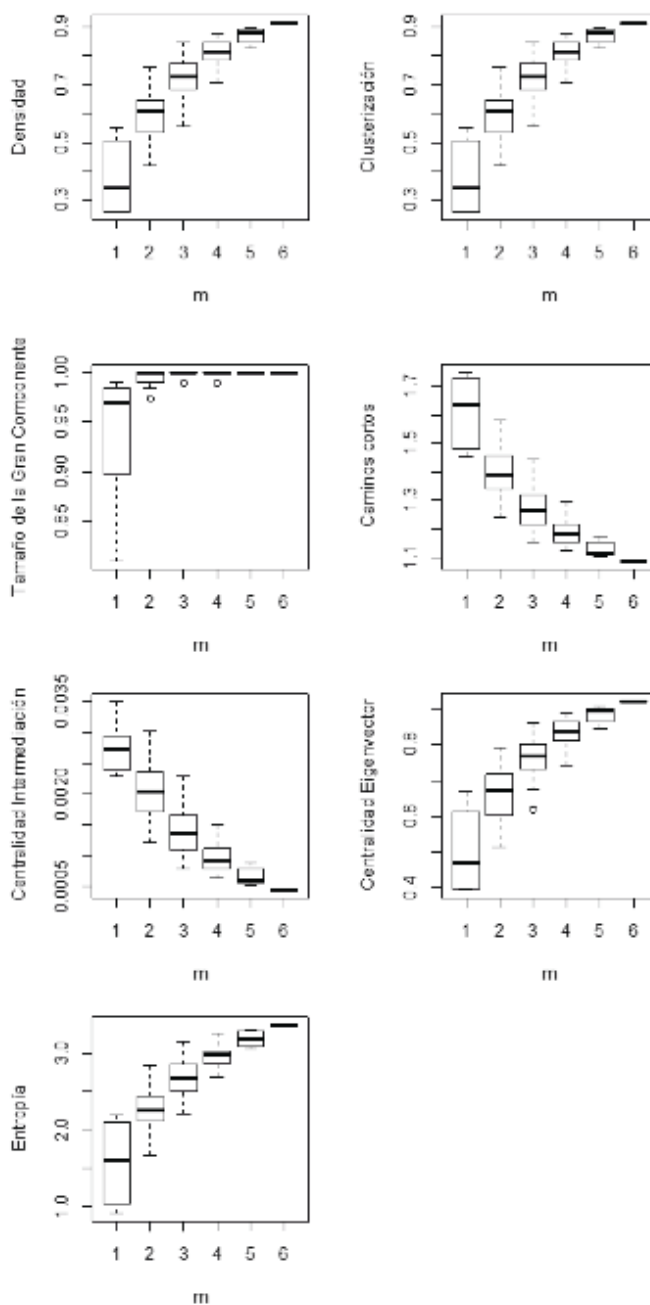
Se plantea estudiar las diferentes características de maíz que son usadas para su selección e intervienen en el proceso de domesticación. Por otra parte, se estudia cómo se han difundido diferentes variedades en los municipios de Colombia, esto permite entender cuáles son las características (color, forma, tamaño del grano, tipo de cultivo y destino productivo) necesarias para difundir una variedad en el territorio y como se generan los procesos de percolación. De esta forma, se dan elementos de entendimiento de los procesos de domesticación, diversificación y difusión.

Se utilizó la metodología de redes Multiplex que permite acceder a aspectos de la estructura y la dinámica del sistema bajo la consideración de que los vínculos entre actores pueden contener varias relaciones y, por lo tanto, se puede analizar cómo se encuentran relacionadas las variedades dadas diferentes características y cómo se difunden en el territorio (Granovetter, 1973). Se encontró que todas las variedades se encuentran relacionadas entre sí cuando el número de capas o características de las semillas tomadas

en el análisis es igual o superior a tres (Figura 4-2, panel f). Es decir que las características de las semillas que comparten las variedades les permiten acceder más o menos fácilmente al mercado, como en los casos del color y la consistencia, que tienen gran importancia sobre su uso y, al momento de tomar decisiones, sobre la compra. Así mismo, la densidad (Figura 4-2) y la centralidad de autovector muestran que el sistema con éstas 6 características logra vincular todas las semillas, es decir que las características seleccionadas han sido de gran importancia ya que permiten mantenerlas en el mercado.

**Figura 4-2.** Estructura de redes Multiplex de las variedades de maíz en Colombia.

La



centralidad de intermediación y los caminos cortos muestran que a medida que se añaden nuevas características de las variedades el sistema tiende a percolar más rápido. Es decir, que los procesos de selección entre las semillas comparten un gran número de características deseadas para que éstas sean seleccionadas.

El aumento en el coeficiente de clusterización muestra una tendencia a la circulación local de las variedades y la formación de nuevos caminos que permite al sistema la generación

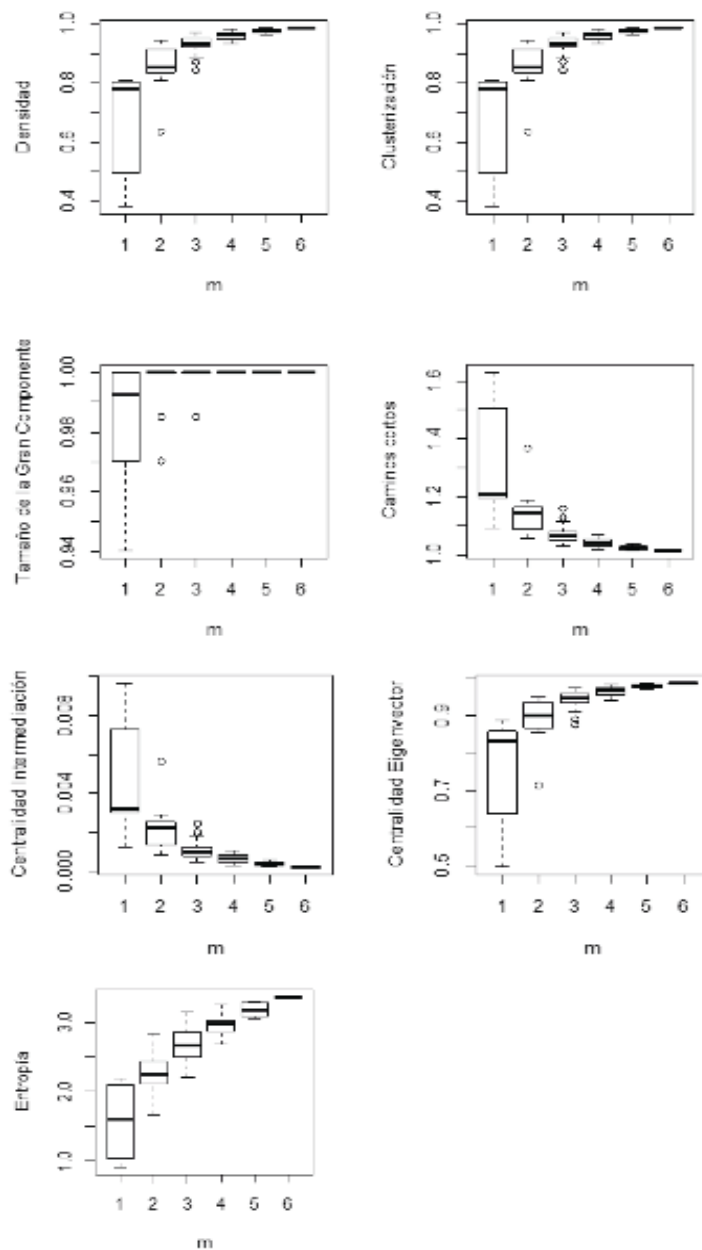
de nuevas variedades con diferentes características. Sin embargo, a medida que aumentan las capas la probabilidad de añadir una nueva configuración de característica disminuye debido a las restricciones propias del sistema. Esto muestra cómo existen múltiples configuraciones posibles que no se dan dentro del sistema, dados los procesos de selección que están determinados por factores ecológicos y culturales.

La entropía de vinculación mostró que el sistema aumenta su heterogeneidad conforme aumenta la cantidad de capas proyectadas y alcanza su máximo en la combinación de todas las capas. La forma de crecimiento de la entropía muestra que la diversidad del sistema tiende a estabilizarse rápidamente, indicando así que el aumento en la cantidad de características no necesariamente implica uno en la diversidad de configuraciones presentes en el sistema.

Para los municipios se encontró que la densidad en el sistema aumenta y satura alrededor de la cuarta capa, lo que evidencia que todos los municipios están vinculados por tener variedades con por lo menos una característica en común (Figura 4-3). Esto muestra cómo diferentes características son compartidas en el territorio siendo elementos conservados de las prácticas de selección de los agricultores. Así mismo, la difusión de las variedades se hace debido a criterios que tienen que ver con la capacidad de adaptar una práctica y con el uso de las características que se expresan fenotípicamente en las semillas.

Las medidas de centralidad de intermediación y autovector muestran que a medida que se añaden características las variedades seleccionadas en los municipios generan mayor conectividad dentro del sistema. Esto muestra cómo los campesinos seleccionan aquellas características que se encuentran en el mercado, tanto el de semillas como en la demanda de granos. De esta forma, la perspectiva del mercado y del uso es crucial para la conservación de maíces criollos en el país. La conservación y generación de mercados para características que no son tan comunes constituye una necesidad para el mantenimiento de la diversidad del maíz en el país.

**Figura 4-3.** Estructura de Redes multiplex de los municipios que cultivan maíz en Colombia



El coeficiente de clusterización, que está relacionado con el número de caminos posibles en la red para llegar a un nodo, muestra la oportunidad que existe en el país para el intercambio de semillas. De ahí la importancia de las prácticas asociadas a la difusión como lo son las festividades y encuentros entre las diferentes comunidades. Esto en sí mismo, configura herramientas de conservación a través de la difusión de características y formas

de cultivar el maíz, así mismo como su componente simbólico que se ha perdido en muchas comunidades.

Por otra parte, el diámetro permanece constante al aumentar el número de capas dentro del sistema, es decir que al aumentar las capas o características en el sistema la longitud de la red permanece constante. Adicionalmente, la longitud de caminos cortos decrece en el sistema, esto muestra que la distancia entre las prácticas y las características que usan los diferentes agricultores tienden a ser de vecindad y a tener un número de elementos considerables en común. Por otra parte, la gran componente muestra que se necesitan dos características para que todos los municipios tengan alguna característica en común.

La entropía alrededor de la cuarta capa tiende a ser constante, lo que indica que las posibles configuraciones dadas las relaciones que se establecen tienden a ser constantes. Esto muestra que a pesar del aumento del número de características que se añaden en el sistema no implica un aumento en la diversidad de vínculos en el mismo, lo que indica que hay características de preferencia y selección dentro del sistema a pesar de las posibilidades que existen en el mismo.

## 4.4 Discusión

La evolución de las plantas domesticadas en ambientes bajo la influencia humana ha sido categorizada como un proceso coevolutivo (Diamond, 2002; Purugganan y Fuller, 2009). Esto incide en la diversidad de los cultivos generando una multiplicidad de formas, sabores, colores de las partes útiles, texturas, etc., diversidad que es generada y mantenida como parte de la necesidad humana de satisfacer no solamente una necesidad fisiológica o de ingesta calórica, sino también la creación de un mundo o cosmos propio, una habitación propia (Gould, 2001).

Los resultados muestran que existe un cantidad de características conservadas que permiten a los agricultores diversificar sus cultivos y generan múltiples opciones que no sólo se adaptan a las dinámicas locales del mercado sino a elementos ecológicos, que tienen una trascendencia en los planos de uso que van desde lo material hasta lo simbólico. Estas características se van agregando en el sistema hasta que cada semilla llega a tener algo en común con otra, esto da la oportunidad de ser adaptada en otra localidad. Por otra parte, el valor cultural e incluso religioso que tienen ciertas variedades de maíz para las comunidades, es un factor clave para la persistencia de ciertas variedades locales de maíz (Steinberg, 1999).

El proceso de selección artificial ha jugado un papel central en la formación de valores de uso diversos, y esta formación de valores de uso ha tenido, usando la categoría de Bolívar Echeverría, una “dimensión política” (Echeverría 1998; 2001), por cuanto en ese proceso se ha gestado la diversidad cultural. De esta forma las comunidades no sólo seleccionan por tener valores en el mercado o por su magnitud (cantidad de granos, tamaño de la mazorca o la cantidad de toneladas por hectárea que se obtiene), sino que tiene que ver

con los rituales alrededor de la ingesta. Así, el proceso de selección artificial puede verse desde una perspectiva dialéctica como un proceso vivo, que mantiene activamente la diversidad de razas, variedades y formas o maneras de cultivar diversas plantas (Jardon-Barbolla, 2015).

Por otra parte, la difusión de variedades en los municipios muestra que estos tienden a tener un acervo de características que permiten la realización de diferentes usos de las semillas, que son esenciales no sólo para su alimentación sino también como parte de un proceso cultural que nutre prácticas históricas y culturales de las comunidades, como la posibilidad de comer mazamorra, arepas, envueltos o chicha que no sólo tienen un valor comercial sino que influyen en el mantenimiento de prácticas que hacen parte de las formas de vida de las comunidades (Jardon-Barbolla, 2015). Estas formas de práctica en su conjunto han sido parte del proceso transformador de la cultura de las comunidades en los cuales se han creado valores de usos propios.

Como se mostró con el comportamiento de la entropía de enlace existen múltiples formas de relación entre las características para generar nuevas variedades. Esto implica que la selección y generación de variedades no es un proceso libre sino que obedece a procesos que están dados por las decisiones que toma el agricultor. Este resultado en el contexto de la teorización de las innovaciones muestra que éstas no están tan sólo dadas por la generación de nuevos productos, procesos o formas de organización, sino que también están determinadas por su llegada al mercado (Callon, 1980; 1986; 1987; 1991; 1999; Callon y Muniesa, 2005; Lundvall, 1988; Nelson, 1993; Nelson y Winter, 1977; OCDE, 2005) y, más allá del mercado, a los valores de uso de una sociedad y su cultura.

Es así como las relaciones simbólicas se entrelazan con las productivas y no es posible entender este entramado de relaciones, que en ocasiones son complejas (Escobar, 1999), bajo las teorías convencionales. Los modelos locales de la naturaleza están constituidos por conjuntos de usos significados, que se basan en procesos históricos, lingüísticos y culturales, que aunque nunca están aislados de historias más amplias, retienen cierta especificidad del lugar (Escobar, 1998). De esta forma, los resultados muestran que a pesar de la pertinencia local de la selección y el uso de variedades estos están conectados entre diferentes territorios, entrelazando relaciones en las formas de selección de características. Es decir, se genera una red de conexiones que construye lo que se podría denominar una sociedad del maíz producto de la cultura y los ecosistemas.

Los modelos locales no existen aislados, sino en contacto con modelos modernos de naturaleza y economía que también los influyen (Escobar, 1998). Esta concepción de lo orgánico permite una definición parcial de ecología política para este régimen como el estudio de las múltiples construcciones de naturaleza -conjuntos de usos-significados- en contextos de poder. Aquí, el poder no sólo debe ser pensado en términos de las relaciones sociales y de producción, sino también en relación con el conocimiento local, la cultura y la vida orgánica (Long, 2007).

El estudio de la naturaleza orgánica desborda con creces el estudio de los ecosistemas y sus funciones, estructuras, fronteras, flujos y mecanismos de retroalimentación, aún con los humanos como un elemento más del "sistema". La ecología de ecosistemas continúa siendo una perspectiva externa y desde arriba que también necesita ser abordada desde dimensiones relacionales constitutivas, así como desde la experiencia misma. La ecología política de la naturaleza orgánica también trasciende el análisis de la producción, la gobernabilidad y la mercancía. "La antropología del conocimiento local" sirve como un código para lo que estos tipos de análisis, por importantes que sean, no alcanzan a vislumbra (Escobar, 1999). Finalmente, se puede decir que el estudio del maíz traspassa la naturaleza vista de forma orgánica, es decir supera la visión del maíz visto desde una mirada netamente ecosistemita y sus funciones, estructuras, fronteras, flujos y mecanismos de retroalimentación para pasar a tener implicaciones sobre las decisiones que se toman en el entorno humano

## **5. Relaciones entre actores Humanos y No-Humanos Alrededor del Maíz en el Departamento del Meta**

Este capítulo presenta un contexto histórico del maíz y las comunidades que lo han cultivado, teniendo en cuenta los procesos históricos de colonización que se han dado al interior del Departamento del Meta. Se retoman los actores encontrados a nivel



internacional y regional que también se encuentran en el contexto local, así mismo, se presentan los actores que se encuentran a nivel local. A partir de estos actores se trazan las interacciones entre los actores humanos y no-humanos que se establecen en torno a la generación y difusión de diferentes variedades de maíz. Se tienen en cuenta las diferentes estrategias que tienen los actores para problematizar, interesar, enrolar y movilizar a otros actores para traducir sus propósitos.

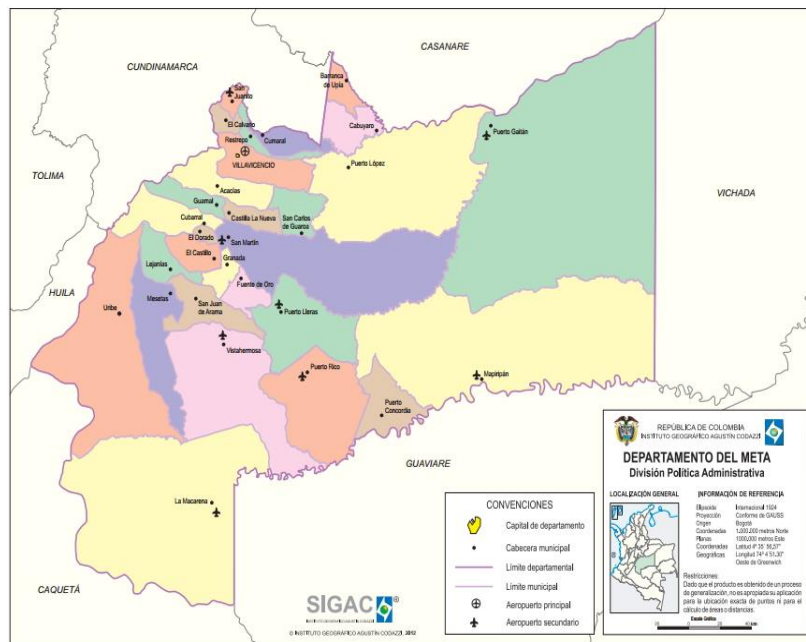
## 5.1 Descripción biofísica del Departamento del Meta

El Departamento del Meta representa el 7.5% del territorio nacional y en él se pueden diferenciar tres regiones: el Piedemonte Llanero, la Altillanura y la Vega del Río Ariari. El Piedemonte Llanero se encuentra ubicada en el Zonobioma Húmedo Tropical, en el ecosistema de Bosque Alto Denso húmedo a muy húmedo en montaña. Esta región corresponde a la transición entre los bosques del piedemonte y los de las estribaciones de la cordillera, los cuales originalmente formaban una masa boscosa uniforme, caracterizada por su alta diversidad biológica, que recorría el flanco oriental de la cordillera Oriental hasta Venezuela.

En la región del Piedemonte Llanero, y específicamente en el del Departamento del Meta, durante los últimos 65 años se han dado cambios drásticos en el uso del suelo debidos principalmente al proceso de colonización que, además de propiciar la ampliación de las zonas urbanas, aceleró el desarrollo de las actividades agropecuarias que afectado la continuidad de las formaciones boscosas y, por ende, de las poblaciones de fauna asociadas. Para el año de 1950 cerca del 45% del territorio del actual Departamento del Meta estaba cubierto por zonas selváticas, superficie que disminuyó paulatinamente durante los años siguientes, de tal modo que hacia 1990 se había transformado aproximadamente el 90% de su superficie.

La Vega del Ariari corresponde a la zona media de la cuenca del río Ariari y comprende los municipios de Granada, Fuentedeoro y Lejanías (Figura 5-1). El Río Ariari es un río de aguas amarillas, rico en peces, en su recorrido forma una vega (Suelos II y III) en donde se establece la vegetación de Vega formando un corredor con un ancho que oscila entre 5 y 15 kilómetros a cada lado. El Río Ariari nace en el páramo de Sumapaz y desemboca en el Río Guaviare, alcanzando una longitud aproximada de 290 Km. Durante su recorrido baña los municipios de Cubarral, El Castillo, Granada, Fuentedeoro, El Dorado, Puerto Lleras, Puerto Rico y Puerto Concordia (Figura 5-1). Dentro de los principales afluentes se encuentran los ríos: Güejar, Guape, San Vicente, Nevado, Yucapé, Lucía, Zanza, Uruimes y Yamanés, y los Caños Iriqué, Iracá, Upín, Blanco, Limón, Uricacha, Leche, Cunimía, Aguas Claras, Agua Zarcas, Urichare, Pororio y San Vicente, entre otros.

**Figura 5-1.** Mapa Político-Administrativo del Departamento del Meta. Tomado de <http://www.meta.gov.co>



En cuanto a la Altillanura plana, cuya extensión es de 3.4 millones de hectáreas (Cochrane y Sánchez, 1981), se extiende al sur del Río Meta desde la localidad de Puerto López (Figura 5-1) hasta el límite con Venezuela (Cochrane et al., 1985). La vegetación nativa comprende, en su mayor parte, gramíneas de escaso valor nutritivo (Álvarez y Lascano, 1987), con bajos niveles de productividad animal (Paladines y Leal, 1979; Kleinheisterkamp y Häbich, 1985).

Sus suelos, especialmente los Oxisoles (Tropeptic Haplustox isohypertermic), tienen pH de 4.5 y baja disponibilidad ( $\text{cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ ) de Ca (0.2), Mg (0.08), K (Bray 2) (0.1) y P (Bray 2) (2 mg/kg) y una saturación de aluminio mayor al 80% (Sanz y Vázquez 1999); son muy susceptibles a la degradación y bajo condiciones naturales no ofrecen un medio óptimo para la producción de cultivos y pasturas (Amézquita, 1998). La temperatura media de la zona es de 28°C, con una precipitación anual de 2200 mm y una evapotranspiración potencial de 1300 mm. La altitud de esta región es de 150 a 200 msnm (Cochrane y Sánchez, 1981). La época seca se extiende entre diciembre y marzo seguida de una época lluviosa de forma bimodal, con períodos secos de corta duración (entre 1 y 2 semanas) en julio o agosto (Sanz y Vázquez, 1999). Los meses de abril y noviembre marcan los puntos críticos de inicio y final de lluvias respectivamente (Hoyos et. al, 1999).

## 5.2 Contexto Histórico del Departamento del Meta

El Departamento del Meta estuvo poblado por varios grupos nativos antes de la llegada de los españoles. Dentro de estos se encuentran los Guaype, Sae, Sikuaní y Operigua (dentro de estos se incluyen los Tingua). Los Guaypes ocuparon la cordillera Oriental y parte de la Sierra de la Macarena. Los Sae habitan los Llanos de San Juan y de San Martín (Pérez,

1862; Nieto, 1987). Las familias lingüísticas que poblaron el Departamento del Meta, en el área comprendida o conocida por los cronistas como San Juan de los Llanos y San Martín, fueron los Achaguas, principalmente entre los ríos Meta y Upía; Piapoko, Dzase, Kaberre, Kuipoco en el bajo Guaviare; Guayupes o Gruipe en el Ariari; y Chukuna o Chukina entre el Manacacías y el Meta.

En los diferentes pueblos ha existido la tradición oral respecto al origen del maíz, el árbol de Kaliawiri, presente únicamente en las profundidades de la selva, cada tanto deja caer sus ramas y astillasy a partir de ellas se originan las primeras plantas de maíz. El maíz es motivo de festejo en la comunidad, primero las danzas de la tumba y quema, luego en *Ebkátima* o “tiempo de sembrar maíz” abunda la chicha y los Cobaría hacen la danza del maíz, en Sásara o cosecha de maíz (Ortiz, 2009 y Gomez, 2010).

Los gofios son una antigua tradición indígena que consiste en amasijos de maíz tostado y molido, mezclado con miel de abejas o ají y envuelto en hojas de bijao, en su preparación se utiliza maíz blanco o amarillo blando, posiblemente harinoso. La chicha llanera es diferente a la preparada en el altiplano Boyacense, debido al calor y la humedad predominantes se necesita una bebida refrescante y para ello a la receta tradicional de la Chicha se adicionan plantas como fruto de moriche y guacima (UNUMA, 2004).

Las comunidades indígenas Sikuaní han tenido como principal espacio productivo agrícola el *conuco* (*najae pabi*), donde se siembra principalmente yuca brava. Según la época del año se tienen varios tipos de conuco: semillero (*mamolibopabi*), de travesía (*palisipabi*) y conuco propiamente dicho (*najae pabi*). El conuco de travesía se hace entre agosto y septiembre y se siembra yuca y maíz. El conuco es un cultivo asociado cuyas labores inician en la época seca, entre noviembre y diciembre, cuando se reúnen las familias para trabajar en “*unuma*”, en unión, para hacer la socla y la tala. La quema se hace cuando se han secado los restos de la vegetación, en enero y febrero. La siembra se hace en marzo, antes que vuele la hormiga arriera o “bachaco” (UNUMA, 2004). Al conuco se también se siembra de plantas que protegen y hacen abundar el cultivo como el Capi, que hace que se conserve el agua. La fiesta de Kulima representa la complementariedad entre los alimentos que se cultivan, se recolectan y se cazan. Simboliza la abundancia de comida, disponiéndose de la cosecha de maíz, la recolección de seje, moriche y cacería. En esta fiesta se comparten los alimentos y se fortalecen las relaciones sociales al interior de las comunidades (Vélez y García, 2011).

Por otra parte, estas comunidades verían alteradas sus dinámicas aproximadamente entre los años 1534 y 1541 con la llegada de varios grupos de expedicionarios que recorrieron el territorio de los Llanos buscando el anhelado “Dorado”: “No hay lugar a dudas que el primer aventurero español que pisó el territorio del actual municipio de Villavicencio fue Pedro de Limpías, baquiano de las huestes de Nicolás de Federmán” (Londoño, 1989). Al inicio de la conquista de la región no fue sencillo para españoles y alemanes, puesto que

los grupos indígenas hicieron resistencia, siendo finalmente sometidos (Londoño, 1989). La principal motivación de los europeos era la búsqueda de oro extraído por los grupos indígenas de los ríos. Esto propició que españoles y alemanes generaran asentamientos en la región.

Paralelo a las actividades de fundación se estableció el régimen encomendero, el sometimiento indígena y el adoctrinamiento religioso hecho por Franciscanos, luego por Jesuitas y a mediados del siglo XX por la comunidad Monfortina. Gran parte de la población indígena hacia 1863 se encontraba ya reducida, debido a la explotación a que se veía sometida por el régimen encomendero y a las enfermedades y epidemias traídas por los europeos. En esta medida los indígenas fueron despojados de sus territorios lo que generó que algunos se dispersaran y otros se vincularan a haciendas como sirvientes (Londoño, 1989).

Los mestizos e indígenas aprendieron el arte de la ganadería y el manejo de los caballos, de tal modo que en el siglo XVIII la hacienda de Apiay, llamada igualmente "*Tierras Principales de Apiay*", era la mayor empresa ganadera del piedemonte metense. El camino San Juanero que unió las regiones de Gramalote, hoy Villavicencio, y Santafé de Bogotá, fue abierto por Jesuitas y mejorado por el Virrey Ezpeleta en el siglo XVII, pero esto sólo indujo un proceso de colonización incipiente en la región. En 1767, los Jesuitas fueron expulsados del territorio por orden del rey Carlos III, cuyo poder fue absorbido por los Sikuaní, quienes establecieron sus dominios sobre el Río Meta y territorios adyacentes.

A finales del siglo XIX, cuando el país se orientaba hacia la agroexportación y la economía extractiva, se abrió el camino entre San Martín y el Huila, pasando por el Alto de las Cruces en la Cordillera Oriental, y se rectificó la trocha sanjuanera (Navas, 1988). Villavicencio fue fundada hacia 1870 como posada de ganaderos. Hacia 1890 se fundaron grandes empresas agropecuarias en sus cercanías y en esta misma época Herrera y Uribe crearon la Hacienda Colombia, sucesora de la firma Montoya, Uribe y Lorenzana, a la que el gobierno le adjudicó 10.000 ha. de baldíos entre el Ariari y el Caguán a cambio de la construcción de una trocha entre estas regiones (Legrand, 1988). Esta empresa buscó enfocarse en la extracción de quinas y caucho, pero dada la relativa pobreza de las selvas en estos productos se orientó a la actividad ganadera, en los llanos de San Juan, y hacia el cultivo del café y el cacao en el piedemonte. La firma mejoró las variedades de ganado y sembró caucho. El éxito relativo de la empresa atrajo la colonización y los pueblos fundados en epicentros de ocupación territorial (Molano, 1989).

Para el siglo XX, de acuerdo a lo planteado por Molano (1989) y Londoño (1989), las diferentes explotaciones se intensificaron, dedicándose conjuntamente a la ganadería, caza (para pieles), extracción de quina y cultivos de cacao, entre otros. Hacia el Ariari se iniciaron explotaciones de caucho, apareciendo la Compañía H & Rubber States Limited. Por otra parte, compañías petroleras llegaron hacia 1920, entre ellas la Shell y la Unión Oil Company of Nevada. En 1920 se fundó Acacías y en 1922 el gobierno creó la colonia penal con el mismo nombre, en márgenes del Río Guayuriba. Se abrió, al impulso de estos

hechos, la llamada Selva de Rionegro, que fue ocupada por gentes oriundas de Cáqueza y Quetame. Era una colonización campesina basada principalmente en cultivos de arroz y maíz.

De acuerdo a estos autores, en 1939 la Rubber Development Company, una compañía americana, obtuvo licencia para explotar caucho en el Vaupés. Los Estados Unidos habían entrado en la Segunda guerra mundial y Japón ocupaba Malasia, primera productora de caucho en el mundo. En cambio de esta concesión la compañía se comprometió a construir una carretera entre Villavicencio y Calamar, entonces capital del Vaupés, pasando cargamentos a lo largo del Ariari, que posteriormente se unirían por la trocha, estableció también un gran depósito en San José del Guaviare e inició la apertura de un camino entre San Martín y Calamar. Así, con la combinación del uso entre ríos y trochas, el flujo de caucho cobrará independencia frente a los ritmos estacionales.

Los trabajos de la Rubber fueron determinantes. El mejoramiento de la trocha entre Acacías y San Martín se convirtió, hacia 1940 y 1950, en el eje de la colonización de la región (Molano 1988). Los campesinos fueron ocupando las tierras, dadas las perspectivas creadas por el camino y la construcción de bodegas en lo que hoy son Granada, Puerto Lleras, Puerto Rico y Concordia, a lo largo del Ariari, propiciando la colonización de estas zonas. Es importante resaltar que la Rubber atrajo gente de Tolima y Huila quienes después de que la compañía se fuera quedarían en la región. Hacia el año 1936 se crearía la vía que unía a Villavicencio y Bogotá dada una apreciación empresarial y social por el llano y la política de frontera de López Pumarejo, nacida del conflicto con Perú. Esto atrajo personas provenientes de Cundinamarca y Boyacá.

Hacia finales de los años 50 la muerte de Gaitán marcaría el proceso de ocupación de la Región. El Departamento del Meta fue uno de los lugares a los cuales llegaron muchos liberales y algunos conservadores que huían de la violencia. Esto distorsionaría las relaciones históricas que se habían construido entre los conservadores y liberales de la región generando ambientes de tensión y violencia. Muchas de las personas llegarían por la cordillera oriental por el Páramo de Sumapaz, entrando por el Alto Ariari, evitando los cordones militares impuestos por el gobierno. Los Llanos se convertirían en un fortín para los liberales que encontrarían lugares en los cuales poder cultivar la tierra, protegerse y hacer parte de un proyecto político y social. Los liberales serían encabezados por Guadalupe Salcedo quien después de la toma de El Turpial, que les costó la vida a 96 soldados del ejército, gozaría de alto prestigio entre los liberales. Bajo su mando muchos hacendados y campesinos lo apoyaron hasta el punto de hostilizar a los conservadores en Acacías, los cuales habían migrado en su gran mayoría de Cáqueza (Molano, 1988).

La amnistía del año 53 traería a la región una relativa calma. Para aclimatar la paz, la administración de Rojas organizó de ayuda a los excombatientes que consistió básicamente en un apoyo económico para que se trasladaran al Ariari, en la dotación gratuita de herramientas, y en el préstamo para iniciar asentamientos. Esta iniciativa sería

el punto de partida real para la colonización del Ariari. Entre 1953 y 1955 llegarían miles de campesinos de diferentes regiones del Valle del Cauca, Santander y del centro del país, principalmente del Tolima. El gobierno a través de la Caja de Crédito Agrario inauguró programas de asentamiento y abrió líneas de crédito.

La segunda ola de violencia propiciaría el nuevo desplazamiento hacia los llanos y la generación de grupos de autodefensa campesina, que fundarían tres poblados: Mesetas, Lejanías y Medellín del Ariari (Anteriormente Aguas Claras). En el curso de los años 1958 y 1959, el centro de la colonización va desplazándose de la Uribe a Medellín del Ariari, donde el movimiento se detendría dada la hostilidad de los colonos de Cubarral que eran conservadores y anticomunistas.

Cuando la guerra terminó y con el fin de la ayuda que había originado uno de los procesos migratorios más fuertes del país, llegarían a los llanos muchas personas acostumbrados al pillaje y el asesinato generando situaciones dramáticas en la región, hasta la intervención de Guadalupe quien nombro como “pacificador” a Bernardo Giraldo quien en pocos meses sometió a los violentos y “limpió la zona”.

### **5.3 La Caja Agraria y el INCORA**

El gobierno, a instancias del liberalismo, decidió intervenir para evitar nuevos desbordamientos. Alberto Lleras inauguraría en 1959 el primer plan de rehabilitación Nacional y la Caja Agraria que sería la encargada de llevarlo a cabo. Este programa otorgaría a la Caja Agraria 79.000 hectáreas para distribuir y titular, situadas en la ribera del Rio Ariari, donde se instalaron 421 familias que sumaban 3.000 personas con las que ya se encontraban dispuestas en 18.700 hectáreas. Los créditos durante los dos primeros años fueron buenos y se construyeron escuelas, depósitos para cosechas, puestos de salud, comisariatos y locales administrativos. Con todo, el programa se desplomó a finales de 1961 y en 1967 de los viejos colonos sólo permanecían 10. Dentro de los argumentos que se plantean sobre el fracaso del programa está que muchos de los colonos no tenían tradición agrícola, los créditos se gastaron en bebidas o artículos suntuarios y la falta de caminos o carretables propició el abandono de las parcelas (Molano, 1988).

El fracaso de los planes de la Caja Agraria y las necesidades de expandir la frontera agrícola llevo al gobierno, con la Ley 136 de 1961, a intervenir la colonización de los llanos. Hacia 1964, cuando el INCORA inauguró el programa, la región estaba compuesta por un 30% de personas provenientes del Tolima, 20% de Caldas, el 16% de Cundinamarca y el 15 % del Valle del Cauca, es decir de los departamentos más azotados por la violencia. El proyecto Meta empezó en 1964 y comprendía los municipios de Acacías, Guamal, Sal Luis de Cubarral, Norte de Granada, San Martín y Fuente de Oro. El gobierno definió el plan como una “ayuda a los colonos mediante la titulación de propiedades, la construcción de vías de instalaciones indispensables para el desarrollo de la zona; la organización de servicios asistenciales y técnicos; la financiaciones de cosechas, y el respeto a la Reserva Forestal de la Macarena”. Dados los conflictos entre campesinos y grandes propietarios, se dicta la

resolución N° 10, facultando al proyecto para “modificar la estructura de la propiedad rústica, mediante la formación de unidades agrícolas familiares”. En la 1969, la resolución N° 3.943 definió como área del proyecto la totalidad del Departamento del Meta y destacó a San Martín como sede (Molano, 1988).

La adjudicación de parcelas fue respaldada por créditos dirigidos para financiar la siembra de palma africana, caucho, yuca y plátano. El proyecto inauguró también una granja experimental para divulgar conocimientos técnicos y aumentar la productividad. En una evaluación hecha en 1972 el INCORA determinó que el proyecto había mejorado las condiciones de los suelos y la productividad pero que los créditos no había llegado a las personas originalmente asentadas, quienes había sido desplazados por empresarios medianos y grandes; dada la valorización de la tierra, la falta de capital y tecnología para pequeños agricultores y la falta de reglamentación de ocupación de tierras.

Hacia el 1986 las acciones del IDEMA, la Caja Agraria y compañía cervecera Bavaria promovieron en la región la propagación de variedades híbridas, incentivando nuevamente el cultivo del maíz en la región. Esto se evidencia en que el maíz ocupara el primer lugar en la región en cuanto a hectáreas sembradas y volumen producido, con un total de 11.970 hectáreas en 1988 (Mockus, 2008). Para esta época el municipio con mayor cantidad de hectáreas era Vistahermosa, generando el 57% del total. Esto propició una apertura inicial a la llegada no sólo de las variedades que fueron promocionadas por el ICA sino el inicio del establecimiento de casas comerciales, que vendían no sólo las semillas sino también un conjunto de tecnologías asociadas a estas semillas.

La introducción de nuevas variedades y el aumento en el área cultivada generó un interés por parte del gobierno que generó una alianza entre el Minagricultura, ICA, CIAT y CORPOICA, como estrategia para el desarrollo sostenible de la Orinoquia. Dentro de este acuerdo la prioridad es el desarrollo sostenible de la Orinoquia Colombiana, a la que se ha calificado como “la última frontera agrícola del país”. En este sentido se han hecho en la región inversiones con el fin de promover la inclusión de pequeños y medianos agricultores, brindando tecnologías y subsidios que les permitan tener mayores opciones competitivas. De esta forma, se articularon las diferentes fortalezas de cada actor. Las del CIAT están relacionadas con herramientas y desarrollos en Sistemas de Información Georeferenciada (SIG), evaluación y desarrollo de germoplasma vegetal, frutales tropicales, manejo de sistemas de cultivo, suelos, servicios ambientales y evaluación socioeconómica. Por su parte, el ICA y CORPOICA tienen una amplia experiencia en cultivos permanentes y transitorios, pastos y forrajes, agroenergía, mejoramiento genético, suelos, fisiología, epidemiología y control fitosanitario.

## 5.4 El papel de CORPOICA y el ICA

En este contexto, CORPOICA se ha interesado en el desarrollo rural del país con la generación e implementación y la importación y apropiación de tecnologías. Para el caso del sistema de producción de maíz, se plantea en el Departamento del Meta la implementación de sistemas agro-silvopastoriles en la Altillanura plana colombiana. No obstante, para cubrir un alto costo de oportunidad de la mano de obra, este actor ha centrado sus intereses en contrarrestar con tecnología de alta productividad relativa con respecto al insumo trabajo, con economías de escala y, por consiguiente, alta intensidad de mecanización. Esta estrategia pretende aumentar la frontera maicera, la reducción en los costos de producción e incrementar la producción y la productividad.

Para esto se asoció con FENALCE, ICA, CIMMYT, Acosemillas y tres casas productoras de híbridos Monsanto, Syngenta y Dupont-Pionner, para identificar un mecanismo de trabajo integrado que permita construir una agenda de investigación y transferencia de tecnología unificada en función de las necesidades de la cadena, con articulación técnica y focalización de los recursos económicos requeridos para el desarrollo de un modelo óptimo de producción de maíz. Generando así el “Programa Nacional de Investigación, Desarrollo y Fomento del Cultivo del Maíz Tecnificado en Colombia (2005-2020)”.

En el 2014, se lanzó la variedad del híbrido de maíz “CORPOICA QPM altillanura”, Esta variedad está centrada en los cultivos transitorios con altos contenidos de los aminoácidos lisina y triptófano. Esta variedad fue generada a través del Plan de Maíz País (PMP), para la evaluación e identificación de híbridos con atributos de rendimiento y calidad que permitieran la competitividad de este cultivo. Este híbrido de maíz fue el resultado de la investigación realizada en el marco del convenio de cooperación técnica entre CORPOICA-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural- CIAT, con el apoyo del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) que suministró los materiales genéticos.

En el año 2015 fueron aprobados \$82.215 millones en la región, como parte del Plan de Articulación Regional para este Departamento ('Pares'). Este plan es liderado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. El dinero está destinado a la generación de clústers de producción, generando plantas de acopio y de procesamiento de materias primas. Con esto se pretende que los pequeños y medianos agricultores sean incluidos en a las Zonas de Interés de Desarrollo Rural y Económico (ZIDRES), buscando asociaciones entre los grandes agricultores y los empresarios que permitan el desarrollo económico de los campesinos. Así mismo, el Departamento busca impulsar el uso de semillas certificadas, que para ellos presentan mayor rendimiento y mayor seguridad a la hora de cultivar. Adicionalmente, se pretende generar centros de acopio, congelamiento y la transferencia de tecnologías. Estas estrategias no tienen otro fin que mejorar los costos en la producción y la capacidad de implementar acciones en el mercado.

Por su parte, el ICA dentro del convenio ha sentado las reglas en cuando a las condiciones sanitarias en las cuales se pueden adoptar diferentes tecnologías, especialmente de



semillas OVM. En este sentido, la reglamentación del decreto 2894 del 2010 con el cual se considera que “El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), es la entidad encargada de establecer las medidas sanitarias tendientes a la prevención, el control, la erradicación o el manejo técnico y económico de plagas y enfermedades de los vegetales, de los animales y de sus productos, así como de ejercer en lo relacionado con su competencia, las funciones de control y seguimiento a las actividades autorizadas con Organismos Vivos Modificados como resultado de la biotecnología.” También se establece que, de según resultados de los ensayos de bioseguridad, “las semillas de maíz genéticamente modificado con resistencia al ataque de ciertos insectos y tolerancia a la aplicación de herbicidas, pudiendo establecer que este maíz posee riesgos menores para el medio ambiente que el maíz convencional.”

Dentro de las etapas del plan de manejo y bioseguridad está establecido que los agricultores antes del inicio de los cultivos deben ser capacitados en los siguientes aspectos: establecimiento de esquemas de refugios (zonas que rodean al cultivo con maíz no modificado genéticamente), monitoreo al desarrollo de posible resistencia por especie plaga objetivo, manejo de malezas y aislamiento. En las capacitaciones se explica el plan de manejo, las características y el manejo agronómico de los cultivares de maíz, las tecnologías que están a disposición para la siembra de cada temporada haciendo énfasis en el manejo de plaga y/o malezas, tiempos de aplicación del herbicida, dosis para el control de las especies de malezas de mayor incidencia en la zona agroecológica, ventanas de aplicación, compatibilidad y espectro de control.

Durante el cultivo el ICA hace un muestro aleatorio simple para cada una de las zonas agroecológicas del Departamento del Meta, en las cuales hacen visitas de control enfocadas en mostrar el uso y la eficiencia de la tecnología, la implementación de planes de manejo y atender las inquietudes de los agricultores. Adicionalmente, se hacen seminarios técnicos en los que se provee información detallada sobre el estado de la maleza y del cultivo, los momentos de aplicación de los agroquímicos, dosis y posibles efectos sobre las estructuras vegetativas y de reproducción de la planta. Por otra parte, se implementan las zonas de refugio en las cuales deben sembrarse variedades que no han sido modificadas genéticamente, a una distancia no mayor de quinientos metros (500) de áreas sembradas con variedades modificadas genéticamente. En este esquema, el agricultor debe sembrar el 90% del lote con semilla de maíz genéticamente modificado y el 10% restante con uno convencional.

Adicionalmente, el ICA les pone las siguientes obligaciones a las empresas que venden semillas transgénicas:

- Velar porque los agricultores siembren áreas de refugio cuando utilicen cultivares con tecnología resistente a insectos plaga.

- Entregar al ICA y a los agricultores, antes de la fecha de siembra, el material con información técnica sobre el manejo agronómico de los cultivares de maíz genéticamente modificado.
- Informar por escrito al ICA, dentro de los treinta (30) días antes de la siembra del cultivo, nombre del agricultor, vereda y municipio donde se encuentra el cultivar, cultivar y número de hectáreas a sembrar debidamente georeferenciadas.
- Realizar seguimiento a partir de la fecha de siembra a la aplicación de las recomendaciones agronómicas para el manejo de los cultivares de maíz genéticamente modificado, con el fin de supervisar el cumplimiento del plan de manejo.
- Solicitar al agricultor treinta (30) días calendario después de haber sembrado el cultivo, la cantidad de semilla utilizada, con sus respectivos sobrantes si es del caso.
- Elaborar un informe técnico indicando las actividades realizadas y el seguimiento de la tecnología.
- Realizar con los agricultores y asistentes técnicos reuniones de evaluación cada mes durante el cultivo, con el objeto de verificar el cumplimiento del plan, resolver dudas y revisar los reportes de control deficientes.
- Entregar a los agricultores de maíz genéticamente modificado material con información técnica sobre el manejo agronómico.
- Cumplir con lo establecido en las normas ICA relacionadas con la materia, en especial lo establecido en las Resoluciones 946 de 2006 y 970 de 2010 y todas aquellas que las modifiquen o sustituyan.

## **5.5 Iniciativas de actores para la preservación de Semillas tradicionales**

De forma paralela al convenio hecho por las instituciones, centros de investigación, federaciones y centros de investigación, se han creado iniciativas para el mantenimiento de variedades tradicionales de maíz. En este sentido, en el Departamento se retoma la iniciativa de la creación de mercados campesinos para el mantenimiento de las variedades tradicionales en la región y se crearía la Asociación de Mercados Campesinos del Meta<sup>4</sup>, que cobija a San Juanito y a otros 7 de los 23 municipios del Meta. Esta asociación ha creado

---

<sup>4</sup> La descripción de este actor se hace con base a la información recolectada en las entrevistas y en la ponencia dada por este actor en la en el Foro Internacional el Agro en el Posconflicto realizado del 5 al 6 de Junio del 2015

vínculos con la Cámara de Comercio, la Alcaldía de Villavicencio, la Universidad de los Llanos, Ecopetrol y otras entidades que con sus aportes están contribuyendo a fortalecer la producción de los pequeños productores, beneficiándose hasta la fecha 170 familias de la región de la cordillera y de otros sectores del Meta.

Los Mercados Campesinos aparecen como el producto del esfuerzo de distintos campesinos y campesinas que se han organizado en sus municipios, buscando abrir un espacio en donde puedan vender sus productos al consumidor directo y así lograr un precio moderado eliminando los costos de los intermediarios. Estos últimos han perjudicado la economía campesina porque suelen apropiarse de buena parte de la ganancia. Este actor, el campesinado, está interesado en la diversidad agrícola, la soberanía alimentaria y en generar rutas de comercialización a semillas que no son de tipo comercial, sin que estén necesariamente en el mercado comercial de semillas.

Este actor genera alianzas con las alcaldías de diferentes municipios que facilitan el transporte de los productos y favorezcan a los campesinos con insumos para los cultivos. Este mercado busca una reivindicación no sólo de la comercialización de los productos sino de la generación de interacciones sociales propias de las plazas de mercado, buscando así propiciar un movimiento que permita conservar las variedades tradicionales y favorecer a los pequeños y medianos agricultores de la región, acudiendo frecuentemente a la producción limpia y el saneamiento de los territorios.

Esta es una forma de resistencia a productos que comercializan las casas comerciales, que se lleva a la práctica a través de la producción de productos que resultan de un desarrollo endógeno de los campesinos. Partiendo de la premisa que si el campesino tiene donde vender él cultiva, porque sabe hacerlo y le gusta hacerlo. Esto muestra una perspectiva pensada desde el mercado que permite la conservación de variedades tradicionales en un territorio.

Entre los actores del departamento a los cuales esta asociación se ha vinculado se encuentra la Cámara de comercio, que ha proveído carpas, Ecopetrol, que ha proveído subsidios y colaborado en la logística del mercado, la Alcaldía de Villavicencio, que gestiona los espacios de comercialización que son principalmente polideportivos, las universidades, el DNP y GIZ, que ayudan en el fortalecimiento del mercado, las Universidades de los Llanos, Universidad Minuto de Dios y la Universidad Cooperativa, que brindan asesoría y participan activamente en las publicaciones del periódico de la asociación.

Este mercado, basado en iniciativas campesinas, busca vincularse con diferentes asociaciones campesinas que existen en cada uno de los municipios del Meta para articular una red de agricultores que incentive la producción de semillas tradicionales. Así mismo, busca consolidar un centro de apoyo a la economía campesina que propicie la producción a tres de las rutas de comercialización. Los campesinos que participan en la asociación cultivan principalmente variedades pertenecientes a las razas pira, andaquí, clavo,

sabanero y ocasionalmente puya grande. Estos Campesinos cultivan no solamente maíz sino también otros productos y consumen parte de lo que producen. El maíz es utilizado para la elaboración de arepas, envueltos, chicha, gofios, hallacas, tortas, sopas, aceites y alimento para animales. Estos campesinos no sólo tienen una relación material con el maíz sino simbólica, desde la estructuración de mitos, festividades y rituales alrededor del maíz. Adicionalmente, guardan las semillas y hay una trasmisión oral de los diferentes tipos de maíz, sus propiedades y usos.

Como iniciativa paralela surge en la finca la Cosmopolita<sup>5</sup>, que dedicó una extensión como fundación para el apoyo de campesinos del Meta que utilizan variedades tradicionales. Este actor hace énfasis en las prácticas de manejo de los sistemas agropecuarios tropicales de producción orgánica sostenible. Establecen sistemas agrícolas de producción tropical sostenible bajo un enfoque sistémico, en los que se cultivan los principales frutales, granos, tubérculos, legumbres y medicinales del trópico húmedo.

Los destinos productivos están centrados en el procesamiento, autoconsumo y comercialización de la mayoría de productos agrícolas y pecuarios, como en mermeladas, jaleas, vinos, manjares, jugos, ariquipes y productos medicinales. Ofrecen capacitaciones prácticas en tecnología apropiada y la elaboración de abonos orgánicos, lombricultura, sistemas agroforestales y silvopastoriles, piscicultura, procesamiento de frutales, granos, tubérculos, plantas medicinales, leche y cárnicos. Tiene una línea emergente que corresponde a la fundación, responsable de generar procesos locales y regionales de desarrollo a través del seguimiento, la socialización de los conocimientos y la difusión de experiencias productivas, de conservación y protección de la vida allí donde habita la gente.

Esta es una iniciativa que pone en la práctica conceptos de la agroecología en la búsqueda de interacciones con los ecosistemas que permitan la producción pero que no alteren la función de los ecosistemas. La fundación centra su concepción del desarrollo en la persona como actor que transforma lo rural y tiene una finca en el municipio de Cumaral, en el cual se cultivan diferentes productos agrícolas desde una perspectiva integral y holística.

Este actor capacita a los campesinos en el cuidado de las semillas y en las posibles afectaciones que traerían las semillas modificadas genéticamente para sus cultivos. Busca recuperar el significado místico, sagrado, cultural y de expresión de libertad, soberanía y vida que la semilla ha tenido desde hace miles de años en los pueblos ancestrales.

Este actor considera que las semillas de maíz tienen agencia en sí mismas por ser la expresión cultural de un pueblo que propicia la convivencia, la hermandad y la

---

<sup>5</sup> La descripción de este actor se hace con base a la información recolectada en las entrevistas y en la ponencia dada por este actor en la en el Foro Internacional el Agro en el Posconflicto realizado del 5 al 6 de Junio del 2015

comunicación entre las familias y comunidades, esto debido a que alrededor de ellas surgen las ceremonias, actos religiosos e intercambios de conocimientos. Desde este punto de vista considera la empresas que comercializan biotecnología desconocen la precedencia, desarrollo e incidencia que han tenido las culturales ancestrales en la mejora de las variedades, para llegar a apropiarse de ellas bajo argumentos técnicos ajenos a una ética social e histórica propia del territorio.

## **5.6 Empresas comercializadoras de semillas <sup>6</sup>**

Las empresas comercializadoras de semillas, que hicieron parte del Programa Nacional de Investigación, Desarrollo y Fomento del Cultivo del Maíz Tecnificado en Colombia (2005-2020), llegan a comercializar sus semillas en el Departamento del Meta a partir de la aprobación del ICA en el año 2007.

Monsanto llega al Departamento a través de la colaboración con la empresa Llanogral S.A.S para la comercialización de sus productos. Esta empresa vende paquetes tecnológicos mixtos a los agricultores para las semillas producidas por Monsanto, ya sean híbridas o transgénicas (Bt, RR y VT2P, la última desde el 2015). Por otra parte, los insumos agroquímicos que venden son los producidos por la empresa Syngenta, que tienen los menores costos y el mejor desempeño según los agricultores. Esta empresa comercializa productos en el Ariari y Puerto López, con variedades y estrategias comerciales diferenciadas para la promoción de sus productos. En Puerto López, donde hay aproximadamente 16 productores, hace contacto directo con cada uno de ellos. En el Ariari, con más de 200 productores, busca actores estratégicos que tengan influencia sobre los demás agricultores, es decir que busca personas que propagan la información y contribuyen a la formación de opinión para la difusión de las innovaciones.

Monsanto representada por Llanogral en el Meta, manifestó las siguientes estrategias: los agricultores puedan tener un contrato Forward que les permita tener cierta seguridad en las inversiones que van a realizar para el cultivo. Gran parte de los contratos se hacen con la empresa Alimentos Polar que produce concentrados y harinas destinados al consumo y animal. Adicionalmente, son comercializados a otras empresas harineras del interior del país que, al igual que Polar, producen harinas que van a sectores de consumo tanto humano como animal.

Como parte de las estrategias de mercado encontradas en las encuestas está que las empresas, cuando llegan a un territorio, compran las cosechas de los campesinos a buen

---

<sup>6</sup> La descripción de los actores en esta sección, se hace con base a la información recolectada en las entrevistas hechas a cada uno de ellos.

precio en el mercado, pidiendo que en la próxima cosecha utilicen cierto tipo de semillas. De esta forma, la estrategia de llegada a los agricultores está dada por tener un posicionamiento de intermediario en la comercialización, posteriormente se asume el rol de vendedores de productos de paquetes tecnológicos. Así, se evidencia que la estrategia de llegada a los agricultores no está dada por la tecnología en si misma sino por una estrategia de tipo social que está dada por asumir una posición dentro de la red de comercialización.

Los productos que vende esta empresa están centrados en maíces amarillos y blancos, por lo que no se consideran otros colores o variedades. En la altillanura se tienden a sembrar maíces blancos (híbridos como OVM) que son comprados por Alimentos Polar y el maíz amarillo entra en las cadenas productivas para alimentar diferentes tipos de animales. Para Ariari suele ser más utilizado el maíz amarillo que está destinado a concentrados.

Estas empresas presentan problemáticas en la comercialización de sus productos dados los precios de venta del producto, la competencia que tienen estos productos con los que se producen en Argentina y Brasil, la falta de incentivo a los agricultores y la variación en algunas políticas provenientes de FENALCE.

En el caso de Dupont-Pionner la empresa funciona desde Bogotá y tiene funcionarios haciendo labores dentro del Departamento del Meta, pero no tiene una sede en la cual se den las dinámicas de la empresa. Maneja tipos de semillas según las agroregiones en las cuales se cultivan (altillanura, piedemonte y la vega del Rio Ariari). Esta empresa sólo ofrece sus semillas de forma directa a los agricultores, pero no comercializa insumos químicos para la producción en los cultivos. Las semillas que comercializa son híbridos convencionales de maíz amarillo-blanco y amarillo. En cuanto a las semillas transgénicas comercializan las semillas Hércules, que fueron desarrolladas por la Dow Agroscience, y las semillas RR que lo fueron por Monsanto.

Estas semillas son producidas en países cercanos, especialmente en Brasil y Argentina, luego son traídas a Colombia y las variedades que tienen mejores rendimientos son presentadas al ICA y al INVIMA para su certificación. Luego de esto se lleva a los agricultores y se observa el desarrollo los cultivos y las ventajas que tienen. Dupont-Pionner para el año 2015 tuvo como principal estrategia el mantenimiento de los precios a pesar de los cambios en precio del dólar, esto se debió principalmente a que las otras dos empresas presentaron eventos nuevos y esta empresa permanece con los mismos productos.

La empresa colabora con el CIAT en la recolección de larvas que permitan estimar la resistencia de los insectos a estos cultivos. Así mismo, colabora con empresas como Maraibo y Dylas que son compradoras de los productos y los distribuyen. Las variedades de color amarillo son compradas para producir harinas por empresas como Masapan y el amarillo y para la generación de concentrados por Itacol. En la altillanura la Fazenda compra maíces híbridos para la producción pecuaria. Adicionalmente, a los actores claves que no utilizan sus productos les llevan bolsas con el maíz para que lo prueben.

Por otra parte, las empresas visualizan como problemática que se deban generar nuevas variedades en periodos de tiempo cada vez más cortos, lo que genera un sobrecosto en la producción de estas semillas y afectan directamente el precio al cual se les vende a los agricultores. Adicionalmente, la empresa visualiza que los precios en el mercado, las sequias, fallas en la tecnología generan dificultades en la traducción de sus propósitos como empresa.

## 5.7 Distribución de los agricultores que cultivan maíz transgénico

De acuerdo a los datos reportados por el ICA en el primer semestre del 2014 la empresa que sembró un mayor número de hectáreas es Monsanto con un total de 79,753 ha que se encuentra presente en la mayor parte de los municipios; luego sigue Syngenta, que no siembra en el mismo número de municipios, pero sí siembra una área similar a Monsanto con un total de 72,440 ha (Tabla, 5-1). Sin embargo, Syngenta tiene un número menor de agricultores (57) mientras Monsanto (183) y Dupont-Pionner (158). Esto indica que los agricultores en los que se enfoca Syngenta son grandes propietarios de tierra (principalmente de la Altillanura), con una estrategia de venta personal con los grandes propietarios mientras que las otras dos empresas hacen uso de los intermediarios para llegar a nuevos compradores.

Otro factor relevante es la forma en que Monsanto tiene sectores del Departamento en los cuales les vendió de forma exclusiva, mientras que en la mayor parte de los casos las ventas de Syngenta y de Dupont-Pionner coinciden, lo que aumenta el grado de competencia entre estas empresas (Tabla 5.1). Por otra parte, esto muestra que Dupont-Pionner ha tenido que implementar nuevas estrategias de venta y mantener los costos de las semillas, para ser competitivo con las otras empresas.

**Tabla 5-1.** Número de hectáreas que sembraron Dupont-Pionner, Monsanto y Syngenta en cada municipio en el 2014.

	MONSANTO	PIONNER	SYNGENTA	Total general
ACACIAS	2			2
CABUYARO	2120			2120
CASTILLA LA NUEVA	1620			1620
CUMARAL	837			837

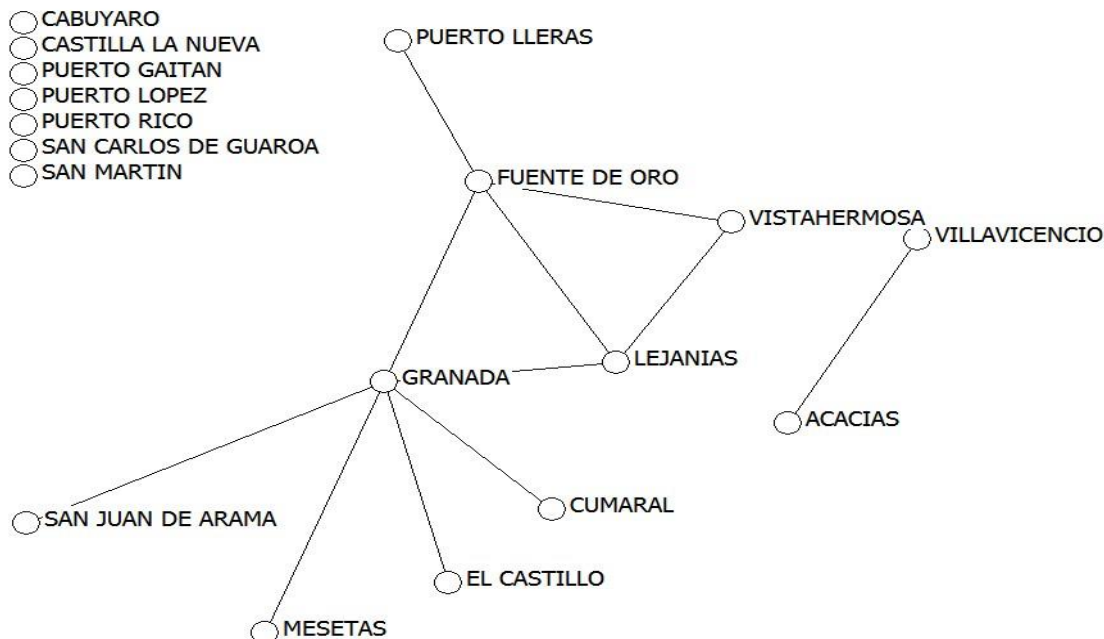
EL CASTILLO	6345		2100	8445
FUENTE DE ORO	4679	581.4	33550	38810.4
GRANADA	11828	1447	18690	31965
LEJANIAS	411	44		455
MESETAS			3300	3300
PUERTO GAITAN	1651			1651
PUERTO LLERAS		168.1	3500	3668.1
PUERTO LOPEZ	15925			15925
PUERTO RICO			300	300
SAN CARLOS DE GUAROA	958			958
SAN JUAN DE ARAMA	1395	45.5	3800	5240.5
SAN MARTIN	10035	21.4		10056.4
VILLAVICENCIO	18005		4800	22805
VISTA HERMOSA	3942		2400	6342
Total general	79753	2307.4	72440	154500.4

Por otra parte, al observar los municipios que se vinculan por tener propietarios en común (figura 5-2) resulta que el foco de las difusiones a través de los agricultores está principalmente en Granada, siendo el nodo con mayor número de vínculos y que intermedia el sistema. Así mismo, municipios cercanos como Vista Hermosa y Fuentedeoro tienen también un papel relevante en la difusión en el Departamento. De esta forma, como se mencionó, las empresas utilizan este municipio para llevar ferias agrícolas y generar cultivos que promocionen sus semillas.

Se observa que los municipios con una alta concentración del uso de la tierra, en los cuales hay pocos propietarios, se encuentran aislados del resto del sistema como es el caso de Puerto López y Puerto Gaitán. Esto indica que estos actores ejercen procesos locales sobre su agro-región y no han buscado expandir sus cultivos a nuevos agro ecosistemas dentro del Departamento. Esto está vinculado con el uso de tecnologías que son propicias sólo para esta zona, como lo son diferentes maquinas que funcionan de forma óptima en zonas planas.

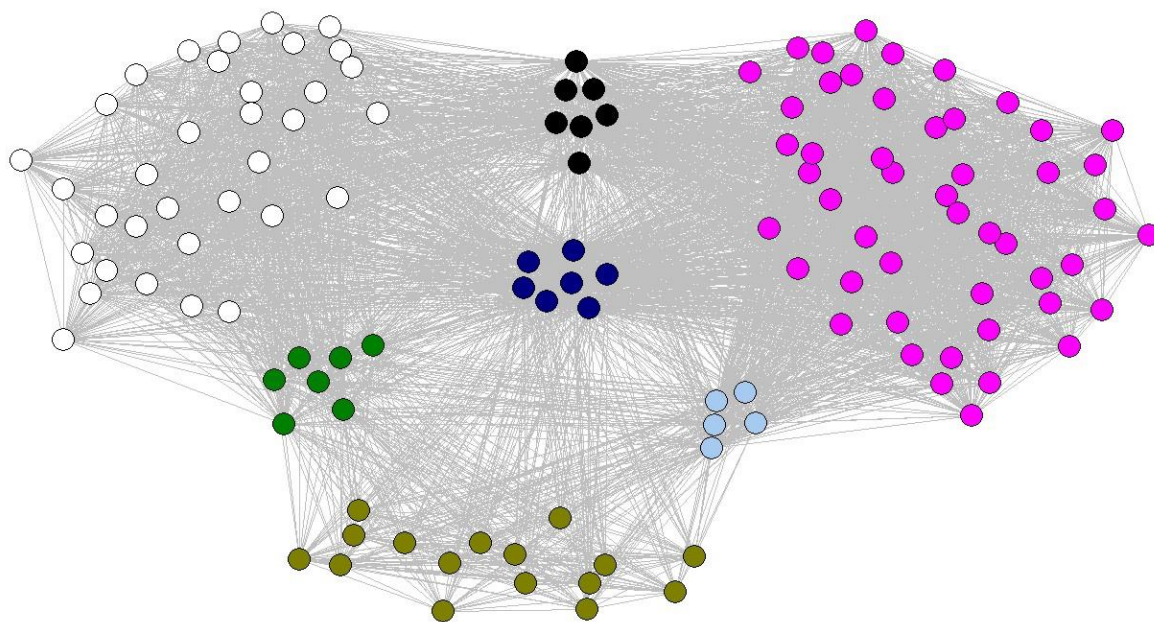
**Figura 5-2.** Grafo de los municipios vinculados por tener agricultores en común.





Si observamos este fenómeno en las veredas vinculadas por comprar a una misma empresa, las empresas hacen presencia de forma exclusiva en las veredas (Figura 5-3). Esto denota la importancia de los fenómenos locales en los cuales se está dando la difusión de este tipo de semillas, en los cuales una comunidad considera que un tipo de semilla es más o menos conveniente, tomando un papel importante los aspectos sociales compitiendo con los concernientes a la tecnología transgénica. La (Figura 5-3) nos muestra que la mayor parte de los nodos no se encuentran compartidos por dos empresas o las tres sino son de uso exclusivo de cada una de estas empresas.

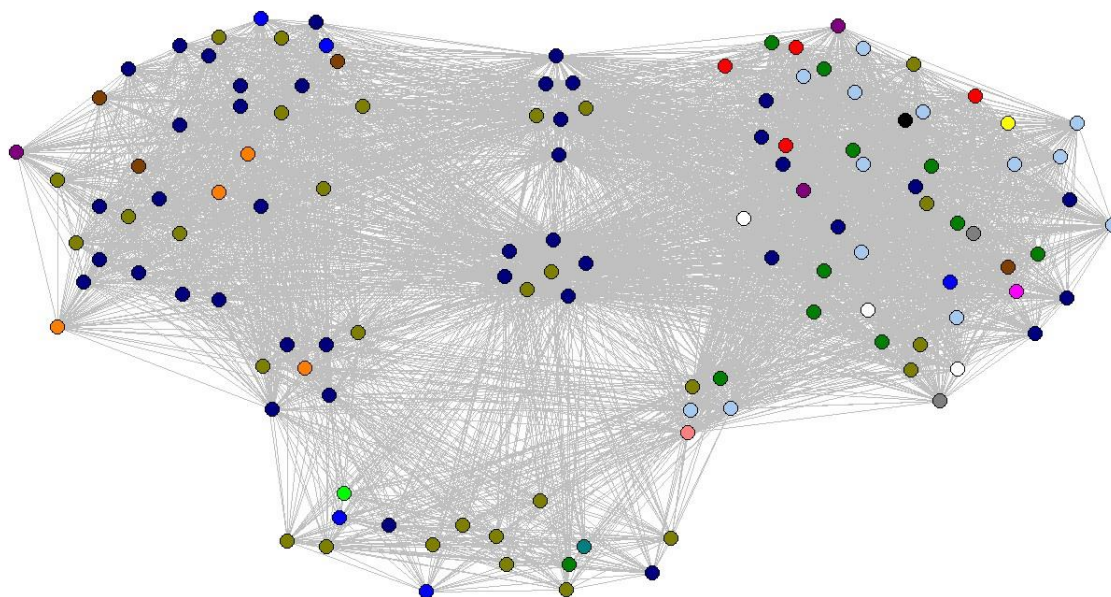
**Figura 5-3.** Grafo de las veredas vinculadas porque sus agricultores le comprar a una misma empresa. En color rosado las veredas que le comprar a Monsanto, en blanco Dupont-Pionner, en verde café claro Syngenta. Los nodos en medio de estos dos grupos indican que le comprar a las dos empresas y los nodos del centro que comprar a una sola empresa.



Sin embargo, si observamos los grupos de nodos, la mayor parte de los nodos o veredas no pertenece a un mismo municipio sino a diferentes (Figura 5-4). Esto muestra que la estrategia de las empresas no está centrada en la unidad como municipio sino en las veredas, debido a las grandes extensiones de tierra que abarca cada municipio, lo que sugiere que no se puede adoptar una sola estrategia de comercialización por municipio dada su heterogeneidad (Figura 5-4).

Es de resaltar que la mayor parte de veredas que compran a dos o tres empresas diferentes son de Granada y Fuente de Oro, los municipios donde ocurre la mayor parte de la competencia por parte de las empresas (figura 5-4). Estos municipios son de interés para las empresas dado que los agricultores que se encuentran en ellos pueden difundir a otros municipios y veredas sus preferencias.

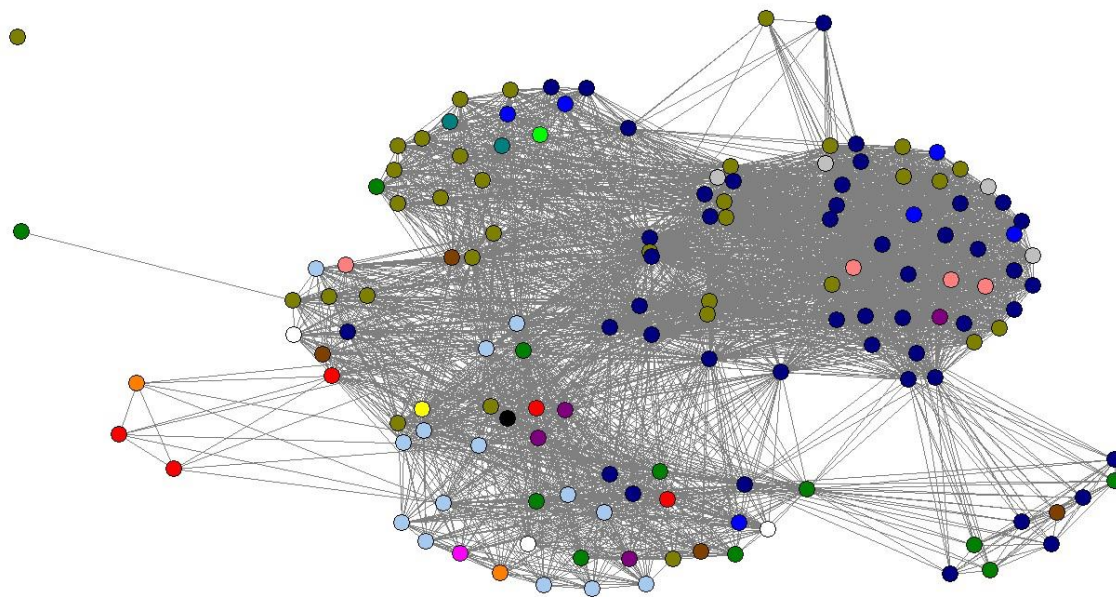
**Figura 5-4.** Grafo de las veredas vinculadas porque sus agricultores le compran a una misma empresa. El color indica los municipios.



Por otra parte, la red de veredas que están vinculadas por usar una misma variedad de semillas OVM, mostró la generación de clusters. Sin embargo, estos no corresponden o están asociados con la distribución en el espacio (Figura 5-5) o en los municipios, ya que uno de los argumentos de las empresas es que cada agroregión requiere de un tipo de variedad que potencie sus beneficios. Lo que se observa es que el número de variedades es impulsado por características del mercado y la disponibilidad de las mismas para ser vendidas.

Estas variedades encontradas en el Departamento corresponden a las tecnologías RR, Bt, Herculex y Yieldgard y cada una de ellas genera clusters asociados a las estrategias de difusión locales. Sin embargo, éstas no se encuentran ordenadas dadas las condiciones de las agro-regiones sino por mecanismos del mercado: como la inclusión de semillas que requieren un menor número de insumos tecnológicos o prácticas en los lugares en que no se han usado y la inclusión de nuevas variedades en lugares donde ya se han utilizado.

**Figura 5-5.** Grafo de las veredas en el Departamento del Meta vinculadas por utilizar una misma variedad de semillas. En color indica que dos veredas pertenecen a un mismo municipio.

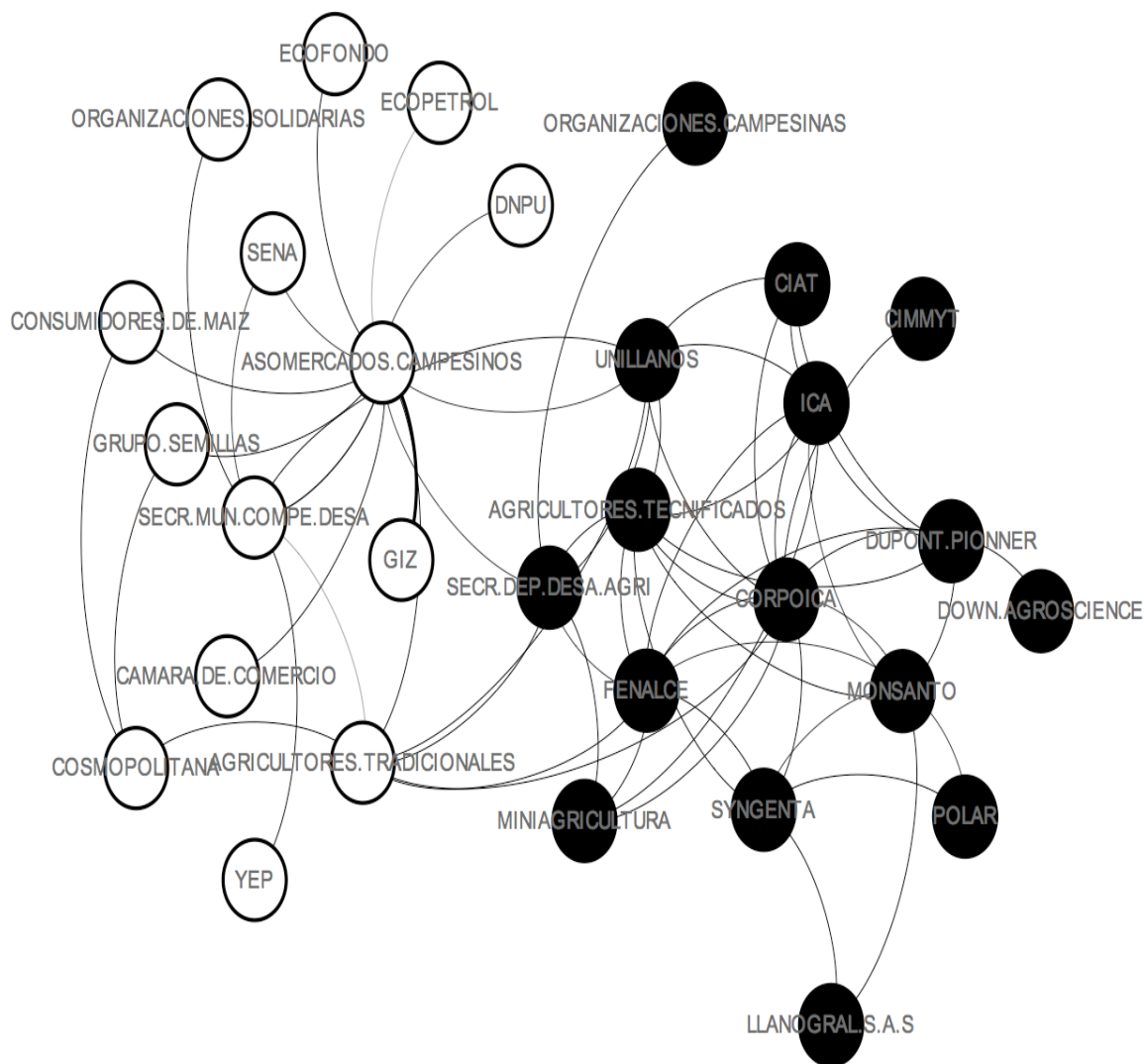


## 5.8. Red de actores que participan en la producción y difusión de semillas de maíz

Se tomaron los actores encontrados dentro del Departamento del Meta y se trazaron las relaciones a partir de las colaboraciones que se dan entre ellos. En este sentido se encontraron dos grupos de actores. El primero de ellos conformado por aquellos que están interesados en el desarrollo del maíz a través de aspectos tecno científicos y apoyan la llegada de las semillas transgénicas. El segundo de ellos está interesado en el desarrollo de las variedades criollos y de los conocimientos tradicionales (Figura 5-6).

Se establece que un actor a través del cual fluye mayor información y establece un mayor número de conexiones es la Asociación de Mercados Campesinos, ésta es un eje clave para los agricultores tradicionales y las semillas que usan. Así mismo, para los actores interesados en el conocimiento tecno científico CORPOICA cumple un papel importante en la traducción de estos intereses (Tabla 5-2). Adicionalmente, la Universidad de los Llanos y la Secretaria Departamental de Desarrollo Agrícola son los principales intermediarios en el sistema. Sin embargo, sus intereses están más relacionados con la visión de desarrollo centrado en la inclusión de dinámicas agrícolas al mercado a través del uso de tecnologías que en la conservación de variedades tradicionales.

**Figura 5-6.** Grafo de la red de actores, los vínculos se establecen a partir de las relaciones que se evidenciaron en las entrevistas.



La red presenta una baja densidad (0,147) y una centralización de grado (0,286). Este sistema presenta dos módulos definidos que corresponden a dos sectores que tienen perspectivas de desarrollo diferentes. El sistema presenta un grado considerable de intermediación (0,40) y autovector (0,45). Esto demuestra por una parte que fluye información y discursos dentro de los actores que buscan enrolar a otros actores para traducir sus intereses. Por otra parte muestra que los actores buscan aliarse con actores que estén bien conectados dentro del sistema, esto permite que sus intereses tengan mayor alcance. El sistema tiene un coeficiente de clusterización (0,489) que permite inferir la generación de agrupación que a través de su vinculación generan dinámicas para traducir sus intereses y tener una mayor injerencia sobre otros actores.

**Tabla 5-2.** Centralidad de grado, intermediación y autovector.

<b>Actores</b>	<b>Centralidad de grado</b>	<b>Centraliad autovector</b>	<b>Cetralidad intermediación</b>
ASOMERCADOS CAMPESINOS	0.414	0.144	44.54
CORPOICA	0.379	0.39	17.465
FENALCE	0.31	0.353	9.484
AGRICULTORES TECNIFICADOS	0.276	0.337	7.065
ICA	0.276	0.328	3.153
MONSANTO	0.276	0.293	7.92
UNILLANOS	0.276	0.275	20.866
AGRICULTORES TRADICIONALES	0.241	0.218	17.643
DUPONT PIONNER	0.241	0.275	7.245
SECR DEP DESA AGRI	0.241	0.221	15.438
SECR MUN COMPE DESA	0.207	0.1	15.125
SYNGENTA	0.207	0.218	5.319
CIAT	0.138	0.182	0.908
MINIAGRICULTURA	0.138	0.185	0.32
COSMOPOLITANA	0.103	0.039	1.524
CONSUMIDORES DE MAIZ	0.069	0.026	0.554
GRUPO SEMILLAS	0.069	0.026	0.554
LLANOGRAL S A S	0.069	0.073	0
POLAR	0.069	0.073	0
SENA	0.069	0.035	0
CAMARA DE COMERCIO	0.034	0.021	0
CIMMYT	0.034	0.056	0



DNPU	0.034	0.021	0
DOWN AGROSCIENCE	0.034	0.039	0
ECOFONDO	0.034	0.021	0
ECOPETROL	0.034	0.021	0
GIZ	0.034	0.021	0
ORGANIZACIONES CAMPESINAS	0.034	0.032	0
ORGANIZACIONES SOLIDARIAS	0.034	0.014	0
YEP	0.034	0.014	0

Con el fin de esclarecer las tensiones que se dan dentro del sistema se hace un análisis desde la Sociología de la Traducción (ST) de los actores en los cuales existe o se genera alguna tensión dentro del sistema y dentro de los cuales se construyen alianzas. Las narrativas de los actores se construyen a partir de la información recolectada en las entrevistas a dichos actores, a partir de éstas se organizan en los movimientos esenciales de la ST: problematizar, interesar, enrolar y movilizar, mostrando tensiones que se generan en torno al uso de diferentes variedades de maíz.

En este contexto, los grupos de actores que se han establecido (Figura, 5-6) muestran las tensiones que se dan dentro del territorio y el conjunto de relaciones que se construyen para traducir los intereses de cada perspectiva de desarrollo (Tabla 5-3). En este contexto las formas de naturaleza toman relevancia en los discursos que se establecen en el territorio por una parte los actores que intentan implementar un modelo de desarrollo centrado en la tecnología científica y en las dinámicas globales del mercado.

**Tabla 5-3.** Movimientos esenciales de la sociología de la traducción: problematizar,

interesar, enrolar y movilizar.

<b>Traducción de actores</b>	<b>Problematizar</b>	<b>Interesar</b>	<b>Enrolar</b>	<b>Movilizar</b>
<b>Empresas productoras de variedades transgénicas</b>	Para estos actores el Maíz permite mitigar los problemas del hambre al aumentar la productividad de los agricultores y sus ingresos. Plantean la importancia de la tecnología OVM como solución agrícola en un evento de calentamiento global. El agricultor debe acceder a nuevas tecnologías y conocimientos.	Son actores que interesan a los agricultores a través de mayores estándares de semillas por hectárea, a pesar, de que las semillas tienen mayor costo aseguran que se necesitan menos insumos químicos. Así mismo, este actor interesa a los agricultores en sus semillas a través de mayores márgenes de ganancias y rutas de comercialización de sus productos.	Integran a sus actividades a actores académicos, instituciones como CORPOICA e ICA, que le permiten aumentar su prestigio a través de discursos tecno-científicos.	Hacen jornadas para mostrar sus productos ya sembrados. A través del ICA hacen jornadas de capacitación sobre el uso de sus productos. Adicionalmente, a través de actores académicos ratifican sus discursos en diferentes escenarios que les dan un marco de acción y legitimidad. Trazan alianzas con instituciones y centros de investigación en biotecnología.
<b>Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)</b>	El maíz es visto como una oportunidad para mitigar las necesidades de nuevas opciones productivas para los agricultores, que permitan garantizar la seguridad alimentaria	Capacitar antes del inicio de los cultivos de maíz en los siguientes aspectos: establecimiento de esquemas de refugios (zonas que rodean al cultivo con maíz no modificado genéticamente), monitoreo al desarrollo de	Cada una de las empresas comercializadoras de semillas, debe entregar un listado con las nuevas variedades y con los clientes que harán uso de estas. Con esta información se capacita a los agricultores y se	Supervisar el cumplimiento del plan de manejo. Solicitar al agricultor la cantidad de semilla utilizada, con sus respectivos sobrantes si es del caso. Realizar con los agricultores y asistentes



		posible resistencia por especie plaga objetivo, manejo de malezas y aislamiento.	les hace un control y seguimiento durante el cultivo.	técnicos reuniones de evaluación cada mes durante el cultivo, con el objeto de verificar el cumplimiento del plan, resolver dudas y revisar los reportes de control deficientes. Entregar a los agricultores de maíz genéticamente modificado material con información técnica sobre el manejo agronómico.
<b>Secretarías Departamentales y Municipales.</b>	Se debe brindar ayuda a la población vulnerable, fortalecimiento de cadenas productivas, mujeres rurales, seguridad alimentaria y asistencia técnica. Adicionalmente, la generación de grandes plataformas agro-industriales que aumenten la productividad de los agricultores.	Fortalecimiento a pequeños y medianos productores. A través de la capacitación de los agricultores en aspectos concernientes en la producción y la comercialización de sus productos. Importación de nuevas tecnologías para los grandes productores, buscando la unión de estos a cadenas productivas.	Se asocia con los mercados campesinos y con las instituciones educativas como el SENA o la Universidad de los Llanos para capacitar a los agricultores. Adicionalmente, busca aliados a nivel nacional tanto del sector público o privado que inviertan en las plataformas de producción agrícola	La búsqueda de la unión de pequeños campesinos a través de las zonas de interés de desarrollo agrícola y económico. Articular los esfuerzos con medianos y pequeños agricultores con las plataformas de los empresarios a través de los agronegocios. Para esto se hace una transición de formas tradicionales de

				conocimiento a técnico a todas las escalas de los agricultores
<b>Agricultores de Cultivos Transgénicos</b>	El maíz es un medio que permite generar ingresos, tiene un sentido material para este actor. Para esto debe disminuir los costos en agroquímicos y sembrar un mayor número de individuos por hectárea.	Están interesados principalmente en aumentar los márgenes de ganancias a través de la inclusión de tecnologías. Disminuyendo los costos de producción y asegurando o aumentando los canales de comercialización de sus productos. Para esto generan cadenas productivas que les permitan generar valor agregado a sus productos.	Busca el apoyo de subsidios tanto del sector público como privado a través de contratos forward o créditos del estado. Adicionalmente, busca disminuir los costos en semillas y aumentar sus beneficios para esto mantiene un contacto constante con las diferentes empresas.	Generación de negocios estables que permitan obtener el mayor margen de ganancias. Para esto implementa tecnologías que van desde la producción hasta el guardar lo producido cuando estén mejor los precios. Adicionalmente, la implementación de negocios seguros con empresas como polar que garantizan la compra del producto
<b>Agricultores de Cultivos Tradicionales</b>	El maíz hace parte de la variedad de productos que siembra el agricultor. Este tiene un significado tanto material desde los ingresos económicos o el alimento que proporciona al hogar. También tiene un carácter simbólico al estar	Están interesados en la conservación de semillas que se acoplen tanto a otras variedades vegetales que siembran como a sus prácticas culturales. Adicionalmente, buscan canales que les permitan la comercialización. Están interesados en recibir	Se unen ha actores como los mercados campesinos o la finca Cosmopolitana que les permiten vender sus productos ya sean en sus formas primarias o procesadas. Así mismo, en las festividades tradicionales de los municipios logran	Siembran diferentes variedades de maíz las cuales son utilizadas para el autoconsumo, intercambio y la comercialización. Venta de productos en mercados campesinos y en festividades de la región.

	relacionado con las festividades. El maíz es un medio de supervivencia pero al mismo tiempo una práctica que tiene un sentido existencial para el campesino	subsídios que les permitan acceder a los insumos para cultivar.	comercializar e intercambiar productos que les permiten seguir cultivando	
<b>Asociación de mercados Campesinos</b>	El problema de la permanencia de las semillas está dado por la carencia de rutas de comercialización y el aprovechamiento de los intermediarios. La conservación de las semillas se hace a través de su uso, de esta forma generar rutas en el mercado y el conocimiento de productos permite su persistencia.	Se interesa en la conservación no solo de las semillas sino de sus prácticas ancestrales asociadas. Así mismo, le interesa la producción limpia de productos químicos y la integración de diferentes elementos en las fincas. Se preocupa porque los agricultores generen sus asociaciones que les permitan intercambiar saberes y promover espacios de comercio.	Este actor busca la colaboración de actores gubernamentales, académicos y privados. Estos permiten generar las plataformas de comercialización. Adicionalmente, a través de talleres buscan vincular a los actores con la reivindicación del campesino y el cuidado de sus semillas	Realiza el mercado campesino en diferentes municipios y cada 8 días en Villavicencio. A este mercado invita actores relevantes de sector académico nacional e internacional y personas de la alcaldía y la gobernación. Lo que genera un espacio de diálogo. así mismo, tiene un periódico de difusión que le permite transmitir su ideas.

<p><b>La Cosmopolitana centro Agroecológico</b></p>	<p>Las semillas de maíz tienen agencia en sí mismas al ser la expresión cultural de un pueblo que propicia la convivencia, la hermandad y la comunicación entre las familias y comunidades. Porque alrededor de ellas surgen las ceremonias, actos religiosos e intercambios de conocimientos.</p>	<p>Están interesados en la conservación de semillas a través de prácticas agroecológicas que permiten el intercambio y el uso de las mismas. Así mismo la comercialización de productos secundarios derivados del maíz que permitan tener un valor agregado para los agricultores</p>	<p>Busca generar relaciones con organizaciones sociales y académicas a nivel nacional e internacional que permitan intercambiar experiencias. Así mismo, hace trabajo con los agricultores para transformar sus fincas en sistemas agroecológicos.</p>	<p>Este centro recibe a diferentes grupos de académico, agricultores e interesados en conocer este sistema agroecológico. A través de talleres o visitas guiadas las personas pueden conocer el funcionamiento de la finca. Adicionalmente, en sus charlas resaltan aspectos sobre la conservación de las semillas nativas y su importancia en la alimentación de los pueblos latinoamericanos.</p>
<p><b>Universidad de los Llanos</b></p>	<p>El Maíz es un alimento que permita el desarrollo de los agricultores en el Departamento, de ahí la importancia de estudiar los suelos, variedades nativas y transgénicas, sus plagas y malezas y su productividad.</p>	<p>Este actor se interesa en la investigación en diferentes aspectos que están inmersos dentro del cultivo de maíz. De esta forma a través del conocimiento que se genera se pueden tomar decisiones sobre que sistemas agrícolas se deben implementar en las diferentes agro-regiones.</p>	<p>Dependiendo del enfoque que se maneje se asocian con entidades públicas o privadas que les permitan desarrollar sus líneas de investigación para esto vinculas estudiantes que a través de sus trabajos de grado generan insumos a estos cuerpos del conocimiento.</p>	<p>Este actor participa en eventos académicos y en socializaciones con los campesinos con el fin de difundir sus investigaciones. Establece algunos espacios de debate sobre las diferentes variedades que se encuentran disponibles en el Departamento. Parte de los conocimientos</p>

			Adicionalmente, vinculan a agricultores a los cuales se les hacen jornadas de capacitación y se estudian sus formas de cultivar	son implementados en las prácticas de los estudiantes y sus tesis.
<b>SENA</b>	El problema de la producción está centrado en problemas de índole técnico que desconocen los agricultores	Para este actor cobra importancia la capacitación de los agricultores en diferentes aspectos que están relacionados con la producción de productos agrícolas. Este actor centra sus intereses en la producción y comercialización de los productos	Este actor se asocia con universidades, agricultores y programas de las alcaldías para capacitar en diferentes aspectos técnicos de la producción. El programa de empaquetado y etiquetado de productos a tenido gran acogida por los agricultores. Es importante el apoyo de diferentes empresas que venden productos tecnológicos especialmente en maquinaria en el cual el SENA capacita a los agricultores	Este actor realiza capacitaciones a agricultores que se vinculan a programas de la institución. También capacita a agricultores en sus municipios a través de convenios y proyectos que plantean los diferentes municipios.
<b>CORPOICA</b>	Centran las problemáticas en aspectos relacionados con el incremento de la población, pobres y seguridad	Está interesado en mejorar las condiciones de los cultivos del maíz en las dos agroregiones del departamento. Estas	Este actor trabaja en conjunto con CIMMYT y CIAT en la implementación de tecnologías agrícolas que mejoren estos	Realiza visitas y brinda asesoramiento a agricultores principalmente en Puerto López y Puerto Gaitán en el manejo del

	<p>alimentaria, destrucción de los recursos naturales, cambio climático y la necesidad de energías renovables. De esta forma para mitigar estas problemáticas se requiere de la generación de cultivos más rentables para los agricultores y que permitan satisfacer la demanda de alimento que hagan al país competitivo dado los acuerdos internacionales firmados</p>	<p>investigaciones centrar principalmente el mejoramiento de suelos, ya que esporádicamente se ha abandonado el tema de mejora de semillas.</p>	<p>cultivos. De esta forma se vinculan algunos agricultores y algunos sectores públicos que están interesados en estas nuevas tecnologías.</p>	<p>suelo y rotación de cultivos que permitan tener cultivos transitorios para la producción de marranos, vacas y pollos.</p>
<p><b>FENALCE</b></p>	<p>La problemática de cultivos de maíz se centra en la falta de incentivos económicos que permitan la inclusión de tecnologías para aumentar la productividad.</p>	<p>Este gremio ha centrado sus intereses en mejorar las condiciones productivas de los agricultores de cereales aumentando su capacidad de competencia tanto a una escala nacional como internacional.</p>	<p>Este actor se asocia con el gobierno para pedir créditos que mitiguen los impactos de los tratados de libre comercio. Se asocia con el actores académicos, empresas transgénicas y CORPOICA para la transferencia de tecnologías a los agricultores</p>	<p>Brinda asesoría a los agricultores y visita en la región diferentes predios que permiten conocer la situación del agricultor. Adicionalmente, tiene un papel en la recomendación de los tipos de semilla y prácticas que se utilizan. Pretende "modernizar" a los agricultores para aumentar sus ganancias.</p>

## 5.9 Discusión

Este capítulo pone en contexto dos modelos de desarrollo que se dan en un territorio, dada sus conexiones locales, regionales y globales. De una parte tenemos el modelo de desarrollo moderno expresado en políticas públicas encaminadas al desarrollo tecnocientífico, a través de la generación y adopción de tecnologías promovidas por centros de investigación y empresas biotecnológicas. Esta visión de desarrollo conlleva a una forma de relación con la naturaleza en la cual ésta es interpretada como un "recurso" que es "limitado" y que tiene un valor "monetario" y está sujeta a ser poseída. Así mismo, esta visión supone que los deseos del "hombre" son "ilimitados" y que, dada la escasez de recursos, sólo pueden ser satisfechos a través de un sistema de mercado regulado por precios (Escobar, 1999). Esta visión, nos insta a pensar que la bondad de la vida, su "calidad", se mide en términos de productos materiales, de tal forma que los otros elementos de la cultura se desvanecen (Escobar, 1999).

Esta separación es uno de los aspectos esenciales de las sociedades modernas, incluso si, como Latour (1993) argumenta, esta división sólo ha hecho posible la proliferación de híbridos de la naturaleza y la cultura y de redes que los ligan de múltiples maneras. Por razones sociales y ecológicas, la acumulación de la naturaleza uniforme se está volviendo un obstáculo para la acumulación capitalista, debido a que su dinámica no es uniforme sino compleja. De esta manera, se ha hecho necesario empezar el proceso de acumulación de la naturaleza diversa "naturaleza flexible", si aceptamos que hay un isomorfismo entre la diversidad en el campo biológico y la flexibilidad en el campo social. Los discursos de desarrollo sostenible y biodiversidad son un reflejo de esta tendencia, como también lo es el argumento de que el capitalismo está entrando en una fase ecológica, en donde su forma moderna y destructiva coexistiría con una forma postmoderna conservacionista (O'Connor, 1993; Escobar, 1999).

Sin embargo, esta forma de desarrollo al carecer de un contexto social y cultural ha propiciado que los grupos locales entren en controversias con los proyectos del desarrollo o que estos se lleven a cabo no por la acción de las políticas encaminadas al desarrollo, sino como parte propia de la dinámica de estos grupos. Esto cuestiona la forma direccional y lineal en la que se hace política en la cual los "expertos en desarrollo" pretenden transformar el tercer mundo para desarrollar a estos pueblos (Long, 2007).

De esta forma, muchos movimientos indígenas, de afro-descendientes y de grupos rurales o urbanos con base territorial o comunal fuerte, a través de conocimientos y prácticas que se diferencian de las formas liberales, estatales y capitalistas de la Euro-modernidad apuntan a mundos postliberales y postcapitalistas; aunque aún no lleguen allí,

descomponen el orden epistémico de la política moderna basado en una visión que separa naturaleza y cultura, individuo y comunidad (Escobar, 2012).

Bajo esta perspectiva, es importante entender que las relaciones que se generan entre diferentes actores involucran el significado que construye cada actor sobre el otro. En este sentido, la problemática de la naturaleza también es una crisis de la identidad de la naturaleza. El significado de la naturaleza se ha transformado a través de la historia, de acuerdo con factores culturales, socioeconómicos y políticos. El hecho de que la naturaleza haya llegado a ser pensada de manera separada de la gente y producida a través del trabajo, por ejemplo, está relacionado con la visión de "Hombre" producida por el capitalismo y la modernidad (Escobar, 1999).

Con la mediación del trabajo, la "sociedad" emergió de la "naturaleza" produciendo lo que ha sido llamado una "segunda naturaleza", es decir el conjunto de instituciones sociales que regulan el intercambio de mercancías, incluyendo la(s) naturaleza(s) construida(s) por los seres humanos. La naturaleza se convirtió en un medio universal de producción a escala mundial. Con el desarrollo de la ciencia y de las máquinas, la naturaleza y la sociedad alcanzaron una unidad en la producción generalizada promovida por el capitalismo. La distinción entre primera y segunda naturaleza se tornó obsoleta una vez que la producción de la naturaleza se convirtió en la realidad dominante (Escobar, 1999). Más que nunca, lo natural es visto como un producto de lo social y se comienza a generalizar la creencia de que la biología está bajo control, la naturaleza desaparece y se convierte en el resultado de reinveniones constantes (Haraway, 1991).

En todo el mundo, la transformación de lo biológico está dando lugar a una gran variedad de formas de lo natural. Desde las selvas tropicales hasta los laboratorios de biotecnología avanzada, los recursos culturales y biológicos para la invención colectiva de naturalezas e identidades revelan un alto grado de heterogeneidad y desigualdad. Las naturalezas, como las identidades, pueden ser pensadas como híbridas y múltiples, incluso si el carácter de dichas hibridaciones cambia de lugar a lugar, así como de un conjunto de prácticas a otro. De hecho, los individuos y colectivos están hoy obligados a mantener diferentes naturalezas en tensión (Escobar, 1999).

Esta reinvenición está siendo promovida por ciencias tales como la biología molecular, programas de investigación como el Proyecto del Genoma Humano, y la nueva biotecnología. Estos cambios están determinando la desaparición final de nuestras nociones orgánicas de la vida. A pesar de los esfuerzos por situarse fuera de la historia, la ciencia es una pieza en el tráfico entre la naturaleza y la cultura. La biología es una de esas narrativas en la cual tanto los científicos como los organismos son actores en la fabricación de las historias (Haraway, 1991)

Cambios como la desnaturalización de las nociones de "organismo", "individuo", "especie", etc., nociones esenciales a la modernidad y sus ciencias, dan paso a una nueva entidad: el "ciborg". Los "ciborgs" son criaturas híbridas, mezclas de máquina y organismo, "tipos



particulares de máquinas y tipos particulares de organismos propios de finales del siglo XX". Al mismo tiempo, las fronteras entre naturaleza y cultura, y entre organismo y máquina, son redefinidas por fuerzas en las cuales los nuevos discursos de la ciencia juegan un papel muy importante. La naturaleza, los organismos y el humano deben ser reinterpretados; como actores "materiales-semióticos" (Haraway, 1991.) son construidos y se ven abocados a construirse a sí mismos en medio de muchas fuerzas contradictorias y potentes, incluyendo, entre otras, intereses científicos y comerciales -el capitalismo, la bioingeniería-, máquinas de múltiples propósitos -tecnologías de producción de imágenes del cuerpo, laboratorios científicos, computadores-, y producciones culturales de diverso tipo, incluyendo las narrativas de la ciencia (Haraway, 1992).

Es necesario agregar que esta forma postmoderna del capital ecológico depende no solamente de la conquista semiótica del territorio y de las comunidades, sino también de la conquista semiótica de los conocimientos locales. La biología moderna comienza a darse cuenta que los llamados "conocimientos tradicionales" pueden ser un complemento bien útil en la conquista científica de la biodiversidad. Los discursos sobre los conocimientos locales e indígenas, sin embargo, no respetan la lógica de dichos conocimientos. Por el contrario, juzgan, a la manera occidental, que estos conocimientos existen en "la mente" de algunas personas -Shamanes, ancianos, curanderos, etc.-, y que se refieren a "objetos" discretos -plantas y especies- , cuyo valor o "utilidad" médica, económica o científica será revelado por su poseedor al experto moderno que entra en diálogo con éste (Escobar, 1999).

Pocas veces se dan cuenta los expertos modernos que los conocimientos populares son complejas construcciones culturales que involucran no los objetos en sí. Sino los procesos que son profundamente históricos y relacionales. Por ejemplo, en la resistencia a los productos transgénicos y la mercantilización de la biodiversidad podemos ver igualmente una defensa del cuerpo, la naturaleza y la alimentación como prácticas de lugar, lejos de las prácticas normatizantes de la modernidad capitalista (Escobar, 1999).

Otra perspectiva de interés es que las semillas transgénicas no sólo hacen parte de un contexto científico centrado de forma reducida en el dinero sino que está inmersa en contextos ecosistémicos a través de los herbívoros que han construido relaciones coevolutivos con ellas. En este sentido, no sólo hay una transformación de la naturaleza desde la perspectiva de la especie, sino una transformación de las relaciones ecológicas y evolutivas que se han construido. De esta forma, la generación de criaturas híbridas pasa las fronteras del individuo u organismo para transformar las interacciones ecológicas generando así nuevas formas de relación dentro de la naturaleza misma. Este cambio implica una transformación no sólo de las relaciones ecológicas sino también de las humanas ya que el agricultor cambia el modo de relacionarse con los herbívoros de sus cultivos.

Por otra parte, el sistema muestra un papel escaso y ajeno de los consumidores que, por un lado, no tienen conocimiento de qué alimentos consumen y, por el otro, sólo son incluidos dentro de sus proyectos por la Asociación de Mercados Campesinos, quienes piensan en la protección a través del uso y el mercado. Esta perspectiva permite dilucidar la importancia de incluir a estos actores dentro de los contextos del uso de diferentes variedades, ya que el problema del hambre no sólo está en la producción de la comida sino en la conciencia sobre lo que se come.

Este contexto amplió el espectro desde la alimentación de lo que planteó Claude Lévi-Strauss en su libro *Lo crudo y lo cocido* (Lévi-Strauss, 1968), en el cual la invención de nuevas herramientas y formas de preparar la comida generan emergencias culturales en una sociedad. En este contexto, la inclusión de nuevas tecnologías supone en sí mismo un cambio en la forma en que se estructura lo rural y en las estructuras simbólicas que mantienen estas sociedades. De ahí la importancia de no sólo hacer un inventario de las semillas tradicionales en el país sino de incluir las estructuras simbólicas que se generan a partir de cada una de ellas.

Finalmente, este capítulo ilustra la forma en la cual se ven inmersas las tensiones locales dada la llegada de discursos de desarrollo representados en nuevas tecnologías, cuya inclusión no sólo depende de la regulación del Estado sino también de la estructuración de las interacciones que se construyen. Para esto los actores productores y comercializadores de semillas buscan enrolar a otros a través del mercado, utilizando no sólo estrategias de mercadeo para la venta de sus productos sino también la garantía de compra. En muchos casos estas empresas inicialmente compran la producción de maíz tradicional pero piden para el siguiente semestre que sus semillas sean cultivadas prometiendo mejores precios, esto permite enrolar a los campesinos en la transición a nuevas tecnologías financiadas típicamente con recursos del Estado. Esto supone la necesidad de fortalecer las rutas comerciales de las variedades tradicionales y éstas se deben dar a través de la conciencia sobre lo que se come.

## 6. Conclusiones Generales

De acuerdo con los objetivos específicos se dan las conclusiones de este trabajo. El primer objetivo plantea: “Establecer la estructura y la dinámica de la red de interacciones entre los actores institucionales (universidades, centros de investigación, instituciones y empresas privadas) que generan, producen y difunden las variedades de maíz mejoradas tecnológicamente”.

- Entre los principales actores involucrados en la generación de semillas mejoradas tecnológicamente se encuentran centros de investigación del cinturón del maíz en Estados Unidos. Así mismo, países como China y Alemania tienen instituciones en cada una de sus regiones con una fuerte influencia en estos temas.
- Las empresas que tienen mayor injerencia en la generación de las variedades mejoradas tecnológicamente se encuentran en los Estados Unidos, la mayor parte de ellas tienen una tradición en la generación de productos Químicos. Entre estos actores se encuentran Monsanto, Syngenta y Dupont-Pionner.
- El análisis sobre la estructura del sistema mostró que las investigaciones se encuentran influenciadas por los contextos regionales de cada uno de los países líderes en estas investigaciones. Estados Unidos influencia a América Latina, China influencia a Asia y Alemania a la Unión Europea. Esto genera que los intereses de estos países se vean realizados a través de la generación de conocimiento y el comercio en los países en que tienen influencia.
- La estructura mostró que los elementos centrales de las palabras clave utilizadas en los artículos relacionan aspectos de la tecnología y de la naturaleza (actores no-humanos), que influyen en las decisiones que toman los actores humanos (instituciones y empresas). En este sentido, los resultados muestran que la resistencia como fenómeno biológico que se da entre las plantas y los herbívoros es lo que permite a los humanos generar innovaciones, que a su vez son las que permiten que los negocios de las empresas se mantengan y desarrollen.
- La dinámica del sistema mostró que el sistema tecno-científico se auto organiza gracias a que la selectividad está dada por pequeñas asociaciones que traducen los

propósitos de los actores a través de las modificaciones sobre las semillas de maíz. En ese sentido, la preferencia en el sistema está asociada con una pequeña cantidad de instituciones y financiadores que generan la mayor parte de la producción sobre estas variedades. Así mismo, se muestra que el mercado del maíz es determinado por pocos países que tienen una amplia influencia sobre la dinámica del mercado, tanto en los precios como en los destinos de producción.

El segundo objetivo plantea: “Analizar cómo la estructura y la dinámica de la generación, producción y difusión de variedades de maíz han propiciado o impedido el uso de semillas tradicionales en Colombia”.

- En cuanto a los aspectos estructurales se encuentra que la colonización y la migración dentro del país, que han ocurrido desde la época precolombina, han tenido una fuerte influencia sobre la difusión y generación de variedades de maíz. Esto denota una relación fuerte entre los agricultores y sus semillas. Los agricultores no esperan adaptarse a las semillas que encuentran en el lugar al que migra sino que buscan adaptar sus semillas a los nuevos ambientes. Esto propicia procesos de hibridación entre las semillas que porta el campesino que migra y las variedades que se encuentran en los territorios que ocupa.
- La estructura muestra la pertinencia de lo local en la selección y el uso de variedades, con conexiones entre diferentes territorios debidas a que ellos comparten semillas, prácticas y usos. Es decir, se genera una red de conexiones que construye lo que se podría denominar una “sociedad de maíz” producto de los procesos históricos y culturales que se han dado en los diferentes agrosistemas del país.
- En cuanto a la dinámica, el análisis Multiplex muestra que las semillas comparten un gran número de características que les permite acceder al mercado. Este es el caso de características como el color y la consistencia que tienen gran importancia al momento en que las personas toman decisiones. En este sentido, aspectos de la dinámica muestran que existen características conservadas que permiten a los agricultores diversificar sus cultivos y generan múltiples opciones que no sólo se adaptan a las dinámicas locales del mercado sino también a las ecológicas, que terminan teniendo una trascendencia en los planos de uso que va desde lo material hasta lo ritual.
- En cuanto a la dinámica de difusión de características y de variedades en los municipios del país, ésta tiende a conservar un acervo de características que permiten diferentes usos de las semillas y que son esenciales no sólo para su

alimentación sino también como parte de un proceso cultural que nutre prácticas de las comunidades.

El tercer objetivo plantea: “Caracterizar las relaciones existentes entre los actores humanos y no-humanos en cuanto al uso de diferentes tipos de variedades de maíz en el Departamento del Meta”.

- Se encontró en la estructura de asociaciones dos modelos de desarrollo que se dan en el Departamento del Meta, que están relacionados con aspectos locales, nacionales y globales. Por una parte, el modelo del desarrollo moderno que tiene una visión de los actores no-humanos y les da una agencia de “recursos” que les permite satisfacer sus “necesidades”. Por otra parte, se observan modelos de desarrollo local que buscan a través de los conocimientos locales y las particularidades del territorio traducir sus propósitos que son tanto materiales como simbólicos. La visión de los actores no-humanos en este modelo es transversal a lo social y hace parte de una construcción histórica y simbólica.
- Los actores no-humanos tienen agencia en cuanto a las decisiones que toman los agricultores, las instituciones y las empresas productoras y comercializadoras de semillas, ya que estos influyen de forma directa la toma de decisiones en cuanto al uso de tecnologías y prácticas. Es decir, la dinámica propia del maíz en el ecosistema en el cual se cultiva determina las acciones de los actores humanos.
- La inclusión de nuevas tecnologías en un territorio supone, en sí misma, un cambio en la forma en que se estructura lo rural, tanto en aspectos materiales como en las estructuras simbólicas que mantienen estas sociedades. En este sentido, aspectos no-humanos (tecnologías) son precursores de cambios en las acciones que realizan los actores y así mismo transforman las relaciones que se dan con aspectos de los ecosistemas (actores no-humanos) donde ocurren.
- Las variedades transgénicas de maíz (actores no-humanos) interactúan con diferentes actores en un territorio. Entre estos actores se encuentran los herbívoros que han construido relaciones ecológicas con las variedades tradicionales. En este sentido, las transformaciones que están realizando los actores humanos en la naturaleza a través de la tecnología no sólo cambian la conformación de las plantas sino que generan transformaciones en elementos no-humanos como los ecosistemas, transformando las relaciones ecológicas y evolutivas que se han construido. De esta forma, la generación de variedades transgénicas pasa las fronteras del individuo u organismo para transformar las interacciones ecológicas, generando así nuevas formas de relación dentro de la

naturaleza misma. Este cambio implica una transformación no sólo de las relaciones ecológicas sino también de las humanas, ya que el agricultor cambia el modo de relacionarse con los organismos biológicos en sus cultivos.

- Las empresas multinacionales productoras de semillas híbridas y transgénicas de maíz utilizan como estrategia de difusión asumir la posición de intermediarios dentro del sistema de comercialización. Es así como la difusión no se da necesariamente por las bondades agrícolas de las semillas híbridas y transgénicas sino por los mecanismos que les permiten controlar los mercados mediante el enrolamiento de los agricultores y de distintos actores sociales a escalas local, regional e internacional. La manera como ellas interesan a los agricultores en sus semillas para enrolarlos y movilizarlos es garantizarles el acceso a mecanismos de financiación y a los mercados para sus productos, todo esto inmerso en la legitimidad que brindan las alianzas con instituciones del Estado. En este sentido, la difusión de los desarrollos biotecnológicos ofrecidos por las empresas multinacionales está soportada por innovaciones de mercado basadas en resultados de las ciencias sociales.
- La conservación de variedades tradicionales de maíz depende fuertemente de mecanismos de mercadeo y de comercialización que permitan que el cultivo de estas semillas compita con el de aquellas híbridas y transgénicas producidas por actores como las empresas multinacionales. Entre las diversas maneras para dar valor de uso a las variedades tradicionales de maíz están los valores culturales y naturales que tienen hoy en día.

## Bibliografía

Aczél, J., & Daróczy, Z. (1975). On measures of information and their characterizations. Volume 115. *Mathematics in Science and Engineering New York*.

Adamic, L. A., y Huberman, B. A. (2000). Power-law distribution of the World Wide Web. *Science*, 287 (5461), 2115-2115.

AGROBIO, (2010). Semillas de maíz Transgénico aprobadas por el ICA en Colombia.

Altieri, M. (2001). Biotecnología agrícola: mitos, riesgos ambientales y alternativas. *Ecología Política*, 21, 15-42.

Alvarez, A., & Lascano, C. E. (1987). Valor nutritivo de la sabana bien drenada de los Llanos Orientales de Colombia. *Pasturas tropicales*, 9(3), 9-17.

Amézquita, E. D. G. A. R. (1998). Hacia la sostenibilidad de los suelos en los Llanos Orientales de Colombia. In *Noveno Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, Paipa, Boyacá (Colombia), octubre* (Vol. 21).

Andrade, E. (2003). Los demonios de Darwin: semiótica y termodinámica de la evolución biológica. *Editorial Universidad Nacional de Colombia, Bogotá*.

Asturias, M. A. (2004). *Maíz, de alimento sagrado a negocio del hambre*. Acción Ecológica, Red para una América Latina Libre de Transgénicos.

Barabási, A. L., y Albert, R. (1999). Emergence of scaling in random networks. *Science*, 286(5439), 509-512.

Beltrán Torres, C. Y (2013). *Análisis de la red de actores involucrados en el uso actual del Mancozeb® en el municipio de Junín, Cundinamarca* (Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia).

Bereano, P., Kraus, F. (1999). "The politics of genetically engineered foods", *Loka Alert* 6:7, The Loka Institute, Washington, DC.

Benz, B.F. (1999). On the Origin, Evolution, and Dispersal of Maize. En *Pacific Latin America in Prehistory: The Evolution of Archaic and Formative Cultures*, editado por M. M. Blake, pp. 25-38. Washington State University Press, Pullman.

Beus, C. E. y R. E. Dunlap (1990). "Conventional versus alternative agriculture: the paradigmatic roots of the debate." *Rural Sociology* 55(4): 590-616.

Bowler, I. R. (1985). *Agriculture under the Common Agricultural Policy: a geography*. Manchester University Press.

Boyd. (2001). *Revue Française du Marketing*, 183-184 (3-4), pp. 41-51.

Braun, H. J., Atlin, G., & Payne, T. (2010). Multi-location testing as a tool to identify plant response to global climate change. *Climate change and crop production*. Wallingford, UK: CABI Publishers, 115-138.

Burgess, J., Clark, J., & Harrison, C. M. (2000). Knowledges in action: an actor network analysis of a wetland agri-environment scheme. *Ecological economics*, 35(1), 119-132.

Busch, L. (1978). On Understanding Understanding: Two Views of Communication. *Rural Sociology*.

Busch, L. (1980). Structure and negotiation in the agricultural sciences. *Rural Sociology*, 45(1), 26-48.

Callon, M. (1980). The state and technical innovation: a case study of the electrical vehicle in France. *Research policy*, 9(4), 358-376.

Callon, M., Law, J., & Rip, A. (1986). Mapping the dynamics of science and technology. *Book*.

Callon, M. (1986). Some elements of a sociology of translation: domestication of the scallops and the fishermen of St. Briec Bay. *Power, action, and belief: A new sociology of knowledge*, 32, 196-223.

Callon, M. (1987). Society in the making: the study of technology as a tool for sociological analysis. *The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technology*, 83-103.

Callon, M. (1990). Techno-economic networks and irreversibility. *The Sociological Review*, 38(S1), 132-161.

Callon, M., & Muniesa, F. (2005). Peripheral Vision Economic Markets as Calculative Collective

Callon, M., & Latour, B. (1992). Don't throw the baby out with the bath school! A reply to Collins and Yearley. *Science as practice and culture*, 343, 368.

Carballo, A. C. (2011). Soberanía Alimentaria y producción de alimentos en Argentina. *Seguridad y Soberanía Alimentaria*, 11.

Cardona, J. O. (2010). Análisis de diversidad genética de las razas colombianas de maíz a partir de datos Roberts et al. (1957) usando la estrategia Ward-MLM. *JOURNAL de CIENCIA y TECNOLOGIA AGRARIA*, 2, 199.



Castillo-Valero, J. S., & García-Cortijo, M. C. (2012). Integración del maíz en el mercado tras la reforma de la política agrícola común del 2003. *Agrociencia*, 46(8), 823-836.)

CEPAL. (2001). Reseña de Documentos sobre Desarrollo Ambiental Sustentable.

CONABIO. (2011). Base de datos del proyecto global "Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México". Octubre de 2010. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.

Constant, E. (1987). *The Social Construction of Technological Systems*, pp. 223-42. Bijker, W. Hughes, T. Pinch, T. MIT Press Cambridge, MA.

Cochrane, T. T., & Sánchez, L. F. (1981). Clima, paisaje y suelos de las sabanas tropicales de Suramérica. *Inverciencias*, 6, 239-243.

Cortés, C. L. (2001). Moral de mercado versus seguridad alimentaria: una aproximación desde la ética del bien común. *Acta bioethica*, 7(2), 233-248.

Diamond, J. (2002). Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. *Nature*, 418(6898), 700-707.

Dolmatoff, G. R. (1965). *Excavaciones arqueológicas en Puerto Hormiga (Departamento de Bolívar)* (Vol. 2). Universidad de los Andes.

Dolmatoff, G., y Dussan, A. (1974). Un sistema de agricultura prehistórica de los Llanos Orientales. *Revista Colombiana de antropología*, 17(2), 191-194.

Dorogovtsev, S. N., y Mendes, J. F. (2013). *Evolution of networks: From biological nets to the Internet and WWW*. Oxford University Press.

Doebblew, J., Stect, A., y Hubbardt, L. (1997). The evolution of apical dominance in maize.

Dowswell, C.D., Paliwal, R.L. y Cantrell, R.P. (1996). *Maize in the third world*. Boulder, CO, USA, Westview Press.

Doebley, J. (1990). Molecular evidence and the evolution of maize. *Economic Botany*, 44(3), 6-27.

Doebley, J. F., Goodman, M., & Stuber, C. W. (1984). Isoenzymatic variation in *zea* (Gramineae). *Systematic Botany*, 203-218.

Doebley, J., Goodman, M. M., & Stuber, C. W. (1987). Patterns of isozyme variation between maize and Mexican annual teosinte. *Economic Botany*, 41(2), 234-246.

Doebley, J., Stec, A., & Gustus, C. (1995). Teosinte branched1 and the origin of maize: evidence for epistasis and the evolution of dominance. *Genetics*, 141(1), 333.

Drăgulescu, A., & Yakovenko, V. M. (2001). Exponential and power-law probability distributions of wealth and income in the United Kingdom and the United States. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 299(1), 213-221.

Duque Gómez, L., Friede, J., & Uribe, J. J. (1963). Historia de Pereira. *Bogotá: Talleres Librería Voluntad*.

Escobar, A., y Escobar, A. (1998). *La invención del Tercer Mundo: construcción y deconstrucción del desarrollo*. Editorial Norma.

Escobar, A. (1999). *El final del salvaje: naturaleza, cultura y política en la antropología contemporánea*. Santafé de Bogotá: Cerec.

Escobar, A. (2011). Una minga para el posdesarrollo. *Signo y pensamiento*, 30(58), 278-284.

Food and Agriculture Organization of the United Nations, (1999). *Desnutrición en los países desarrollados*. Roma: Centro de Prensa FAO; 1999.

Food and Agriculture Organization of the United Nations, (2001). *El espectro de la malnutrición*. Roma: Centro de Prensa FAO

Fell, D. A., & Wagner, A. (2000). The small world of metabolism. *Nature biotechnology*, 18(11), 1121-1122.

Freeman, L. (2004). The development of social network analysis. *A Study in the Sociology of Science*. University of California

Fuller, D. Q., Allaby, R. G., y Stevens, C. (2010). Domestication as innovation: the entanglement of techniques, technology and chance in the domestication of cereal crops. *World Archaeology*, 42(1), 13-28.

Galinat, W.C. (1988). The origin of corn. In G.F. Sprague & J.W. Dudley, eds. *Corn and corn improvement*, 3rd ed., p. 1-31. Madison, WI, USA, American Society of Agronomy.

Gay, B. (2007). *How can innovation economics benefit from complex network analysis?* (No. 2007-12). Groupement de Recherches Economiques et Sociales.

Gepts, P. (2002). A comparison between crop domestication, classical plant breeding, and genetic engineering. *Crop Science*, 42(6), 1780-1790.

Gómez M. L. (2010). Diagnóstico sobre las condiciones de vida de las comunidades Sikuni de las riveras del Alto Río Tomo, Vichada. Universidad de Los Andes.

Granovetter, M. S. (1973). The strength of weak ties. *American journal of sociology*, 1360-1380.

- Gudeman, S., & Rivera, A. (1990). *Conversations in Colombia: the domestic economy in life and text*. Cambridge University Press.
- Gould, S. J. (2001). *Las piedras falaces de Marrakech: penúltimas reflexiones sobre historia natural*.
- Hall, B. H. (2004). *Innovation and diffusion* (No. w10212). National Bureau of Economic Research.
- Haraway, D. J. (1991). *Simians, cyborgs, and women: The reinvention of nature*. Routledge.
- Haraway, D. J. (1992). *The promises of monsters: A regenerative politics for inappropriate/d others* (pp. 295-337).
- Harlan, J. R. (1975). *Crops and man*. American Society of Agronomy. University of Illinois
- Hastorf, C. A., Whitehead, W. T., Bruno, M. C., & Wright, M. (2006). The movements of maize into middle horizon Tiwanaku, Bolivia. *Histories of maize: multidisciplinary approaches to the prehistory, linguistics, biogeography, domestication, and evolution of maize*, 429-448.
- Heffernan, W. D. y D. H. Constance (1994). "Transnational corporations and the globalization of the food system," in A. Bonanno, L. Busch, W. H. Friedland, L. Gouveia, and E. Mingone (eds.), *From Columbus to ConAgra*. Lawrence, Kansas: University of Kansas Press.
- Hernández, X. E. (1985). Zonas agrícolas de México. *Revista de Geografía Agrícola*, (3).
- Hill, J. H. (2001). Proto-Uto-Aztecan: A Community of Cultivators in Central Mexico?. *American Anthropologist*, 103(4), 913-934.
- Horn, S. P. (2006). Pre-Columbian Maize Agriculture in Costa Rica. *Histories of maize: multidisciplinary approaches to the prehistory, linguistics, biogeography, domestication, and evolution of maize*, 367.
- Hoyos, C. (1999). *Un modelo para investigación documental: guía teórico-práctica sobre construcción de Estados del Arte con importantes reflexiones sobre la investigación*. Señal Editora.
- Huckell, L. W. (2006). Ancient maize in the American Southwest. *Histories of Maize: Multidisciplinary Approaches to the Prehistory, Biogeography, Domestication, and Evolution of Maize*. Staller, JE, Tykot, RH and Benz, BF (eds). Elsevier, San Diego, CA, 97-107.
- Iltis, H. H. (1983). From teosinte to maize: the catastrophic sexual transmutation. *Science*, 222(4626), 886-894.

Iltis, H. H. (1988). Maize evolution and agricultural origins. In *International Symposium on Grass Systematics and Evolution, Washington, DC (USA), 27-31 Jul 1986*. Smithsonian Institution Press.

Jardón-Barbolla, L. (2015). De la evolución al valor de uso, ida y vuelta: exploraciones en la domesticación y diversificación de plantas. *INTERdisciplina*, 3(5).

Jarosz, L. (2000). Understanding agri-food networks as social relations. *Agriculture and human values*, 17(3), 279-283.

Kleinheisterkamp, I., y Häbich, G. (1985). Colombia: Estudio biológico y técnico. Vera, RR, y Seré, C. (Eds.), *Sistemas de Producción Pecuaria Extensiva: Brasil, Colombia, Venezuela*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), CA, Colombia, 213-278.

Juska, A., & Busch, L. (1994). The Production of Knowledge and the Production of Commodities: The Case of Rapeseed Technoscience1. *Rural Sociology*, 59(4), 581-597.

Labrecque, J., Charlebois, S., y Spiers, E. (2007). Can genetically modified foods be considered as a dominant design? An actor-network theory investigation of gene technology in agribusiness. *British Food Journal*, 109(1), 81-98.

Laros, F. J., y Steenkamp, J. B. E. (2004). Importance of fear in the case of genetically modified food. *Psychology and Marketing*, 21(11), 889-908.

Latour, B. (1993). *We Have Never Been Modern*. Cambridge: Harvard University.

Latour, B. (1986). The powers of association. *Sociological Review Monograph*, 264-280.

Latour, B. (2005). Reassembling the social-an introduction to actor-network-theory. *Reassembling the Social-An Introduction to Actor-Network-Theory*, by Bruno Latour, pp. 316. Foreword by Bruno Latour. Oxford University Press, Sep 2005. ISBN-10: 0199256047. ISBN-13: 9780199256044, 1.

Latour, B., y Zadunaisky, G. (2008). *Reensamblar lo social: una introducción a la teoría del actor-red*. Buenos Aires: Manantial.

Latour, B., y Woolgar, S. (2013). *Laboratory life: The construction of scientific facts*. Princeton University Press.

Law, J. (2009). Actor network theory and material semiotics. *The new Blackwell companion to social theory*, 141-158.

Ledebur, O., y Schmitz, J. (2009). Corn Price Behavior—Volatility Transmission During the Boom on Futures Markets. In *113th EAAE Seminar “A Resilient European Food Industry and Food Chain in a Challenging World.” Crete, Greece* (pp. 3-6).

Lee, K. M., Kim, J. Y., Cho, W. K., Goh, K. I., & Kim, I. M. (2012). Correlated multiplexity and connectivity of multiplex random networks. *New Journal of Physics*, 14(3), 033027.

LeGrand, C. (1988). *Colonización y protesta campesina en Colombia (1850-1950)*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

León, T. (2012). Medio Ambiente, Tecnología y Modelos de Agricultura en Colombia-Hombre y arcilla. Bogotá DC: Instituto de Estudios Ambientales IDEA, ECOE.

Lien, M. E., y Law, J. (2011). 'Emergent Aliens': On Salmon, Nature, and their Enactment. *Ethnos*, 76(1), 65-87.

Liljeros, F., Edling, C. R., Amaral, L. A. N., Stanley, H. E., & Åberg, Y. (2001). The web of human sexual contacts. *Nature*, 411(6840), 907-908.

Londoño Díaz, O. G. (1989). Colonización del Ariari (1950-1970). *Aproximación a una historia regional. Centro de Estudios Sociales para el Desarrollo de los Llanos. Villavicencio*.

Long, A., y van der Ploeg, J. D. (1994). Endogenous development: practices and perspectives. *Born from within: Practice and perspectives of endogenous rural development*.

Long, N. (2007). *Sociología del desarrollo*. CIESAS.

Lundvall, B. A. (2009). Innovation as an interactive process: user-producer interaction to the national system of innovation: research paper. *African journal of science, technology, innovation and development*, 1(2 & 3), 10-34.

Maslov, S., y Sneppen, K. (2002). Specificity and stability in topology of protein networks. *Science*, 296(5569), 910-913.

MacNeish, R. S., y Eubanks, M. W. (2000). Comparative analysis of the Rio Balsas and Tehuacan models for the origin of maize. *Latin American Antiquity*, 3-20.

Mangelsdorf, P. C., y Reeves, R. G. (1939). The origin of Indian corn and its relatives.

Mangelsdorf, P. C., Roberts, L. M., & Rogers, J. S. (1981). Crosses of *Zea diploperennis* with corn. *Maize Genet. Coop. Newsl*, 55, 19.

Middendorf, G. (2006). Explicaciones en torno al sistema global agro-alimentario. *Revista Colombiana de Sociología*, (27), 25-46.

Molano, A. (Ed.). (1988). *Yo le digo una de las cosas-: La Colonización de la Reserva la Macarena*. Fondo FEN Colombia.

Molano, A. (1989). Aproximación al proceso de colonización de la región del Ariari-Güejar-Guayabero. *La Macarena, Reserva biológica de la humanidad*, 279-304.

Molano, A. (2000). *Los años del tropel*. Ancora.

Mucha, P. J., Richardson, T., Macon, K., Porter, M. A., & Onnela, J. P. (2010). Community structure in time-dependent, multiscale, and multiplex networks. *Science*, 328(5980), 876-878.

Nadal, A., y Wise, T. A. (2005). Los costos ambientales de la liberalización agrícola: El comercio de maíz entre México y EE. UU. en el marco del NAFTA. *Globalización y medio ambiente: Lecciones desde las Américas.*

Nelson, R. (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis* University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship.

Nelson, R. R., y Winter, S. G. (1977). In search of a useful theory of innovation. In *Innovation, Economic Change and Technology Policies* (pp. 215-245). Birkhäuser Basel.

Newman, M. (2010). *Networks: an introduction*. Oxford University Press.

Nieto, P., Flores, J., Bermell, S., y Alberola, J. (1987). Cambios en los ácidos grasos de los lípidos del jamón durante el proceso de curado: I. Magro de jamón. *Revista de agroquímica y tecnología de alimentos*, 27(4), 599-607.

O'Connor, James. (1988). "Capitalism, Nature, Socialism: a Theoretical Introduction"

Ortiz G. Pradilla H. (2009). *Introducción a la Colombia Amerindia*.

OECD (2005). *Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. Francia.

Palacio, D., Garavito, L., y Hurtado, R. (2003). Redes socio-ambientales en tensión: El caso de la gestión ambiental de los humedales de Bogotá. *Redes: revista hispana para el análisis de redes sociales* (Vol. 4).

Paladines, O., y Leal, J. A. (1979). Pasture management and productivity in the Llanos Orientales of Colombia. *Pasture production in acid soils on the tropics*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, 311-325.

Pérez, F. (1862). *Jeografía física i política de los Estados Unidos de Colombia: La jeografía del Distrito federal i las de los estados de Panamá i el Cauca* (Vol. 1). Imprenta de la Nación.

Purugganan, M. D., y Fuller, D. Q. (2009). The nature of selection during plant domestication. *Nature*, 457(7231), 843-848.

Parsons, T. (1977). *Social systems and the evolution of action theory*. New York: Free Press.

Parsons, T. (1978). *Action theory and the human condition*. New York: Free Press.

- Patriarca, M., Chakraborti, A., y Germano, G. (2006). Influence of saving propensity on the power-law tail of the wealth distribution. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 369(2), 723-736.
- Perry, S. (2000). *El impacto de las reformas estructurales en la agricultura colombiana*. CEPAL.
- Pickersgill, B. (2009). Domestication of plants revisited—Darwin to the present day. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161(3), 203-212.
- Redner, S. (1998). How popular is your paper? An empirical study of the citation distribution. *The European Physical Journal B-Condensed Matter and Complex Systems*, 4(2), 131-134.
- Riveiro, S. (2004). El día en que muera el sol: contaminación y resistencia en México.
- Rogers, E. (1995), *Diffusion of Innovations*, New York, Free Press, 4th edition
- Rosenberg, N. (1972). Factors affecting the diffusion of technology. *Explorations in economic history*, 10(1), 3-33.
- Sanz, J. y Vázquez, C., (1999). Fiabilidad y validez de la versión española del Inventario para la Depresión de Beck de 1978 en pacientes con trastornos psicológicos. *Clínica y Salud*.
- Scott, J. (1988). Social Network Analysis. *Sociology*, 22(1), 109-127.
- Serratos, H. J. A. (2009). El origen y la diversidad del maíz en el continente Americano. *Greenpeace. México, DF*.
- Shady, R. (2006). Caral-Supe and the north-central area of Peru: the history of maize in the land where civilization came into being. *Histories of maize: multidisciplinary approaches to the prehistory, linguistics, biogeography, domestication and evolution of maize*. Amsterdam: Elsevier, 381-402.
- Sole, R. V., & Montoya, M. (2001). Complexity and fragility in ecological networks. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 268(1480), 2039-2045.
- Steinberg, M. (1999). Maize diversity and cultural change in a Maya agroecological landscape. *Journal of Ethnobiology*, 19(1), 127-139.
- Tweeten, L. (1993). "American agriculture: organization, structure, institutions and policy," in L. Tweeten, C. L. Dishon, W. S. Chern, N. Imamura, and M. Morishima (eds.), *Japanese and American Agriculture* (pp. 71–96). Boulder, Colorado: Westview Press.
- Utterback, J. (1994) *Mastering the Dynamics of Innovation*. Cited 1769 times. Harvard University Press Boston, MA.

UNUMA, (2004). El manejo de los recursos naturales en el territorio indígena.

Valente, T. W. (2005). Network models and methods for studying the diffusion of innovations. *Models and methods in social network analysis*, 28, 98.

Van der Hammen, T. (1962). Palinología de la región de Laguna de los Bobos, Historia de su clima, vegetación y agricultura durante los últimos 5000 años. *Revista Acad Colombiana Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 11, 359-361.

Van Heerwaarden, J., Doebley, J., Briggs, W. H., Glaubitz, J. C., Goodman, M. M., Gonzalez, J. D. J. S., & Ross-Ibarra, J. (2011). Genetic signals of origin, spread, and introgression in a large sample of maize landraces. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(3), 1088-1092.

Vargas, L. A. (2007). La historia incompleta del maíz y su nixtamalización. *Cuadernos de Nutrición*, 30(3), 97-104.

Vargas, L. A. (2014). El maíz, viajero sin equipaje. In *Anales de Antropología* (Vol. 48, No. 1, pp. 123-137). Elsevier.

Vázquez, A., Pastor-Satorras, R., y Vespignani, A. (2002). Large-scale topological and dynamical properties of the Internet. *Physical Review E*, 65(6), 066130.

Velez, G. y Garcia, M. (2011). Biodiversidad, Erosión y Contaminación Genética del Maíz Nativo en América Latina. *Red por una América Latina Libre de Transgénicos. Mas Grafica, Santiago*.

Watts, D. J., y Strogatz, S. H. (1998). Collective dynamics of 'small-world' networks. *Nature*, 393(6684), 440-442.

Wasserman, S., y Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications* (Vol. 8). Cambridge university press.

Wilkes, H. G. (1985). Teosinte: the closest relative of maize revisited. *Maydica*.

Zizumbo-Villarreal, D., y Colunga-GarcíaMarín, P. (2010). Origin of agriculture and plant domestication in West Mesoamerica. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 57(6), 813-825.

Zornosa, P. (2012). Breve mirada desde la filosofía del derecho a la responsabilidad civil y a su aseguramiento en la era Tecnológica. En Zornosa, P. (Ed), *Escritos sobre riesgos y seguros*. (pp. 527-538). Universidad Externado de Colombia